

CENTROS Revista Científica Universitaria

15 de enero de 2022. Volumen 11, No. 1

ISSN: 2301-604x pp. 301 -314

Recibido: 01/03/21, aceptado 20/11/21

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica.

<https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros>



<https://www.latindex.org/>



<http://amelica.org/>



PROPUESTA GEOTECNICA A ESTABILIZACION DE TALUD BAJO CONDICION DE FALLA GLOBAL EN EL SECTOR DE MIRAMAR PROVINCIA DE COLON

GEOTECHNICAL PROPOSAL TO SLOPE STABILIZATION UNDER A GLOBAL FAILURE CONDITION IN THE SECTOR OF MIRAMAR PROVINCE OF COLON

Irving Isaac Isaza Santos

Universidad de Panamá-Panamá/ <https://orcid.org/0000-0002-4029-0992>
irving.isaza@up.ac.pa

Freddy González

Universidad Tecnológica de Panamá-Panamá/ <https://orcid.org/0000-0002-8582-9306>
fredy.gonzalez@utp.ac.pa

Ricardo Dominguez

Universidad de Panamá-Panamá/ <https://orcid.org/0000-0002-7227-8939>
ricardo.dominguez@up.ac.pa

RESUMEN- En visita realizada a un talud ubicada en el sector de Miramar Distrito de Santa Isabel Provincia de Colon, nos percatamos que por la altura, las altas pendientes, las características del suelo (limoso-arcilloso con altos contenidos de plasticidad), derrumbes en pequeños sectores y altos contenidos de humedad que el mismo presenta condiciones para un deslizamiento que comprometa a las viviendas cercanas, las vías de comunicación, y los servicios públicos que se brindan a los sectores aledaños. Es por eso que realizamos un análisis geotécnico para calcular la falla a derrumbe global y con eso mantener dentro de los parámetros de Seguridad como está establecido en nuestro Reglamento Estructural Panameño en el Capítulo 6 la propuesta de estabilización del talud.

PALABRAS CLAVE: Pendientes, características de suelo, limos, arcillas, derrumbes, contenidos de humedad, falla, derrumbe global, estabilización, talud.

ABSTRACT. During a visit to a slope located in the sector of Miramar District of Santa Isabel Province of Colon, we noticed that due to the height, the high slopes, the characteristics of the soil (silty-clayey with high plasticity content), landslides in small sectors and high humidity contents that it presents conditions for a landslide that compromises the nearby homes, the communication routes, and the public services that are offered to the neighboring sectors. That is why we carry out a geotechnical analysis to calculate the global collapse failure and thereby keep the slope stabilization proposal within the Safety parameters as established in our Panamanian Structural Regulations in Chapter 6.

KEYWORDS: Slopes, soil characteristics, silts, clays, landslides, moisture content, failure, global collapse, stabilization

INTRODUCCIÓN

Cuando la superficie de un suelo expuesto conforma un ángulo con la horizontal se denomina a esto talud sin restricciones. La pendiente que tiene el talud puede ser natural o construida. Si dicha pendiente es lo suficientemente grande, puede ocurrir falla de la pendiente, es decir, la masa de suelo puede deslizarse hacia abajo. La fuerza motriz supera la resistencia del suelo al corte a lo largo de la superficie de ruptura.

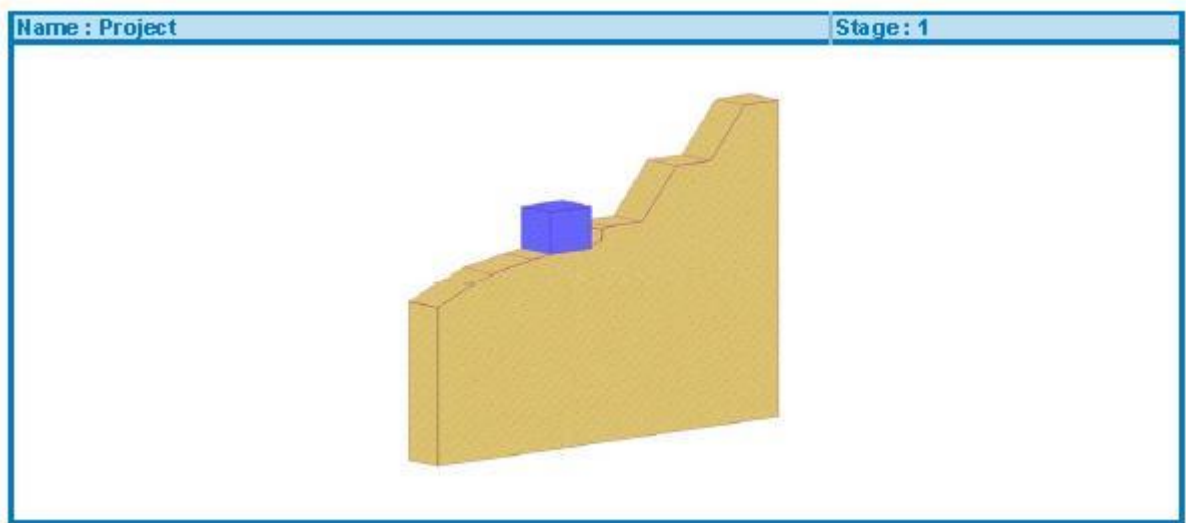


Figura 1. Estado de las pendientes en el talud a analizar

Nota: El grafico representa las pendientes propuestas y la ubicación de la edificación dentro de la topografía.

En nuestro caso realizaremos cálculos que comprueben la seguridad de los taludes naturales, los que se conformen y sean compactados para que de esta forma hagamos un análisis de estabilidad de talud lo que implicara la determinación y la comparación del corte que se desarrollara a lo largo de la superficie de ruptura más probable con la resistencia de dicho suelo al corte.

Para realizar esto debemos tomar en cuenta la mayor cantidad de variables tales como la estratificación del suelo y sus parámetros de resistencia al corte, las filtraciones a través del talud y la elección de una superficie de deslizamiento potencial

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comenzar a realizar este análisis se inicia con un estudio estratigráfico para determinar la clasificación de suelo según el sistema unificado de suelo (S.U.C.S), luego iniciamos con las propiedades geotécnicas del mismo como son cohesión, ángulo de fricción, peso específico y el estudio topográfico del talud

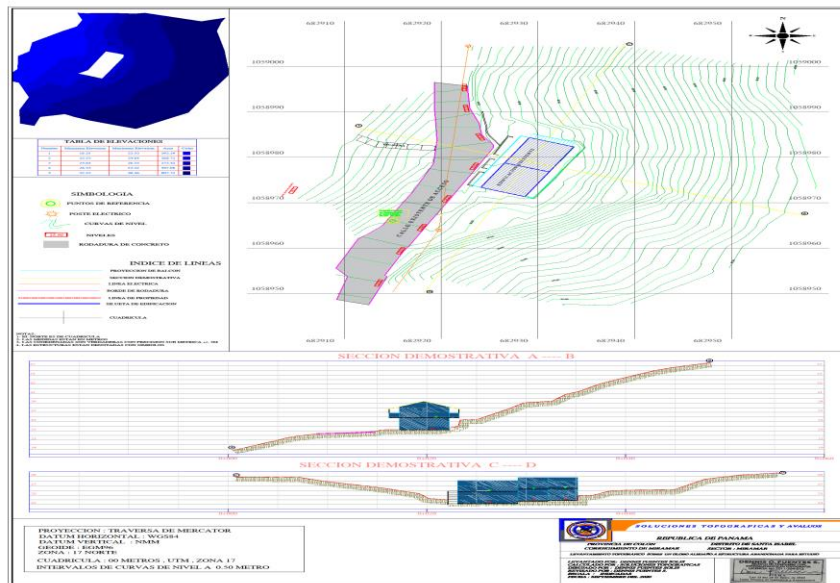


Figura 2. Topografía Zona de Estudio
 Nota son los planos topográficos de la zona de estudio

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency		15,00	5,00	20,50

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency		20,50		

Figura 3. Características del Suelo del Talud a Analizar
 Nota Propiedades Geotécnicas del Suelo en el talud como peso específico, cohesión y ángulo de fricción

Luego de esto se revisa la topografía se substraen las secciones transversales cada 15 metros y se identifican las pendientes naturales y las construidas como puntos de partida ante fallas locales en esas partes de la superficie a lo largo del talud. En cada una de estas secciones juntos con las propiedades geotécnicas se realiza los cálculos para identificar las zonas de derrumbe global y de esta forma realizar las estabilizaciones mediante excavaciones y compactaciones para reducir la falla por análisis de estabilidad del talud. Es importante señalar que la altura promedio del talud es de 15 metros aproximadamente y para realizar el cálculo de estabilización de Talud se utilizaron las técnicas de cálculo de Bishop, Fellenius, Spencer, Janbu con el programa GEO5 todas aceptadas por la teoría de la mecánica de suelos



Figura 4. Sitio de Estudio

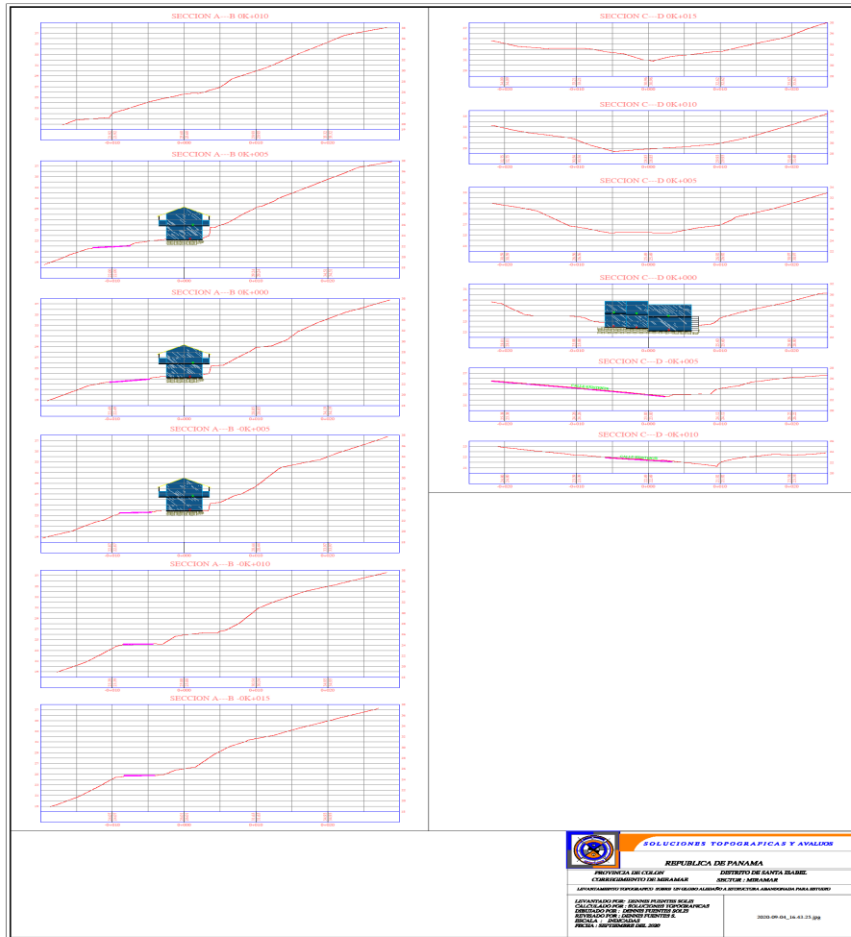


Figura 5. Secciones Transversales del Talud a Analizar



Figura 6. Falla local existente en el Talud

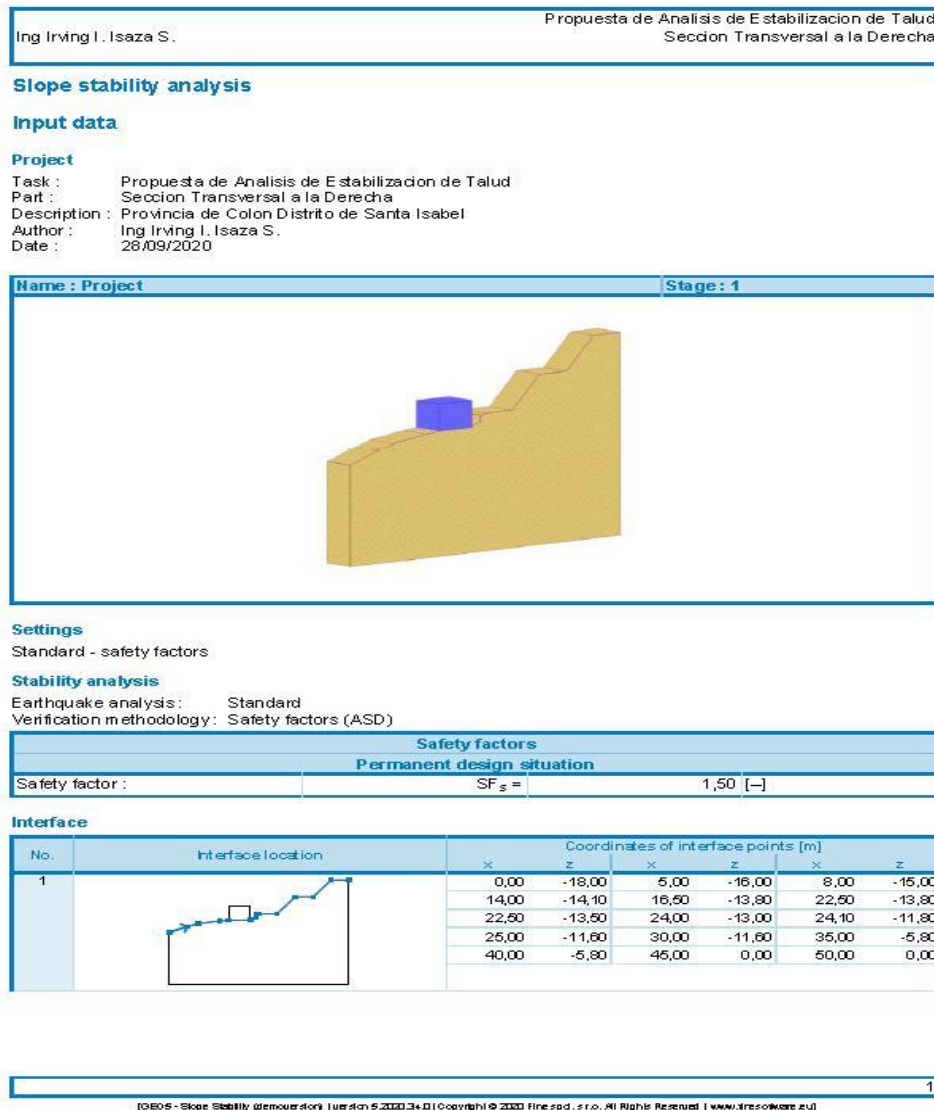


Figura 7- Análisis de la Propuesta para estabilizar el Talud

Nota: se puede observar la colocación de las coordenadas del dibujo del talud.

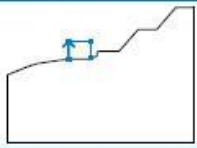



Ing Irving I. Isaza S.		Propuesta de Analisis de Estabilizacion de Talud Seccion Transversal a la Derecha					
No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
2		16,50	-13,80	16,50	-9,00	22,50	-9,00
		22,50	-13,50				
Soil parameters - effective stress state							
No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]		
1	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency		15,00	5,00	20,50		
Soil parameters - uplift							
No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_1 [kN/m ³]	n		
1	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency		20,50				
Soil parameters							
Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency							
Unit weight :		$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$					
Stress-state :		effective					
Angle of internal friction :		$\phi_{ef} = 15,00^\circ$					
Cohesion of soil :		$c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$					
Saturated unit weight :		$\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$					
Rigid bodies							
No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]				
1	Rigid body No. 1		20,00				

Figura 8. Tipo de Suelo del Talud

Nota: Inclusion del suelo en el talud para la propuesta de diseño

Ing Irving I. Isaza S.	Propuesta de Analisis de Estabilizacion de Talud Seccion Transversal Central
------------------------	---

Slope stability analysis

Input data

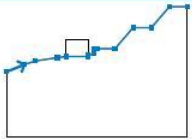
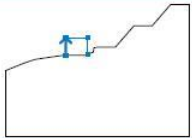
Project
 Task : Propuesta de Analisis de Estabilizacion de Talud
 Part : Seccion Transversal Central
 Description : Provincia de Colon Distrito de Santa Isabel
 Author : Ing Irving I. Isaza S.
 Date : 28/09/2020

Settings
 Standard - safety factors


Stability analysis
 Earthquake analysis : Standard
 Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors	
Permanent design situation	
Safety factor :	SF _s = 1,50 [-]


Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	-18,00	5,00	-16,00	8,00	-15,00
		14,00	-14,10	16,50	-13,80	22,50	-13,80
		22,50	-13,50	24,00	-13,00	24,10	-11,80
		25,00	-11,60	30,00	-11,60	35,00	-5,80
		40,00	-5,80	45,00	0,00	50,00	0,00
2		16,50	-13,80	16,50	-9,00	22,50	-9,00
		22,50	-13,50				

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ _{cr} [°]	c _{cr} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency		15,00	5,00	20,50

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency		20,50		

1

[B] E05 - Slope Stability (demoverion) | version 5.2020.340 | Copyright © 2020 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu

Figura 9. Condiciones Geométricas de Talud a Estabilizar


Ing Irving I. Isaza S.
Propuesta de Analisis de Estabilizacion de Talud
Seccion Transversal Central

Soil parameters

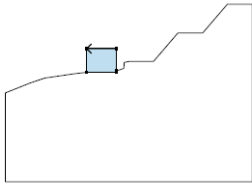

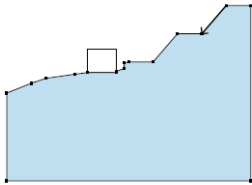

Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency

Unit weight : $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{\text{ef}} = 15,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{\text{ef}} = 5,00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Rigid bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Rigid body No. 1		20,00

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		22,50	-9,00	16,50	-9,00	Rigid body No. 1 
		16,50	-13,80	22,50	-13,80	
		22,50	-13,50			
2		45,00	0,00	40,00	-5,80	Clay with high or very high plasticity (CH, CV, CE), firm consistency. 
		35,00	-5,80	30,00	-11,60	
		25,00	-11,60	24,10	-11,60	
		24,00	-13,00	22,50	-13,50	
		22,50	-13,80	16,50	-13,80	
		14,00	-14,10	8,00	-15,00	
		5,00	-16,00	0,00	-18,00	
		0,00	-36,00	50,00	-36,00	
		50,00	0,00			

Water
Water type : No water

Tensile crack
Tensile crack not input.

Earthquake
Earthquake not included.

Settings of the stage of construction
Design situation : permanent

2

© EO5 - Slope Stability (demo version) | version 5.2020.340 | Copyright © 2020 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fine-software.eu

Figura 10. Introducción de las Características de Suelo

En los valores introducidos al Geo 5 y que aquí presentamos son las secciones transversales que tienen mayores valores de las pendientes (Derecha y central del talud), y eso se puede observar con la introducción de las coordenadas para dar forma a la topografía propuesta, adicional se introducen las características del suelo (Cohesión, ángulo de fricción, peso específico) y estructuras que se encuentran dentro del área de estudio (edificaciones). Los valores de estabilización de las pendientes propuestas se encuentran en el rango de 30 a 45 grados con la horizontal

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que aquí presentamos la principal es la determinación del factor de seguridad que se define como la división entre la resistencia media del suelo al corte y el esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla. Este valor numérico del factor de seguridad es de 1.5 y se encuentra establecido en el capítulo 6 del Reglamento Estructural Panameño 2014 (REP-14).

De igual forma se realizaron cambios en la topografía para estabilizar los componentes de masa de suelo y con esto no permitir en los taludes los modos de falla conocidos como círculo de punta, círculos de pendiente y una falla de base que permitiría el caso de falla de círculo de punto medio.



Figura 11. Sitio a Realizar Cambios en la Topografía
Nota: Este es uno de los sitios propuestos dentro de Talud a estabilizar ya que el mismo a presentado deslizamientos locales que han sido cubiertos por la vegetación

Ing Irving I. Isaza S.		Propuesta de Analisis de Estabilizacion de Talud Seccion Transversal Central	
Results (Stage of construction 1)			
Analysis 1			
Circular slip surface			
Slip surface parameters			
Center :	x =	23,05 [m]	Angles :
	z =	-29,04 [m]	
Radius :	R =	20,40 [m]	$\alpha_2 =$ 47,83 [°]
Analysis of the slip surface without optimization.			
Slope stability verification (all methods)			
Bishop :	FS =	11,34 > 1,50	ACCEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS =	9,20 > 1,50	ACCEPTABLE
Spencer :	FS =	11,33 > 1,50	ACCEPTABLE
Janbu :	FS =	11,33 > 1,50	ACCEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS =	11,33 > 1,50	ACCEPTABLE

3

[GEO5 - Slope Stability (demo version) | version 5.2020.340 | Copyright © 2020 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fine-software.eu]

Figura.12. Resultados de la Estabilización del Talud Por los Métodos Geotécnicos

Nota: Cálculos obtenidos con el Geo5 utilizando varias técnicas de estabilización de taludes y en la que se puede observar que se encuentran dentro del rango de seguridad establecido por el reglamento estructural panameño.

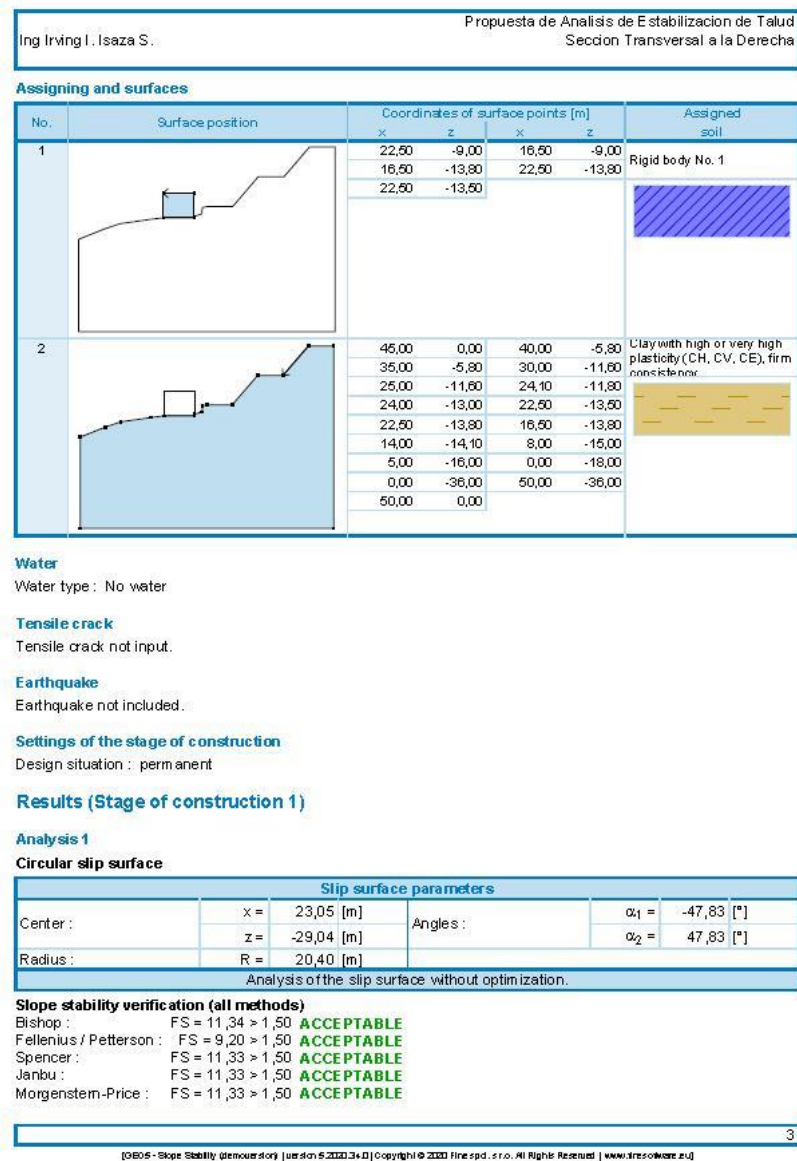


Figura 13. Resultados de la Estabilización del Talud

De los resultados comparativos de las distintas teorías de la mecánica de suelo se puede observar que los factores de seguridad son muy similares excepto el de Fellenius/Petterson pero todos tienen valores amplios contra el mínimo exigido por el

Reglamento Estructural Panameño por lo cual el talud con estos cambios se encuentra dentro del rango de seguridad a la falla global.

Que los cambios a la topografía de la zona de estudio son necesarios, para estabilizar las masas de suelo de manera local y de igual forma los rangos de las pendientes propuestas logran que no se den en ninguna de las etapas del talud las fallas antes mencionadas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of State Highway and Transportation Officials (2014). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications Washington.

Agreda, A.P. (2005) Estabilidad de Taludes, Barcelona; Universidad Politécnica de Catalunya

Aristizabal E., Yokota S. (2006). “Geomorfología aplicada a la ocurrencia de deslizamientos en el Valle de Aburra.” Revista de la Facultad de Minas Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.

Das M. Braja Ingeniería Geotecnia Cuarta Edición Editorial Cengage Learning (2015)

German Marcelo y Campos Rodríguez Apoyo Didáctico al Aprendizaje de la Mecánica de Suelos Mediante Problemas Resueltos (2005)

González de Vallejo, Luis Ingeniería Geológica Editorial Pearson (2002) – Prentice Hall

Instituto Tecnológico Geo Minero de España Manual de Ingeniería Geológica (2000)

Manuales demo de Geo5 V16 Configuración de Análisis y Administrador de Configurar (2012)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de Perú. (2012). ce.020. estabilización de suelos y taludes. Lima

Reglamento Estructural Panameño 2014 (Rep-14)

Suárez J. (2005). “Deslizamientos y flujos catastróficos ocurridos en Girón, Santander en febrero de 2005”. Geo tecnología Ltda, Informe final, Bucaramanga, Colombia.

Suárez, J. (2009). Deslizamientos. Análisis geotécnico VOL. 1. Madrid: U.I.S. Escuela de filosofía

Valero Alonso Mecánica del Suelo para Ingenieros de Carreteras y Aeropuertos (1963).