



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: LM-IG-01-2020

### Revisión del documento “Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160”



Preparado por:  
Ing. Ana Lorena Monge S., M.Sc.  
Coordinadora  
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica  
Febrero, 2020





## CONTENIDO

I.	Introducción .....	4
II.	Antecedentes.....	4
III.	Comentarios del documento “Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160”	5
III.1	Comentarios generales .....	5
III.2	Comentarios respecto a las soluciones propuestas.....	7
III.3	Comparación con lo indicado en el informe LM-IG-04-19.....	8
IV.	Comentarios finales.....	9
V.	Referencias .....	9



## INFORME REVISIÓN DEL DOCUMENTO “PROYECTOS DE ESTABILIZACIÓN EN DIFERENTES ZONAS DEL PROYECTO R160”

### I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra la revisión realizada al documento “Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160” presentado por el consorcio Ruta 160. En este se comentan algunas condiciones observadas durante la construcción del proyecto, específicamente en la conformación de algunos de los taludes que se consideraron requerían una atención distinta a la que se le había dado en el estudio de suelos inicial con el que contaba el proyecto.

Estos taludes analizados en más detalle, en conjunto con las soluciones propuestas, se comparan con los taludes indicados en el documento LM-IG-04-19 “Informe de visita al Proyecto Playa Naranjo – Paquera” en los que para algunos de ellos se consideraba importante realizar un análisis de estabilidad adicional contemplando un comportamiento de macizo rocoso predominante por las discontinuidades que se observaron en sitio.

A continuación, se muestran los comentarios al respecto de la revisión del documento.

### II. Antecedentes

Como se mencionó en los informes LM-IG-07-18 “Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranjo – Paquera” entregado en diciembre del 2018, y LM-IG-04-19 “Informe de visita al Proyecto Playa Naranjo – Paquera” entregado en abril del 2019, al realizar las revisiones correspondientes de los estudios de suelos, se logró constatar que inicialmente el análisis se realizó a un solo perfil geotécnico generalizado para el proyecto y que por la condición altamente fracturada del material, se había tomado como premisa que el comportamiento de los materiales que componen el talud iba a ser regido por la mecánica de suelos y no iba a estar dominado por el comportamiento de un macizo rocoso. Sin embargo, durante la visita del 2019 se consideró importante realizar un análisis de estabilidad discretizado dado que su comportamiento podría obedecer más a los principios de la mecánica de rocas, por la condición del macizo rocoso.

En aquel momento los taludes que se consideraron importante observar y reevaluar pues durante la visita se encontró que cuentan con zonas donde pueden ser las familias de discontinuidades las que dominen el comportamiento de estabilidad se enlistan a continuación, vale la pena destacar que estos se encuentran indicados en el informe LM-IG-04-19:

1. 3+286, talud derecho
2. 4+260, talud derecho e izquierdo
3. 13+397, derecho
4. 17+360, talud izquierdo
5. 19+440, talud derecho

Adicionalmente, los taludes 4+585 y 19+097 se consideraron importantes de observar, ya que son de gran altura y eventualmente en algún momento podría ser conveniente considerar conformar bermas para acortar esta condición.

Cabe destacar que si bien es cierto estos taludes muestran configuraciones que se observan de cuidado, no necesariamente mostraron indicios de falla, o ya habían colapsado, a excepción del talud 3+286, que mostraba caídos a nivel de piso o bien con materiales colgados en el talud, por lo



que lo indicado en el informe LM-IG-04-19 constituía una señal de alerta para que se prestase atención a estas condiciones.

Al revisar el documento “Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160”, se observa que se trata de taludes que habían mostrado problemas de estabilidad al momento de la construcción del proyecto, y cuyas soluciones no se habían contemplado en el estudio de suelos que se había realizado inicialmente para el proyecto. Estos no necesariamente van a coincidir con los taludes que se indicaron en el informe LM-IG-04-19. Adicionalmente, se analiza la condición de un talud al cual se le debe proporcionar una nueva conformación para solucionar un problema de expropiación.

### III. Comentarios del documento “Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160”

A continuación, se comentan las observaciones detectadas al revisar el documento presentado por el Consorcio ruta 160, las cuales se dividen en observaciones generales que son más de carácter de formato y presentación del documento. Posteriormente, se realizan los comentarios correspondientes a los análisis y soluciones de los taludes en específico, y por último se muestra una comparación entre lo observado durante la visita realizada en abril del 2019 con respecto a los taludes contemplados en el documento.

#### III.1 Comentarios generales

En general, el documento presenta información importante que se presume se consideró al momento de realizar los análisis de estabilidad de los taludes. Sin embargo, es de carácter general y no se tiene claridad de qué talud analizado por los especialistas es el que muestra las características descritas en el apartado 4.1, y cuáles taludes analizados aplicaron la técnica descrita en el apartado 4.2.

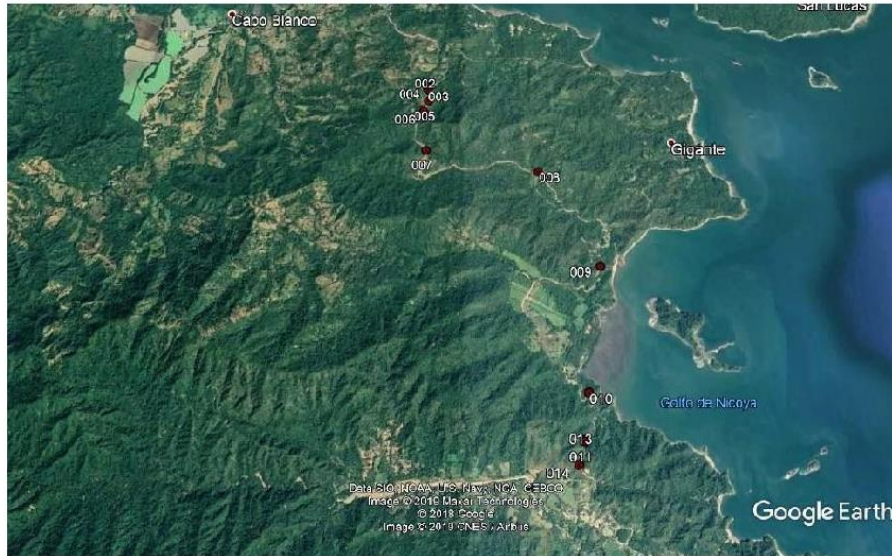
En la ilustración 6, se muestran 11 puntos que se presumen son la ubicación de cada talud problemático detectado en el proyecto en esta nueva evaluación. Sin embargo, la propuesta de solución se concentra en 6 taludes, por lo que no queda claro qué sucedió con los 5 taludes restantes marcado y mostrados en esta ilustración.

El documento referencia mal el nombre del profesional que los acompaña a realizar la visita y que es responsable de las soluciones geotécnicas propuestas.

Por último, el documento cuenta con errores de numeración y referencia de las ilustraciones. En el texto se les llama “Figura XX” y sin embargo en el título de la misma aparece como “Ilustración XX” y la numeración no corresponde, esto dificulta la comprensión y revisión del documento. En la figura 1, se muestran algunos ejemplos de estos errores de referencia.

Es importante recalcar que el informe muestra como fecha de emisión el 20 de agosto de 2019, mientras que la fecha de la firma del profesional responsable es del 5 de setiembre de 2019. Se considera apropiado, que las fechas de emisión y firma, coincidan dado que es el profesional el que está realizando las recomendaciones de solución a los taludes problemáticos del caso y el responsable de las mismas.

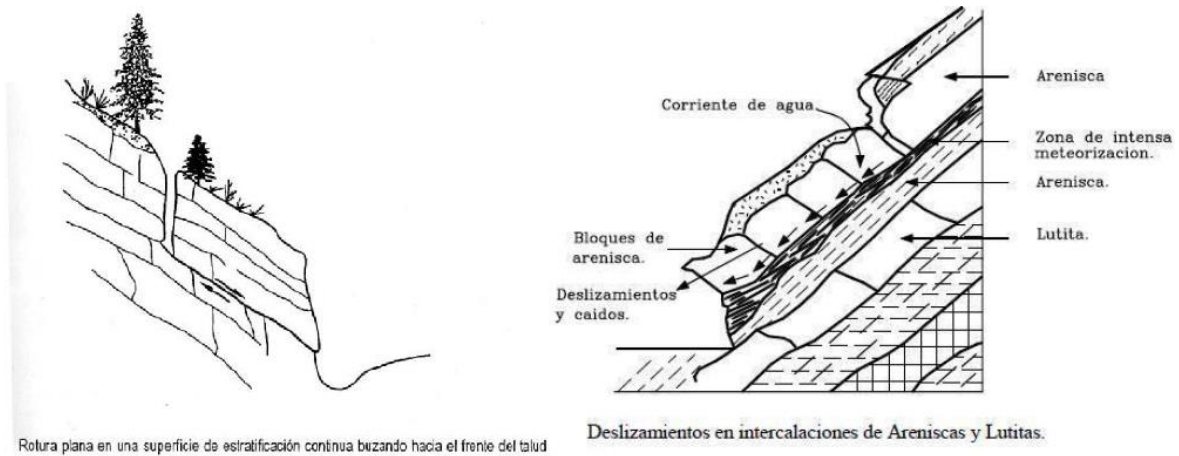
Adicionalmente para contar con criterios adicionales se realizaron mediciones de los principales sistemas de planos débiles que en este caso corresponden a los planos de estratificación de las lutitas intercaladas con capas delgadas de arenisca que se ubicaron con medidas de GPS que se indican en **ilustración 3**



**Ilustración 6.** Ubicación GPS de planos débiles

Figura 1. Ejemplo 1 de error en numeración de la ilustración

del macizo rocoso o por una capa más arcillosa, lo cual es esperable en un macizo rocoso constituido por una alternancia de lutitas y areniscas, tal como se muestra en **figura 4**



**Ilustración 7.** Caso de rotura plana, problema de inestabilidad predominante en la ruta 160

Figura 2. Ejemplo 2 de error en numeración y referencia de la ilustración



### III.2 Comentarios respecto a las soluciones propuestas

Con respecto a los taludes analizados y las soluciones propuestas, en el documento se indica que los taludes que se encontraron con problemas de estabilidad son 5, a saber:

1. 3+300, talud derecho
2. 6+400, talud derecho
3. 8+700, talud derecho
4. 12+040, talud derecho
5. 13+200, talud izquierdo

El documento carece del análisis específico para cada talud. Sin embargo, la ilustración 12 muestra el análisis específico de un talud típico de los analizados a manera de ejemplo, donde se observa claramente que se realiza el análisis de proyecciones estereográficas y de admisibilidad cinemática. Como resultado de este análisis, se muestran las familias de discontinuidades que están generando inestabilidad en la cara del talud, dada su inclinación.

El análisis se observa adecuado, dados los datos mostrados. Sin embargo, se considera importante que este tipo de documentos muestre, aunque sea en forma de resumen, los resultados obtenidos del análisis de estabilidad para cada talud y así constatar con mayor facilidad que la solución propuesta sea adecuada a la problemática del talud.

En cuanto a las soluciones de estabilización mostradas en el apartado 5, se observa que si se describen específicamente para cada talud. Es en este apartado en que se observa que el análisis de estabilidad del talud 6+400 no obedece a un análisis de admisibilidad cinemática, sino a un análisis típico del comportamiento de suelo, dada la conformación del material.

Al observar la ilustración 23, se considera que el análisis de dicho talud realizado para verificar su estabilidad es adecuado y que la solución propuesta de colocar un muro de gaviones está acorde con lo encontrado en sitio. En el anexo del documento, se muestra el diseño del muro de gaviones realizado por la empresa Maccaferri. Este se considera adecuado como solución prevista.

El resto de los taludes, cuentan con una solución proveniente del análisis de admisibilidad cinemática y de la observación en campo. Esta solución radica en la colocación de muros de suelo cosido. En algunos casos cuando se trata de taludes de gran altura, en los cuales la solución inicial establecía la conformación de bermas, por lo que adicionalmente se combinaría con la conformación de suelos cosidos para proporcionar la estabilidad. Las soluciones se resumen en la tabla 1.

Adicionalmente, se muestra la solución para un talud al que se le debe hacer un cambio de pendiente para evitar demoler una vivienda que se encuentra en la cresta del mismo. Este talud se encuentra en la estación 2+840, al lado izquierdo del camino. La solución propuesta para este talud, se muestra también en la tabla 1.

En síntesis, las propuestas presentadas se consideran adecuadas dada la problemática de estabilidad que se indica se presenta en sitio y la cual se presume sucede por lo observado en campo. Sin embargo, es importante destacar que en el apartado 6 de conclusiones, se indica que las soluciones propuestas se desprenden de un diseño preliminar con base en la experiencia del experto y manuales internacionales, por lo que deberían hacerse cálculos más detallados considerando las condiciones locales de cada talud.



Por lo indicado anteriormente, se considera todavía más importante que en documentos como este, se aporten los diseños con cálculos más detallados de cada zona para establecer si fueron tomadas todas las consideraciones geotécnicas para presentar la solución final.

Tabla 1. Soluciones geotécnicas a los taludes problemáticos

Talud	Solución propuesta
<b>3+200 talud derecho</b>	Zona estabilización: 3+140 – 3+380 Pernos pasivos: 1.75 x 1.75 m, L= 10 m, Varilla #8, Inclinación= 20° Concreto lanzado, espesor 12 cm, doble malla Drenaje: $\phi$ : 75 mm, L= 10 m, inclinación= 10° Malla contra caídos
<b>8+700 talud derecho</b>	Zona estabilización: 8+630 – 8+760 Pernos pasivos: 1.75 x 1.75 m, L= 6 – 15.5 m, Varilla #8, Inclinación= 20° Concreto lanzado, espesor 12 cm, doble malla Drenaje: $\phi$ : 75 mm, L= 10 – 14.5 m, inclinación= 5° Contraconeta: $\phi$ : 60 cm Berma: concreto clase X, espesor= 10 cm, pendiente= 2%
<b>12+040 talud derecho</b>	Zona estabilización: 12+130 – 12+205 Pernos pasivos: 1.75 x 1.75 m, L= 6.5 – 15.5 m, Varilla #8, Inclinación: 20° Concreto lanzado, espesor 12 cm, doble malla Drenaje: $\phi$ : 75 mm, L= 10 m, inclinación= 5° Contraconeta: $\phi$ : 60 cm Berma: concreto clase X, espesor= 10 cm, pendiente= 2%
<b>13+200 talud izquierdo</b>	Zona estabilización: 13+280 – 13+336 Pernos pasivos: 1.75 x 1.75 m, L= 6 – 10 m, Varilla #8 Concreto lanzado, espesor 12 cm, doble malla Drenaje: $\phi$ : 75 mm, L= 10 m, inclinación= 10° Contraconeta: $\phi$ : 60 cm Berma: concreto clase X, espesor= 10 cm, pendiente= 2%
<b>2+840 talud izquierdo</b>	Zona estabilización: 2+860 – 2+915 Pernos pasivos: 1.75 x 1.75 m, L= 9 m, Varilla #8, inclinación= 20° Concreto lanzado, espesor 12 cm, doble malla Drenaje: $\phi$ : 75 mm, L= 10.5 m, inclinación= 10° Contraconeta: $\phi$ : 60 cm

Cada una de las soluciones indicadas en el documento, cuentan con los planos detallados, lo cual es adecuado. En estos planos se detecta un error donde se indica el espesor del concreto lanzado para el suelo cosido es de 0.12 cm, lo cual se considera imposible dado que se debe colocar doble malla electrosoldada. Por lo tanto, se presume se tratan de 12 cm de espesor, el cual se encontraría entre los rangos de espesores utilizados en pantallas de concreto lanzado en este tipo de soluciones, por lo que se consideraría apropiado.

### III.3 Comparación con lo indicado en el informe LM-IG-04-19

En el informe LM-IG-04-19 que trata de los aspectos observados durante la visita al proyecto de la Ruta Nacional N°160 tramo Paquera – playa Naranjo, se mencionan 7 taludes que se consideraron debían revisarse dadas sus características y que no había sido analizados más a detalle en el estudio de suelos inicial elaborado por CACISA.

Dado que lo indicado en el informe de la visita al sitio, obedece a percepciones en campo de los taludes comentados, es posible que no se hayan presentado fallas antes de la visita que realizó el consorcio de la Ruta 160 en conjunto con el experto, y es probable que por ello no se consideraron en el análisis específico en dichos taludes. Lo anterior se parece adecuado, en el tanto no se hayan presentado realmente problemas de estabilidad en dichos sitios.





Comparando los comentarios realizados en el informe LM-IG-04-19, se coincide con los taludes 3+200 (nombrado 3+286 en el informe de la visita) y el 13+200 (nombrado 13+397 en el informe de la visita), y como se comentó anteriormente, las soluciones para estos dos taludes se consideran adecuadas, dado el comportamiento del material.

#### IV. Comentarios finales

Después de realizar la revisión del documento, se considera que la evaluación realizada y las soluciones al problema parecen adecuadas. Sin embargo, es de suma importancia que el Consorcio Ruta 160 acate las recomendaciones dadas por el profesional responsable de la evaluación de los taludes, pues en ellas se indica que la solución propuesta obedece a un diseño preliminar y que para el diseño final, se deben realizar los análisis detallados tomando en cuenta las características de cada talud.

Si esto ya fue considerado, no se ve reflejado en el informe tan claramente, pues en este se presentan resultados muy generales e incluso presentando figuras de casos típicos, que a pesar de que se consideran adecuados para la representación de las condiciones de los taludes, no muestran la condición real de cada talud. Por lo tanto, se considera adecuado que, en los sucesivos informes, se presente en detalle (ya sea en una tabla resumen o en anexos) los análisis realizados a cada talud.

Adicionalmente, es importante acatar las recomendaciones del diseñador en cuanto a la construcción de bermas, drenajes y manejos de agua superficial, pues en gran medida la estabilidad de algunos de los taludes dependerá de la existencia de estas dos condiciones.

#### V. Referencias

1. Consorcio Ruta 160 (20). *Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160*. Puntarenas.
2. Programa de Ingeniería Geotécnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (2018). *LM-IG-07-18 "Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranjo – Paquera"*. San José.
3. Programa de Ingeniería Geotécnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (2019). *LM-IG-04-19 "Informe de visita al Proyecto Playa Naranjo – Paquera"*. San José.