



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0786-2024

## INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL N° 318



Preparado por:

Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica  
Mayo, 2024



<b>1. Informe:</b> EIC-Lanamme-INF-0786-2024	<b>2. Versión No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL N° 318	<b>4. Fecha del Informe</b> 22/05/2024
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
<b>6. Palabras clave</b> Ninguna	
<b>7. Resumen</b> <i>El presente informe de inspección de los taludes de la ruta nacional 318, es producto de las inspecciones de taludes que realiza el Programa de Ingeniería Geotécnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) que se realizan en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la ley 8114.</i>  <i>Debido a las condiciones de estabilidad observadas a lo largo de la ruta nacional 318, este informe presenta un análisis de estabilidad de los taludes de carácter preliminar que puede ser utilizado como insumo para análisis detallados por parte de la Administración. Proporciona un inventario actualizado de los sitios que muestran evidencia de inestabilidad y los factores que pueden incidir negativamente en el equilibrio del terreno, lo cual puede ser utilizado como insumo para análisis detallados por parte de la Administración. Se encontraron 28 sitios de interés geotécnico con alguna evidencia de inestabilidad, que entre otros rasgos presentan afectación por mal manejo de escorrentía superficial y erosión. Adicionalmente, se lograron inspeccionar y evaluar un total de 9 puntos con mayor especificidad.</i>  <i>Es importante destacar que este informe constituye un insumo y una guía que puede ser tomada en consideración para llevar a cabo análisis adicionales con un mayor grado de detalle, que deben ser realizados por el profesional en geotecnia responsable de emitir las propuestas e implementar las obras requeridas, si fuese necesario.</i>  <i>Este informe de inspección de taludes tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción total ni parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR</i>	
<b>8. Inspección e informe por:</b>  Ing. Laura Solano Matamoros Inspectora nivel 2 Programa de Ingeniería Geotécnica	<b>9. Revisado por:</b>  Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesoría Legal LanammeUCR
<b>10. Revisado y aprobado por:</b>  Ana Lorena Monge Sandí, MSc. Coordinadora Programa Ingeniería Geotécnica	



## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe tiene como propósito realizar una evaluación preliminar de los taludes a lo largo de la Ruta Nacional 318. Este informe presenta los resultados de la aplicación de la herramienta RC-545 “Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes” V02 y el instructivo IT-IN-05 “Procedimiento para inspección de taludes” V02, elaborado por el Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR y cuya validación se realiza en campo con criterio profesional experto.

El trabajo llevado a cabo se centró en la inspección exhaustiva de los taludes a lo largo de la Ruta Nacional 318, identificando cualquier indicio de inestabilidad. La inspección estuvo a cargo de un profesional experto del PIG. Dependiendo de la posible incidencia de la evidencia de inestabilidad identificada, se realizó la evaluación del talud considerando su condición de estabilidad actual, caracterización y las condiciones del entorno. En algunos casos, se registró únicamente la ubicación y una descripción general de la evidencia de inestabilidad observada, con el propósito de mantener un registro detallado y monitorear los sitios inestables desde una perspectiva geotécnica.

Para el talud que se encuentra en el estacionamiento 0+061, se observó que se conforma por un material de suelo cohesivo, que presenta una falla por deslizamiento traslacional, cárcavas debido al mal manejo de escorrentía y material caído entre 0 m<sup>3</sup> y 50 m<sup>3</sup>. En el caso del talud ubicado en la estación 0+991, se trata de un talud compuesto primordialmente con material de suelo, con una falla por deslizamiento traslacional, erosión superficial y material caído entre 200 m<sup>3</sup> y 500 m<sup>3</sup>. En el estacionamiento 3+274, existe un talud de roca medianamente fracturado, con erosión superficial, agua en la corona y con árboles inclinados como evidencia de movimiento. Para el estacionamiento 3+320, se determinó que el talud es de roca altamente fracturado, con discontinuidades con relleno arcilloso, erosión superficial debido al mal manejo de la escorrentía y material caído entre 200 m<sup>3</sup> y 500 m<sup>3</sup>. En el caso del talud ubicado en el estacionamiento 10+270, está compuesto por suelo cohesivo sin grietas y presenta erosión superficial. Para el talud que se encuentra en la estación 11+546, se observó que se trata de un talud de suelo cohesivo con formación de cárcavas debido al mal manejo de escorrentía. El talud del estacionamiento 13+841 está compuesto por suelo cohesivo medianamente agrietado, con formación de coronas como evidencia de movimiento. El talud de la estación 15+925 está conformado por suelo friccionante con una falla por deslizamiento traslacional, con erosión superficial, árboles inclinados y formación de coronas como evidencia de movimiento y material caído entre 50 m<sup>3</sup> y 200 m<sup>3</sup>. Finalmente, el talud del estacionamiento 17+399 está compuesto por suelo residual, con una falla por deslizamiento rotacional y formación de cárcavas por la afectación de la escorrentía.

Es importante enfatizar que, aunque este informe cuenta con un respaldo técnico adecuado, corresponde a los resultados de una evaluación visual realizada en un momento específico. Por lo tanto, constituye un insumo inicial para los análisis definitivos y para la toma de decisiones finales o recomendaciones de diseños de obras de ser necesarias. Para ello, se requiere un estudio completo que debe ser realizado por un profesional en geotecnia designado por la Administración para emitir propuestas e implementar obras de estabilidad de taludes, en caso de ser necesarias.

El objetivo final de este informe es garantizar la seguridad y eficiencia del tránsito en esta ruta nacional, promoviendo el bienestar de los usuarios y contribuyendo al desarrollo sostenible del país. Se insta a la Administración a realizar estudios geotécnicos exhaustivos y a considerar todas las variables para tomar decisiones informadas y seguras.



## Contenido

I.	INTRODUCCIÓN .....	5
II.	OBJETIVOS .....	6
II.1	Objetivo general .....	6
II.2	Objetivos específicos .....	6
III.	ALCANCE DEL INFORME .....	7
IV.	DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES INSPECCIONADOS.....	8
V.	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN .....	10
VI.	Comentarios finales.....	28
VII.	Recomendaciones derivadas de la inspección .....	29
VIII.	REFERENCIAS .....	30



## I. INTRODUCCIÓN

La inspección y evaluación a elementos que son considerados activos viales, como lo son los taludes, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Dado lo anterior, el presente documento es un informe de inspección y evaluación de taludes de la ruta nacional 318 que se enmarca en las funciones de fiscalizador que la ley citada le confiere al LanammeUCR.

El trabajo realizado consiste en la inspección y evaluación de los taludes o laderas a lo largo de toda la ruta, con especial atención a aquellos que muestran signos de inestabilidad. Este análisis se llevó a cabo siguiendo el procedimiento establecido en el instructivo IT-IN-05 "Procedimiento para inspección de taludes" V02, desarrollado por el PIG del LanammeUCR. Además, se destaca que la validación de los resultados se realizó en campo, contando con la experiencia y el criterio profesional de expertos en el área.

Como parte de la evaluación, además de utilizar el RC-545 "Herramienta del Lanamme para inspección de taludes" V02, se implementó la herramienta simplificada que consiste en un levantamiento rápido para el cual se almacena únicamente la fecha del levantamiento, coordenadas exactas del sitio y una fotografía de la condición. La herramienta simplificada surge a raíz de la limitación de algunas zonas de las carreteras de montaña en cuanto a espacios disponibles para estacionar el vehículo sin obstruir el flujo del tránsito, sin poner en riesgo la vida de los operarios de las evaluaciones ni de los usuarios de la carretera. Con esta otra herramienta es posible identificar sitios con evidencias de inestabilidad que puedan evolucionar a movimientos de material que eventualmente afecten la carretera al cambiar sus condiciones geométricas o de saturación del medio.

Los resultados de esta evaluación representan un insumo que permitirán tener un conocimiento de los sitios específicos que al momento de la evaluación presentan inestabilidades de algún tipo, así como recomendaciones técnicas generales para el mantenimiento de los taludes o laderas y prevención o mitigación de posibles deslizamientos.



EIC-Lanamme-INF-0786-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 6 de 30
---------------------------	---	----------------

## II. OBJETIVOS

### II.1 *Objetivo general*

Inspeccionar y evaluar la condición de los taludes o laderas a lo largo de toda la ruta nacional N°206 y su entorno, para determinar si en su estado actual amerita realizar estudios y análisis adicionales para establecer su condición de estabilidad.

### II.2 *Objetivos específicos*

- Determinar las características generales de los materiales que componen los taludes o laderas y el estado que muestran al momento de la inspección
- Establecer si existe evidencia de movimiento o falla en los taludes o laderas bajo las condiciones del entorno en que se encuentran
- Verificar si existen obras de drenaje, manejo de aguas o estabilización
- Revisar si la condición de los taludes o laderas puede impactar directamente emplazamientos, vías o servicios cercanos que generen afectación a los usuarios.

El presente informe pretende establecer niveles de evaluación y clasificación de la condición de los taludes o laderas para la identificación de la necesidad o no de recomendaciones técnicas o intervenciones más profundas a cargo de profesionales en geotecnia responsables de diseños, a partir de la evaluación visual realizada del talud.



### III. ALCANCE DEL INFORME

El presente informe no está destinado a presentar los resultados de una evaluación rigurosa del riesgo de los taludes evaluados, puesto que este tipo de evaluaciones requieren de la incorporación de conceptos más complejos. No obstante, el presente informe pretende establecer niveles de evaluación y clasificación de la condición de los taludes con base en el criterio experto del Programa de Ingeniería Geotécnica (PIG) del LanammeUCR, para la identificación de la necesidad o no de recomendaciones técnicas o intervenciones más profundas, a partir de la evaluación visual realizada del talud.

En este sentido, la evaluación realizada establece dos áreas generales de estudio, a saber:

- La caracterización del talud: En esta se incluyen las características talud, tales como altura, pendiente, material que lo conforma entre otros, así como condiciones climáticas de la zona.
- Observaciones en la zona del talud: En esta, la evaluación se concentra en verificar si hay evidencia de movimiento y si existe alguna posible afectación en la zona circundante al talud.

Para efectos de los alcances de este informe se han establecido tres niveles (ver Tabla 1), cuya asignación se determina según la aplicación de la herramienta RC-545 “Herramienta del LanammeUCR para la inspección de taludes” V02 y el instructivo IT-IN-05 “Procedimiento para inspección de taludes” V02, elaborado por el PIG del LanammeUCR y cuya validación se realiza en campo con criterio profesional experto y que se presentan a continuación:

**Tabla 1**

*Clasificación de la condición de los taludes con base a criterio experto del PIG LanammeUCR*

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Baja	El nivel de afectación del talud leve y la incidencia sobre las estructuras cercanas no implica análisis adicionales específicos o más profundos del sitio. Las recomendaciones que se brindan son de carácter general.
Media	El nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas requiere de una evaluación específica del sitio, con el fin de determinar si el talud requiere de recomendaciones especiales para el sitio o análisis más profundos, o si bien las recomendaciones generales son suficientes para mejorar la condición del talud.
Alta	El nivel de afectación del talud y la incidencia sobre estructuras cercanas requiere realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. Las recomendaciones dependerán del resultado del análisis, si son requeridas.



#### IV. DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES INSPECCIONADOS

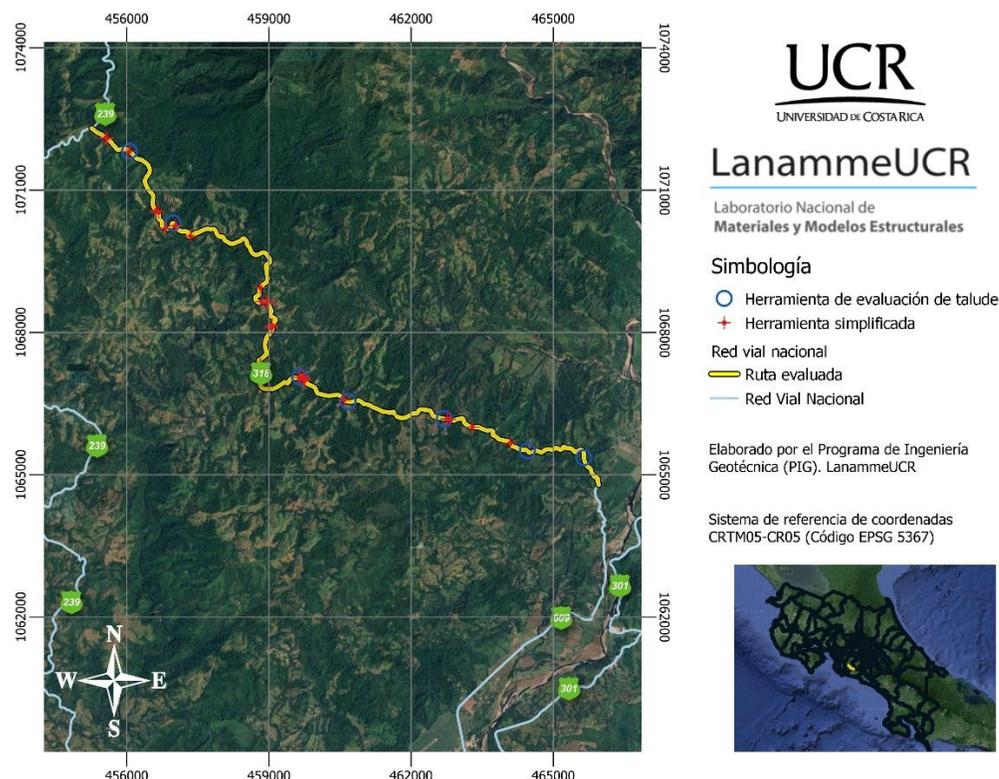
Con la finalidad de evaluar la condición desde el punto de vista geotécnico de los taludes y laderas de la ruta nacional 318 y contar con un inventario de los taludes o laderas que presentan indicios de inestabilidad a lo largo del sector de carretera de montaña de la ruta, se realizó el recorrido de la ruta nacional 318 capturando las coordenadas, y evidencia fotográfica de los sitios que bajo el criterio del profesional experto en el área fueron considerados de interés para el monitoreo del comportamiento de los taludes y su afectación en la ruta.

En total fueron identificados 35 sitios con alguna evidencia de inestabilidad, de los cuales 9 fueron evaluados a detalle aplicando la herramienta RC-545 "herramienta del Lanamme para la inspección de taludes" V02 bajo la metodología descrita en el instructivo IT-IN-05 "Procedimiento para inspección de taludes" V02, y para todos se cuenta con el registro de su ubicación y referencia fotográfica como resultado de la aplicación de la herramienta simplificada de evaluación.

En la Figura 1 se muestran los sitios identificados con algún indicio de inestabilidad. Las cruces rojas muestran los sitios de interés geotécnicos levantados con la herramienta simplificada y los círculos azules con el RC-545. En la Tabla 2 y Tabla 3 se enlistan las ubicaciones de los registros de sitios identificados con condiciones que son consideradas evidencias de inestabilidad registrados con la herramienta simplificada y con la herramienta RC-545 "Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes" del PIG respectivamente.

**Figura 1**

*Ubicación de los sitios con evidencia de inestabilidad en la ruta nacional 318*





**Tabla 2**

*Ubicación de los sitios identificados con la herramienta simplificada*

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est.	#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est.
		Este	Norte				Este	Norte	
1	29/1/2024	455555,61	1072103,71	0+364	15	29/1/2024	459057,43	1068137,35	7+912
2	29/1/2024	455584,39	1072092,74	0+395	16	29/1/2024	459051,01	1068096,47	7+944
3	29/1/2024	456056,05	1071816,95	0+993	17	29/1/2024	458819,09	1067318,24	8+866
4	29/1/2024	456621,34	1070571,04	2+569	18	29/1/2024	459647,02	1067057,86	10+270
5	29/1/2024	456674,99	1070535,03	2+635	19	29/1/2024	459721,51	1067066,69	10+350
6	29/1/2024	456812,09	1070191,57	3+043	20	29/1/2024	459736,34	1067034,04	10+388
7	29/1/2024	457028,01	1070247,84	3+356	21	29/1/2024	459735,98	1067007,20	10+414
8	29/1/2024	457345,81	1070029,70	3+822	22	29/1/2024	459750,98	1066982,29	10+443
9	29/1/2024	458818,63	1068944,46	6+712	23	29/1/2024	460588,62	1066578,71	11+454
10	29/1/2024	458847,32	1068648,06	7+170	24	29/1/2024	462756,98	1066176,65	13+899
11	29/1/2024	458950,38	1068642,68	7+273	25	29/1/2024	462757,24	1066175,61	13+899
12	29/1/2024	458981,79	1068621,90	7+311	26	29/1/2024	462813,87	1066170,23	13+956
13	29/1/2024	459065,48	1068147,41	7+897	27	29/1/2024	463294,70	1066002,41	14+547
14	29/1/2024	459057,43	1068137,35	7+912	28	29/1/2024	464091,97	1065663,87	15+502

**Tabla 3**

*Ubicación de los sitios evaluados con la herramienta de evaluación de taludes en carretera del PIG del LanammeUCR*

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est.	#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		Est.
		Este	Norte				Este	Norte	
1	29/1/2024	455310,45	1072272,34	0+061	6	29/1/2024	459646,88	1067059,50	10+270
2	29/1/2024	456057,73	1071819,99	0+991	7	29/1/2024	464452,81	1065504,08	15+925
3	29/1/2024	457009,09	1070277,38	3+320	8	29/1/2024	462700,78	1066181,52	13+841
4	29/1/2024	456975,33	1070310,04	3+274	9	29/1/2024	465644,35	1065360,30	17+399
5	29/1/2024	460669,50	1066543,59	11+546					



## V. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

Con la finalidad de evaluar la condición y contar con un inventario de los taludes que presentan indicios de inestabilidad a lo largo de la ruta nacional 318, se utilizó la herramienta bajo la metodología descrita en apartados anteriores, para evaluar la condición de taludes.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados de la inspección y evaluación de los taludes realizados con ayuda de la herramienta RC-545 "herramienta del Lanamme para la inspección de taludes" V02 para la inspección de taludes en carretera, aplicado a los sitios identificados con evidencia de inestabilidad de la ruta nacional 318, en los que las condiciones de la carretera permitieran un acercamiento al sitio, suficiente para realizar la inspección visual y mediciones necesarias para la evaluación sin poner en riesgo la integridad de los evaluadores y el equipo de trabajo.

El primer talud evaluado con la herramienta de inspección RC-545 se encuentra en el estacionamiento 0+061 (ver Tabla 4), posee una pendiente de  $55^\circ$ , una altura de 8,5 m y el material predominante es un suelo residual cohesivo. La forma del talud es rectilínea, presenta una superficie de falla claramente definida característica de un deslizamiento traslacional. Aunado a esto, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, lo que genera en la capa de suelo que conforma el talud, afectaciones como la formación de cárcavas que pueden ocasionar inestabilidad del talud. Al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. Por último, está a una distancia entre 3 m y 8 m de redes eléctricas, las evidencias de movimiento apreciadas fueron los árboles inclinados y material caído entre 0 m<sup>3</sup> y 50 m<sup>3</sup>.

**Tabla 4**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 0+061

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,6971072
	Longitud	-84,40727147
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	55°
	Altura del talud	8,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Autóctona
	Uso de suelo	Camino/carretera
<b>Condición del talud</b>	Falla en el talud	Deslizamiento traslacional
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Formación de cárcavas
	Agua en el talud	Seco
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
<b>Evidencia de movimiento</b>	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	Si
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	0 a 50 - Extremadamente pequeño
<b>Estructuras cercanas</b>	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	3 m - 8 m
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>	<b>Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud</b>	





Dado que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas es baja, no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

El segundo talud se encuentra en el estacionamiento 0+991 (ver Tabla 5), posee una pendiente de 85°, una altura de 4 m y el material predominante es suelo. La forma del talud es rectilínea, presenta una superficie de falla claramente definida característica de un deslizamiento traslacional. Aunado a esto, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona caídos de material producto de la erosión superficial. Al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. Por último, está a una distancia entre 3 m y 8 m de redes eléctricas y la única evidencia de movimiento apreciada fue material caído entre 200 m<sup>3</sup> y 500 m<sup>3</sup>.

**Tabla 5**

*Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 0+991*

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,69302541
	Longitud	-84,40045626
<b>Caracterización del talud</b>	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
	Pendiente	85°
	Altura del talud	4 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)
	Naturaleza del suelo	Ambos
	Agrietamiento de la cara del talud	Sin grietas
<b>Condición del talud</b>	Vegetación	Autóctona
	Uso de suelo	Camino/carretera
	Falla en el talud	Deslizamiento traslacional
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
<b>Evidencia de movimiento</b>	Agua en el talud	Seco
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
<b>Estructuras cercanas</b>	Grietas en terreno	No
	Material caído	200 a 500 - Pequeño
	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	3 m - 8 m
	Presencia de red de agua potable	No hay
Presencia de puentes vehiculares	No hay	
Presencia de pasos peatonales	No hay	
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>	<b>Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud</b>	





A pesar de que, al momento de la visita, el talud presenta el nivel de susceptibilidad a inestabilidad baja según la tabla de calificación, debido a que la corona del deslizamiento abarca una sección de la vía, ocasionando estrechamiento de esta, por esta razón se considera oportuno realizar una evaluación específica del sitio.

Por lo tanto, se considera apropiado realizar análisis especializados de estabilidad, considerando la pendiente actual en condiciones de saturación y sismo. Para esto es recomendable realizar un levantamiento topográfico del talud para efectuar el análisis en softwares especializados aplicando la geometría representativa del sitio. Una posibilidad para contar con la topografía del sitio es realizar el levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED), y posteriormente realizar análisis con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.

Además, se recomienda implementar un adecuado sistema de manejo de agua de escorrentía superficial que incluya contracunetas y estructuras de canalización de agua de escorrentía superficial, y considerar una mejora en el sistema de drenajes existente, el diseño y construcción del sistema de drenajes específico adecuado para el talud.

El tercer talud se encuentra en el estacionamiento 3+274 (Tabla 6) posee una pendiente de 85°, una altura de 10 m y el material predominante es roca medianamente fracturada (sin relleno entre las discontinuidades). La forma del talud es cóncava, no presenta una superficie de falla definida. Aunado a esto, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona caídos de material producto de la erosión superficial y, al momento de la inspección, el talud se encontraba con agua en la corona y sin flujo. Por último, la única evidencia de movimiento apreciada fue árboles inclinados.

**Tabla 6**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 3+274

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,67938169
	Longitud	-84,39207765
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	85°
	Altura del talud	10 m
	Material predominante	Roca
	Estado de la roca	Compuesto (primordialmente roca)
	Fracturación de la roca en la cara del talud	Medianamente fracturado
	Condición de las discontinuidades en roca	Sin relleno
	Vegetación	Autóctona
	Uso de suelo	Camino/carretera
<b>Condición del talud</b>	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Cóncava
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	En la corona
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
<b>Evidencia de movimiento</b>	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	Si
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	No
<b>Estructuras cercanas</b>	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	No hay
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	0 m - 3 m
	Presencia de pasos peatonales	No hay
	Presencia de cultivos	No hay
<b>Recomendación final</b>	<b>Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud</b>	





Dado que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas es baja, no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

El cuarto talud se encuentra en el estacionamiento 3+320 (ver Tabla 7), posee una pendiente de 75°, una altura de 9 m y el material predominante es roca altamente fracturada (con un relleno arcilloso de 1 cm entre las discontinuidades). La forma del talud es rectilínea, presenta una superficie de falla de forma compuesta. Aunado a esto, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona caídos de material producto de la erosión superficial y, al momento de la inspección, el talud se encontraba con agua en la corona y sin flujo. Por último, está a más de 15 m de puentes vehiculares y la única evidencia de movimiento apreciada fue material caído entre 200 m<sup>3</sup> y 500 m<sup>3</sup>.

**Tabla 7**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 3+320

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,6790868
	Longitud	-84,39176967
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	75°
	Altura del talud	9 m
	Material predominante	Roca
	Estado de la roca	Compuesto (primordialmente roca)
	Fracturación de la roca en la cara del talud	Altamente fracturado
	Condición de las discontinuidades en roca	Arcilloso
	Espesor del relleno de discontinuidades	1 cm
	Vegetación	Autóctona
<b>Condición del talud</b>	Uso de suelo	Camino/carretera
	Falla en el talud	Compuesto
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	En la corona
<b>Evidencia de movimiento</b>	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
<b>Estructuras cercanas</b>	Material caído	200 a 500 - Pequeño
	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	No hay
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	Más de 15 m
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>		<b>Requiere análisis profundo según condición del talud</b>





Debido a que al momento de la evaluación las discontinuidades de la matriz rocosas se encontraban con relleno conformado de material arcilloso, se considera apropiado realizar análisis especializados de estabilidad, examinando la pendiente actual en condiciones de saturación y sismo. Para esto es recomendable realizar un levantamiento topográfico del talud para efectuar el análisis en softwares especializados aplicando la geometría representativa del sitio. Una posibilidad para contar con la topografía del sitio es realizar el levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED), y posteriormente analizarlos con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.

Además, se recomienda implementar un adecuado sistema de manejo de agua de escorrentía superficial que incluya contracunetas y estructuras de canalización de agua de escorrentía superficial, y considerar una mejora en el sistema de drenajes existente, el diseño y construcción del sistema de drenajes específico adecuado para el talud

El quinto talud se encuentra en el estacionamiento 10+270 (ver Tabla 8), posee una pendiente de 70°, una altura de 5,5 m y el material predominante es suelo residual cohesivo sin grietas. La forma del talud es rectilínea, en el momento de la evaluación no fue posible identificar una superficie de falla definida, sin embargo, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona caídas de material producto de la erosión superficial y, al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. Por último, se encuentra a una distancia entre 3 m y 8 m de viviendas, comercios, redes eléctricas y redes de agua potable y no tiene evidencias de movimiento.

**Tabla 8**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 10+270

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,65001762
	Longitud	-84,36770135
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	70°
	Altura del talud	5,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Pastos naturales
<b>Condición del talud</b>	Uso de suelo	Camino/carretera
	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	Seco
<b>Evidencia de movimiento</b>	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
	Evidencia de movimiento	No
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
<b>Estructuras cercanas</b>	Material caído	No
	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	3 m - 8 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	3 m - 8 m
	Presencia de red de agua potable	3 m - 8 m
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>		<b>Media - Evaluación específica del sitio</b>





A pesar de que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas con calificación media, de acuerdo con el criterio experto del PIG, el talud no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

El sexto talud se encuentra en el estacionamiento 11+546 (ver Tabla 9), posee una pendiente de 38°, una altura de 6 m y el material predominante es suelo residual cohesivo sin grietas. La forma del talud es rectilínea, no presenta una superficie de falla definida. Sin embargo, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona afectación en la cara del talud como formación de cárcavas y, al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. Por último, se encuentra a una distancia entre 3 m y 8 m de redes eléctricas y redes de agua potable y no tiene evidencias de movimiento.

**Tabla 9**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 11+546

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,64536326
	Longitud	-84,35837759
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	38°
	Altura del talud	6 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Autóctona
	Uso de suelo	Camino/carretera
<b>Condición del talud</b>	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Formación de cárcavas
	Agua en el talud	Seco
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
<b>Evidencia de movimiento</b>	Evidencia de movimiento	No
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	No
<b>Estructuras cercanas</b>	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	0 m - 3 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	3 m - 8 m
	Presencia de red de agua potable	3 m - 8 m
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
	Presencia de cultivos	No hay
<b>Recomendación final</b>		<b>Media - Evaluación específica del sitio</b>





A pesar de que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas calificada como media, de acuerdo con el criterio experto del PIG, el talud no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud

El séptimo talud se encuentra en el estacionamiento 13+841 (ver Tabla 10), posee una pendiente de 55°, una altura de 6,5 m y el material predominante es suelo cohesivo medianamente agrietado. La forma del talud es cóncava, no presenta una superficie de falla definida. Sin embargo, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona afectación en la cara del talud como formación de cárcavas, que resultan desfavorables para la estabilidad del talud y, al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. Por último, las evidencias de movimiento apreciadas fueron formación de coronas y grietas alrededor del talud.

**Tabla 10**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 13+841

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,64210798
	Longitud	-84,33986561
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	55°
	Altura del talud	6,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento de la cara del talud	Medianamente agrietado
	Vegetación	Autóctona
	Uso de suelo	Camino/carretera
<b>Condición del talud</b>	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Cóncava
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Formación de cárcavas
	Agua en el talud	Seco
<b>Evidencia de movimiento</b>	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	Si
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	Grietas alrededor del talud
<b>Estructuras cercanas</b>	Material caído	No
	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	No hay
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>		<b>Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud</b>





EIC-Lanamme-INF-0786-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 24 de 30
---------------------------	---	-----------------

Dado que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas calificada como baja, no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

El octavo talud valorado se encuentra en el estacionamiento 15+925 (ver Tabla 11), posee una pendiente de  $65^\circ$ , una altura de 9,5 m y el material predominante es el suelo friccionante sin grietas. La forma del talud es rectilínea, presenta una superficie de falla característica de un deslizamiento traslacional. Aunado a esto, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona caídos de material producto de la erosión superficial y, al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. Por último, las evidencias de movimiento apreciadas fueron los árboles inclinados, formación de coronas y material caído entre  $200 \text{ m}^3$  y  $500 \text{ m}^3$ .

**Tabla 11**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 15+925

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,63599845
	Longitud	-84,32389631
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	65°
	Altura del talud	9,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)
	Naturaleza del suelo	Friccionante
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Autóctona
Uso de suelo	Camino/carretera	
<b>Condición del talud</b>	Falla en el talud	Deslizamiento traslacional
	Forma del Talud	Rectilínea
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	Seco
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
<b>Evidencia de movimiento</b>	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	Si
	Formación de Coronas	Si
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	200 a 500 - Pequeño
<b>Estructuras cercanas</b>	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	No hay
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>	<b>Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud</b>	





Dado que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas calificado como baja, no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

El noveno talud valorado, se encuentra en el estacionamiento 17+399 (ver Tabla 12), posee una pendiente de  $63^\circ$ , una altura de 16,5 m y el material predominante es suelo residual sin grietas. La forma del talud es cóncava, presenta una superficie de falla definida característica de un deslizamiento rotacional. Aunado a esto, se evidencia deficiencia en las estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, esto ocasiona afectaciones en la cara del talud como presencia de cárcavas que resultan desfavorables para la estabilidad del talud y, al momento de la inspección, el talud se encontraba seco y sin flujo de agua. No se apreciaron evidencias de movimiento.

**Tabla 12**

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 17+399

<b>Datos Generales</b>	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	29/1/2024
	Ruta	318
	Latitud	9,63470839
	Longitud	-84,31303769
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
<b>Caracterización del talud</b>	Pendiente	63°
	Altura del talud	16,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Ambos
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas
	Vegetación	Autóctona
	Uso de suelo	Camino/carretera
<b>Condición del talud</b>	Falla en el talud	Deslizamiento rotacional
	Forma del Talud	Cóncava
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Formación de cárcavas
	Agua en el talud	Seco
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
<b>Evidencia de movimiento</b>	Evidencia de movimiento	No
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	No
<b>Estructuras cercanas</b>	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Rural
	Presencia de redes eléctricas	No hay
	Presencia de red de agua potable	No hay
	Presencia de puentes vehiculares	No hay
	Presencia de pasos peatonales	No hay
Presencia de cultivos	No hay	
<b>Recomendación final</b>	<b>Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud</b>	





Dado que en el momento de la visita el talud presenta el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas calificado como baja, no requiere de una evaluación específica del sitio, y las recomendaciones generales como manejo de escorrentía superficial e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

## VI. Comentarios finales

Después de realizar la visita de campo a la ruta nacional 318, de manera general se resalta que la mayoría de los taludes existentes carecen de sistemas adecuados para el control de la escorrentía superficial, por lo que se recomienda implementar medidas integrales de mitigación para detener y evitar la erosión de la cara de los taludes, así como, colocar sistemas para el control de la escorrentía superficial y evitar que se magnifiquen los problemas de estabilidad que fueron observados.

Se sugiere llevar a cabo estudios adicionales incluyendo ensayos in situ y de laboratorio, lo que constituye una exploración geotécnica más a detalle que permita establecer un modelo geotécnico específico y representativo de cada uno de los sitios con clasificación media y alta en el resultado de la evaluación. Posterior a esto, realizar los respectivos análisis de estabilidad en condición tanto estática como pseudoestática, así como evaluar diferentes condiciones de saturación de los materiales, dada la influencia observada en los análisis del presente informe, así como también evaluar diferentes propuestas de estabilización de los taludes y su respectiva optimización, en caso de ser necesarias. La omisión de estos aspectos podría significar riesgos económicos a la administración y a los usuarios de la ruta.

Adicionalmente, para los casos en los que se requiere un análisis más específico, resulta apropiado identificar la superficie de falla crítica en la modelación tridimensional y analizar esta superficie en dos dimensiones, modificando las condiciones de análisis, es decir, estática, pseudoestática, seca y saturada. Este enfoque permite simular el comportamiento de la misma superficie de falla bajo diferentes condiciones y, de esta manera, obtener resultados más representativos. Estos resultados proporcionarán la base para ofrecer recomendaciones específicas por parte de un ingeniero especializado en geotecnia que esté a cargo del proyecto.

Finalmente se considera importante complementar los análisis de estabilidad con análisis de esfuerzo-deformación en las zonas próximas a la superficie de ruedo usando el Método de Elementos Finitos (MEF), con la finalidad de incluir un análisis de deformaciones en los taludes y sectores próximos a éstos, y establecer potenciales afectaciones que puede sufrir la vía debido a las deformaciones por la redistribución de los esfuerzos in situ y verificar el estado límite de servicio de los taludes, pavimento y cualquier otra obra de infraestructura cercana.



## VII. Recomendaciones derivadas de la inspección

Dado el alcance de las inspecciones y evaluaciones realizadas en los sitios visitados, en este informe no es posible emitir recomendaciones y diseños detallados de alguna obra de retención. Así pues, corresponde a la Administración la designación de un profesional en geotécnica para la elaboración de un estudio completo y la emisión de las propuestas de las obras de estabilidad o retención de talud, en caso de ser necesarias.

De manera general se sugiere llevar a cabo estudios adicionales incluyendo ensayos in situ y de laboratorio, lo que constituye una exploración geotécnica más a detalle. Con ello sería posible establecer modelos geotécnicos específicos y representativo de cada uno de los taludes analizados y, posterior a esto, realizar los respectivos análisis de estabilidad. Para el caso del talud ubicado en el estacionamiento 3+320 se considera apropiado caracterizar el material de relleno de las discontinuidades para un adecuado análisis del talud rocoso.

Sin embargo, de la visita de campo realizada, fue posible observar que los taludes analizados carecen de sistemas de drenaje superficial y control de la escorrentía superficial. Por lo cual se recomienda construir sistemas de drenajes en el propio talud, así como llevar a cabo el diseño y construcción del sistema de drenajes específicos para los problemas observados en cada uno de los taludes evaluados, estos sistemas deben incluir contracunetas y estructuras de canalización de agua de escorrentía superficial. El diseño de estas obras deberá estar a cargo y bajo la supervisión del ingeniero en geotecnia encargado del proyecto, designado por la Administración.

Se considera recomendable la colocación de métodos adecuados para el control de la erosión superficial, tales como: vegetación, geomantas, biomantas, entre otros. Estos métodos deben contar con un diseño específico para el sitio evaluado y el diseño y selección del método deberá estar a cargo y bajo la supervisión del ingeniero en geotecnia encargado del proyecto, que indique la forma adecuada de colocar estas alternativas, con el fin de optimizar la solución y no generar problemas mayores a posteriori.

Dada la dificultad para acceder a ciertos taludes y hacer una evaluación apropiada del sitio, así como para conocer su topografía específica, se recomienda realizar el levantamiento con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) para la generación de Modelos de Elevación Digital (MED) como medida alternativa para generar dicha topografía, y posteriormente realizar análisis con softwares especializados en geotecnia que permitan determinar las superficies de falla con mayor precisión.



## VIII. REFERENCIAS

- LanammeUCR (2023). **RC-545 Herramienta del LanammeUCR para la inspección de taludes” V02, en Survey123**. LanammeUCR. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Programa de Ingeniería Geotécnica (2023). **IT-IN-05 “Procedimiento para inspección de taludes” V02**. LanammeUCR. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.