



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-1438-2024

INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL 1



Preparado por:

Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Setiembre, 2024



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-1438-2024	2. Versión No. 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE INSPECCIÓN DE TALUDES RUTA NACIONAL 1	4. Fecha del Informe 03/09/2024
5. Organización y dirección 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	
6. Palabras clave Ninguna	
7. Resumen El presente informe de inspección de los taludes de la Ruta Nacional 1, 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. Debido a las condiciones de estabilidad observadas a lo largo de la Ruta Nacional 1, este informe 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 62 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 7 puntos con mayor especificidad. 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. 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.	
8. Inspección e informe por: Ing. Laura Solano Matamoros Inspectora nivel 2 Programa de Ingeniería Geotécnica	9. Revisado por: Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesoría Legal LanammeUCR
10. Revisado y aprobado por: 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 1. 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 1, específicamente entre los estacionamientos 10+000 y el 92+000, identificando cualquier indicio de inestabilidad. La inspección estuvo a cargo de un profesional experto de 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.

Los sitios evaluados con la herramienta RC-545 “Herramienta del Lanamme para la inspección de taludes” se ubican en los estacionamientos 26+140, 26+143, 26+205, 26+333, 61+184, 63+900 y 92+152, y obtuvieron una clasificación “media” para el nivel de afectación o incidencia sobre estructuras cercanas, a excepción del talud del estacionamiento 92+152 que corresponde a un talud de roca que ya fue intervenido con una obra de protección contra caídos, y como resultado a la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene una clasificación “baja” para el nivel de afectación o incidencia sobre estructuras cercanas. En este caso se recomienda mantener el monitoreo de la estructura y brindar el adecuado mantenimiento.

Cabe resaltar que en el 2021 se emitió el informe EIC-Lanamme-INF-0493-2023 “Informe de evaluación de los deslizamientos de mayor magnitud identificados en el tramo entre los kilómetros 65 y 75 de la Ruta Nacional No. 1”. Entre las principales observaciones se destaca la ausencia de sistemas adecuados para el control de la escorrentía superficial, por lo que se recomienda implementar medidas integrales para detener y evitar la erosión de la cara de los taludes, así como, colocar sistemas para el control de la escorrentía superficial, con el fin de evitar que las inestabilidades observadas magnifiquen su condición. Como resultado de los análisis de estabilidad realizados en el informe, se concluye que la saturación del terreno es uno de los factores críticos que condicionan la estabilidad de los taludes y se recomienda realizar análisis hidrológicos que permitan diseñar sistemas para el manejo adecuado de estas aguas y evitar su influencia en la estabilidad de los taludes.

Los resultados de esta evaluación ofrecen información valiosa para identificar las condiciones de sitios específicos durante el período de la evaluación. Además, se proporcionan recomendaciones generales para el mantenimiento de los taludes y la prevención o mitigación de posibles deslizamientos.

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



EIC-Lanamme-INF-1438-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 4 de 31
---------------------------	---	----------------

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 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 realizar estudios geotécnicos exhaustivos y a considerar todas las variables para tomar decisiones informadas y seguras.



Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	OBJETIVOS	7
II.1	Objetivo general	7
II.2	Objetivos específicos	7
III.	ALCANCE DEL INFORME	8
IV.	DESCRIPCIÓN DE LOS TALUDES INSPECCIONADOS.....	9
V.	RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN	11
VI.	COMENTARIOS FINALES.....	29
VII.	RECOMENDACIONES DERIVADAS DE LA INSPECCIÓN	30
VIII.	REFERENCIAS.....	31



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 1 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 registra la fecha del levantamiento, coordenadas exactas del sitio, la evidencia de inestabilidad 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 y 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-1438-2024	Código: RC-546-v01. Vigente desde: 30/11/2023	Página 7 de 31
---------------------------	---	----------------

II. OBJETIVOS

II.1 *Objetivo general*

Inspeccionar y evaluar la condición de los taludes o laderas a lo largo de toda la Ruta Nacional 1 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 establece 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

Clasificación	Descripción
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 1 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 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 69 sitios con alguna evidencia de inestabilidad, de los cuales 7 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. 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 gráfica del inventario de taludes con evidencias de inestabilidad a lo largo del tramo de carretera de montaña de la RN1

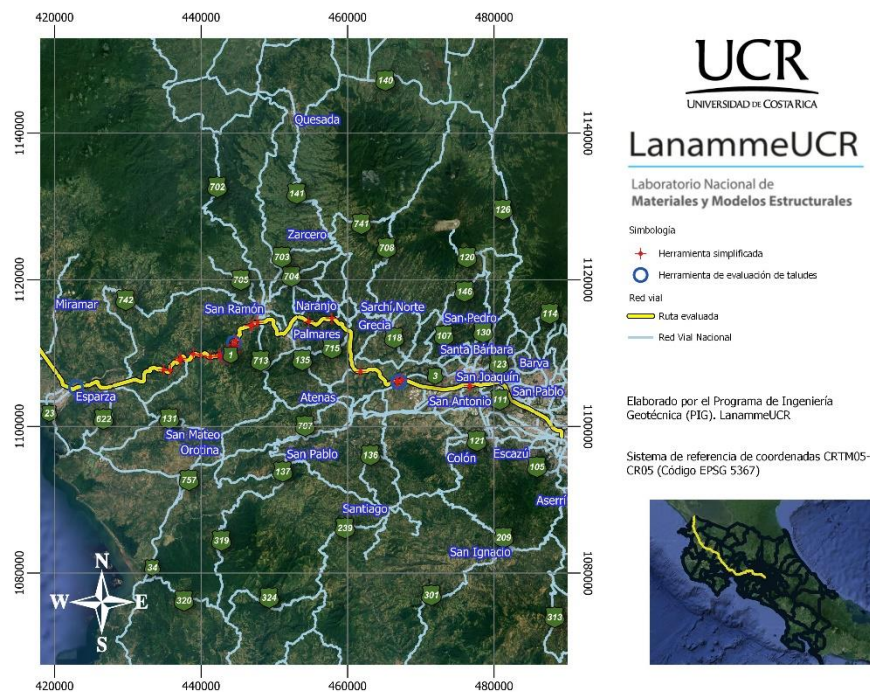




Tabla 2

Ubicación de los sitios identificados con la herramienta simplificada

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)			#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		
		Este	Norte	Est,			Este	Norte	Est,
1	5/10/2022	443037,38	1109500,78	66+047	32	9/7/2024	444417,83	1111124,34	61+461
2	5/10/2022	442657,95	1109565,52	66+433	33	9/7/2024	444440,08	1110950,67	61+635
3	5/10/2022	442109,55	1109601,31	67+127	34	9/7/2024	444448,82	1110865,19	61+721
4	9/11/2022	442542,66	1109692,24	66+610	35	9/7/2024	444575,53	1110235,11	62+394
5	9/11/2022	441895,74	1109570,25	67+348	36	9/7/2024	444553,30	1110184,09	62+450
6	9/11/2022	442116,37	1109605,69	67+119	37	9/7/2024	444555,69	1110138,74	62+495
7	19/6/2023	442741,68	1109533,17	66+345	38	9/7/2024	444546,38	1109794,74	62+895
8	19/6/2023	442533,66	1109688,99	66+611	39	9/7/2024	444512,39	1109796,24	62+930
9	19/6/2023	442092,39	1109589,99	67+147	40	9/7/2024	444495,86	1109802,75	62+948
10	19/6/2023	441888,42	1109570,30	67+355	41	9/7/2024	443704,83	1109612,22	63+896
11	19/6/2023	441899,87	1109561,69	67+341	42	9/7/2024	443905,47	1109230,33	65+108
12	19/6/2023	441572,12	1109510,78	67+702	43	9/7/2024	443895,08	1109229,33	65+118
13	19/6/2023	441656,92	1109553,98	67+606	44	9/7/2024	443431,90	1109330,17	65+606
14	19/6/2023	441451,82	1109453,59	67+832	45	9/7/2024	443293,57	1109411,13	65+774
15	19/6/2023	441310,78	1109465,68	67+976	46	9/7/2024	443091,63	1109481,98	65+989
16	19/6/2023	440713,60	1109858,94	68+777	47	9/7/2024	442661,35	1109559,41	66+428
17	19/6/2023	440074,71	1109716,76	69+538	48	9/7/2024	442479,31	1109772,94	66+714
18	19/6/2023	439193,52	1109919,93	70+502	49	9/7/2024	442479,86	1109771,46	66+713
19	19/6/2023	439061,62	1109908,25	70+634	50	9/7/2024	442479,87	1109771,49	66+713
20	19/6/2023	438371,21	1109006,67	71+977	51	9/7/2024	439949,28	1109668,00	69+671
21	9/7/2024	476659,48	1105548,40	11+121	52	9/7/2024	438930,39	1109876,97	70+774
22	9/7/2024	476737,58	1105551,54	11+198	53	9/7/2024	438930,13	1109875,79	70+775
23	9/7/2024	467380,90	1106385,49	25+724	54	9/7/2024	437060,20	1109013,87	73+882
24	9/7/2024	466871,50	1106070,82	26+338	55	9/7/2024	437226,13	1109235,71	73+587
25	9/7/2024	466667,39	1106087,21	26+543	56	9/7/2024	437239,29	1109294,86	73+526
26	9/7/2024	457853,94	1114729,50	42+485	57	9/7/2024	435788,96	1107655,82	76+331
27	9/7/2024	447723,59	1114200,17	56+135	58	9/7/2024	435787,85	1107635,65	76+352
28	9/7/2024	446992,76	1113826,72	56+987	59	9/7/2024	434881,35	1107726,09	77+525
29	9/7/2024	446746,98	1113741,10	57+247	60	9/7/2024	441263,53	1109466,73	68+023
30	9/7/2024	444736,13	1111681,39	60+746	61	9/7/2024	454693,42	1114288,78	46+067
31	9/7/2024	444414,70	1111165,97	61+418	62	9/7/2024	461751,68	1107462,63	32+868

Tabla 3

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

#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)			#	Fecha	Ubicación (CRTM-05)		
		Este	Norte	Est,			Este	Norte	Est,
1	9/7/2024	467056,77	1106129,77	26+140	5	9/7/2024	444487,44	1111362,09	61+184
2	9/7/2024	467055,07	1106127,83	26+143	6	9/7/2024	443706,91	1109607,62	63+900
3	9/7/2024	467001,46	1106095,16	26+205	7	9/7/2024	422910,93	1105274,33	92+152
4	9/7/2024	466876,05	1106068,98	26+333					



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 1, se utilizó la herramienta bajo la metodología descrita en apartados anteriores, para evaluar la condición de los 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 1, 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.

De manera general los sitios identificados con alguna evidencia de inestabilidad son taludes que en la mayoría de los casos responden a un patrón de afectación por escorrentía superficial y pendientes escarpadas. Cabe resaltar la deficiencia en el sistema de manejo de agua, principalmente en la corona del talud, y ausencia de elementos de drenaje de agua de infiltración. Esta condición se muestra a manera de ejemplo en la Figura 2.

Se señalan 4 sitios con evidencias de inestabilidad y superficies de falla claramente definidas. En la Figura 2 a, se señala una superficie de falla que abarca toda la altura del talud y que la corona se encuentra al margen de una vía secundaria. Similar a la condición anterior, se observa la Figura 2 b, que presenta pérdida de sección de la carretera por deslizamiento del talud de la margen inferior a la vía. Por su parte los taludes de la Figura 2 c y d se encuentran muy cercanos el uno del otro y están siendo intervenidos con limpieza y reconfiguración del talud, sin embargo, hay deficiencia en los sistemas de manejo de agua de escorrentía, principalmente en la corona del talud. Finalmente, cerca del estacionamiento 73+500 se ubican dos deslizamientos activos en la Figura 2 e, se identifica material acumulado al pie del talud, y en la Figura 2 f, se observa una amplia superficie de falla del tipo traslacional. En ambos casos no existen estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial, drenajes para el manejo de agua de infiltración ni sistemas para la protección contra la erosión de la cara del talud.

Figura 2
Indicios de inestabilidad en taludes de la ruta nacional N°1



(a) Est.11+098



(b) Est.46+067



(c) 62+395



(d) Est.62+450



(e) Est.73+524



(f) Est.73+882

En la Figura 3 se muestra el avance de las obras de estabilización en el estacionamiento 65+990. En la Figura 3 a se muestra el inicio de la intervención en el deslizamiento que ocasionó una pérdida significativa del ancho de la vía, la fotografía corresponde al mes de octubre del año 2022. Actualmente en el sitio se observa la conformación de un muro de suelo reforzado que para julio de 2024 alcanzaba casi el nivel de la superficie de pavimento.

Figura 3

Construcción de obras de estabilización en el estacionamiento 65+990



(a) Condición el 21/10/2022



(b) Condición el 09/07/2024

Se sugiere realizar un análisis de deformaciones del muro por parte de un ingeniero geotecnista designado por la Administración, considerando las propiedades de los materiales utilizados, las condiciones actuales de los muros construidos, para establecer si es necesaria información geotécnica adicional para evaluar las implicaciones de las posibles deformaciones, y sus efectos en la seguridad y operación de las obras. A partir de los resultados de estos análisis, el ingeniero geotecnista designado, podrá establecer las medidas y recomendaciones que pueden ser adoptadas para mejorar la capacidad y seguridad de estas. Además, se recomienda mantener una campaña de monitoreo de las deformaciones de la cara del muro incluso después de su entrada en operación, esto con el fin de establecer la funcionalidad de la estructura.

En la Figura 4 se muestra el sitio del estacionamiento 67+135, en el cual el 17 de setiembre de 2022 ocurrió un deslizamiento de gran magnitud. Durante la primera visita al sitio se observó el flujo constante de agua que emerge desde la corona del talud, tal y como se señala en la Figura 4 a. Actualmente el sitio se encuentra revegetado, sin embargo, el flujo de agua persiste en el talud formando una cárcava pronunciada en el mismo. Esta condición se señala en la Figura 4 b.

Figura 4

Condición de la superficie de falla del deslizamiento del talud en el estacionamiento 67+135



Se considera apropiado mantener monitoreado el sitio e implementar sistemas para el manejo de agua de escorrentía superficial y considerar el diseño de un sistema de drenaje de agua de infiltración.

En la Tabla 4 se muestra el resultado del talud ubicado en el estacionamiento 26+140 conformado por material compuesto suelo y roca, primordialmente suelo, de consistencia cohesiva. Al momento de la evaluación la cara del talud no se observa agrietada, no hay estructuras para el manejo de agua de escorrentía superficial y se identifica un alto grado de erosión en la cara del talud. El talud se encuentra húmedo hasta la corona, pero sin flujo. Por último, se ubican redes eléctricas y estructuras de viviendas o comercios en el margen opuesto al talud evaluado a una distancia no mayor a 8 m



Tabla 4
Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 26+140

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano	
	Fecha	09/07/2024	
	Ruta	1	
	Latitud	10,00335049	
	Longitud	-84,30050058	
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm	
Caracterización del talud	Pendiente	80°	
	Altura del talud	10 m	
	Material predominante	Suelo	
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)	
	Naturaleza del suelo	Cohesivo	
	Agrietamiento en la cara del talud	Sin grietas	
	Vegetación	Pastos Naturales	
	Uso de suelo	Camino/carretera	
Condición del talud	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	En la corona	
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo	
Evidencia de movimiento	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	
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay	
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m	
	Presencia de vías	0 m - 3 m	
	Tipo de vía	Autopista	
	Presencia de redes eléctricas	8 m - 15 m	
	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		
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio	



Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 26+140 una clasificación “media” para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dada las dimensiones y extensión del talud y la cercanía con otras estructuras, así como la erosión superficial, y la condición de humedad en el talud, se recomienda realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. 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.

En la Tabla 5 se presenta el resultado de la evaluación del talud 26+143 conformado por material compuesto suelo y roca, primordialmente suelo de consistencia cohesiva que, al momento de la evaluación, no mostraba formación de grietas ni flujo de agua en la cara del talud, pero sí se identifica la presencia de humedad en el talud hasta la altura de la corona. Entre las observaciones se destaca la presencia de señalización preventiva al pie del talud, esto puede ser un indicador de que con frecuencia se presentan caídos de material en el sitio.



Tabla 5

Resultado de evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 26+143

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano	
	Fecha	09/07/2024	
	Ruta	1	
	Latitud	10,00333294	
	Longitud	-84,30051601	
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm	
Caracterización del talud	Pendiente	75°	
	Altura del talud	14 m	
	Material predominante	Suelo	
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)	
	Naturaleza del suelo	Cohesivo	
	Agrietamiento cara del talud	Sin grietas	
	Vegetación	Pastos Naturales	
	Uso de suelo	Camino/carretera	
Condición del talud	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	En la corona	
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo	
Evidencia de movimiento	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	
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay	
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m	
	Presencia de vías	0 m - 3 m	
	Tipo de vía	Autopista	
	Presencia de redes eléctricas	8 m - 15 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		
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio	








Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 26+143 una clasificación “media” para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dada las condiciones del talud como la erosión superficial, humedad en el talud y la señalización preventiva en el sitio, se recomienda realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. 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.

Por su parte en el estacionamiento 26+205 (ver Tabla 6) se ubica un talud conformado por roca poco fracturada, pero con un flujo considerable de agua emergiendo de la corona del talud. Adicionalmente se observa la acumulación de agua en el pavimento y la ausencia de estructuras para el manejo de agua tanto de infiltración como de escorrentía superficial. Aunado a esto al momento de la evaluación se encontró materia vegetal caída acumulado al pie del talud, esto puede estar asociado a problemas de escorrentía superficial. Por último, se resalta la presencia de estructuras de tendido eléctrico y viviendas o comercios a una distancia menor a los 15 m.

Tabla 6

Talud en el estacionamiento 26+205

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano	
	Fecha	09/07/2024	
	Ruta	1	
	Latitud	10,00303703	
	Longitud	-84,30100476	
Caracterización del talud	Precipitación	2000 mm - 3000 mm	
	Pendiente	75°	
	Altura del talud	13 m	
	Material predominante	Roca	
	Estado de la roca	Sana	
	Fracturación de la roca en la cara del talud	Poco fracturado	
	Condición de las discontinuidades en roca	Sin relleno	
	Espesor del relleno de discontinuidades	-	
Condición del talud	Vegetación	Pastos mejorados	
	Uso de suelo	Camino/carretera	
	Falla en el talud	Compuesto	
	Forma del Talud	Compuesta	
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía	
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial	
Evidencia de movimiento	Agua en el talud	En la corona	
	Flujo de agua en el talud	A media altura	
	Evidencia de movimiento	Si	
	Árboles inclinados	Si	
	Formación de Coronas	No	
	Levantamiento al Pie del Talud	No	
Estructuras cercanas	Grietas en terreno	Grietas en la carretera	
	Material caído	50 a 200 - Muy pequeño	
	Presencia de obras de retención	No hay	
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m	
	Presencia de vías	8 m - 15 m	
	Tipo de vía	Autopista	
	Presencia de redes eléctricas	8 m - 15 m	
	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		
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio	



Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 26+205 una clasificación “media” para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dada las condiciones del flujo constante de agua en el talud, erosión superficial, material caído y deficiencia del sistema de manejo de agua de escorrentía superficial, se recomienda realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. 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 resultado de la evaluación del talud en 26+333 se describe en la Tabla 7. Se observa un talud de roca en condición poco fracturada, no presenta una falla en el talud. Sin embargo, se identifica un pequeño volumen de material caído acumulado al pie del talud, aunado a esto la cara del talud presenta algún grado de erosión producto de la afectación por la deficiencia en el manejo de agua de escorrentía superficial. Finalmente se identifica la presencia de estructuras de tendido eléctrico y viviendas o comercios a una distancia no mayor a 15 m.



Tabla 7
Talud en el estacionamiento 26+333

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	09/07/2024
	Ruta	1
	Latitud	10,00279932
	Longitud	-84,30214852
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
Caracterización del talud	Pendiente	75°
	Altura del talud	14 m
	Material predominante	Roca
	Estado de la roca	Compuesto (primordialmente roca)
	Fracturación de la roca en la cara del talud	Poco fracturado
	Condición de las discontinuidades en roca	Condición masiva
	Espesor del relleno de discontinuidades	-
	Vegetación	Pastos Naturales
Condición del talud	Uso de suelo	Camino/carretera
	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Compuesta
	Manejo de escorrentía	No hay manejo de escorrentía
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	Húmedo
Evidencia de movimiento	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
Estructuras cercanas	Material caído	0 a 50 - Extremadamente pequeño
	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Autopista
	Presencia de redes eléctricas	8 m - 15 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	
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio





Al aplicar la evaluación con la herramienta RC-545 al talud en el estacionamiento 26+333, se obtiene para el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas la clasificación “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.

En el estacionamiento 61+184 (ver Tabla 8), se identifica un talud con una superficie de falla claramente definida típica de un deslizamiento traslacional, además la cara del talud presenta un alto grado de afectación por erosión. Se identifica la presencia de la estructura de cuneta en mal estado con agrietamientos que dan lugar a la filtración del agua al pie del talud. Entre las observaciones del sitio se resalta la presencia de grietas en los alrededores del talud, crecimiento inclinado de la vegetación y un volumen extremadamente pequeño de material caído. Finalmente se identifica dentro de un radio no mayor a 15 m la presencia de viviendas o comercios y estructuras de red eléctrica.

Tabla 8
Talud en el estacionamiento 61+184

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	09/07/2024
	Ruta	1
	Latitud	10,05040866
	Longitud	-84,50644206
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
Caracterización del talud	Pendiente	55°
	Altura del talud	6,5 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Compuesto (primordialmente suelo)
	Naturaleza del suelo	Friccionante
	Agrietamiento en la cara del talud	Medianamente agrietado
	Vegetación	Pastos Naturales
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	Deslizamiento traslacional
	Forma del Talud	Compuesta
	Manejo de escorrentía	Drenaje en mal estado
	Afectación por escorrentía	Erosión Superficial
	Agua en el talud	En la corona
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
Evidencia de movimiento	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	Si
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	Grietas alrededor del talud
	Material caído	0 a 50 - Extremadamente pequeño
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	8 m - 15 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Autopista
	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	
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio





Al aplicar la evaluación con la herramienta RC-545 al talud en el estacionamiento 61+184, se obtiene para el nivel de afectación o la incidencia sobre estructuras cercanas la clasificación “media”, sin embargo, dadas las dimensiones del talud y 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, mantenimiento de la estructura de la cuneta, limpieza del material caído e implementación de técnicas para el control de la erosión son suficientes para mejorar la condición del talud.

En la Tabla 9 se muestra el resultado de la evaluación del talud ubicado en el estacionamiento 63+900, este se conforma por suelo de consistencia cohesiva y la cara del talud presenta un nivel de agrietamiento medio. Se identifica como sistemas para el manejo de agua de escorrentía superficial únicamente la estructura de la cuneta, lo que se considera insuficiente. El talud alcanza una altura cercada a 20 m y tiene una pendiente aproximada de 65 m. Al momento de la evaluación el talud se encontró húmedo en toda la altura, pero no se identificó la presencia de flujo de agua. No se encontró material caído, sin embargo, la cara del talud presenta un alto grado de afectación por erosión.



Tabla 9
Talud en el estacionamiento 63+900

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	09/07/2024
	Ruta	1
	Latitud	10,03453471
	Longitud	-84,5135376
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
Caracterización del talud	Pendiente	65°
	Altura del talud	20 m
	Material predominante	Suelo
	Estado del suelo	Suelo residual
	Naturaleza del suelo	Cohesivo
	Agrietamiento en la cara del talud	Medianamente agrietado
	Vegetación	Ninguna
	Uso de suelo	Camino/carretera
Condición del talud	Falla en el talud	No
	Forma del Talud	Cóncava
	Manejo de escorrentía	Drenaje insuficiente
	Afectación por escorrentía	Erosión superficial
	Agua en el talud	En la corona
	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
Evidencia de movimiento	Evidencia de movimiento	No
	Árboles inclinados	No
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	No
	Material caído	No
Estructuras cercanas	Presencia de obras de retención	No hay
	Presencia de viviendas y comercios	No hay
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Autopista
	Presencia de redes eléctricas	8 m - 15 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
Recomendación final		Media - Evaluación específica del sitio





Como resultado de la evaluación con la herramienta RC-545 se obtiene para el talud del estacionamiento 63+900 una clasificación “media” para el nivel de afectación del talud o la incidencia sobre estructuras cercanas. Dada las dimensiones del talud, la presencia de humedad en el talud, la erosión superficial y deficiencia del sistema de manejo de agua de escorrentía superficial, se recomienda realizar un análisis con mayor detalle del sitio, incluyendo exploración geotécnica básica y el uso de algún software especializado. 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.

Por último, en el estacionamiento 92+152 (ver Tabla 10) se ubica un talud conformado por roca medianamente fracturada, que presenta discontinuidades con una separación en magnitud de centímetros y con relleno en las discontinuidades. El sitio se encuentra intervenido con una estructura para la protección contra la caída de bloques de roca, la cual en apariencia se encuentra en buen estado, la malla no presenta ruptura ni se observa con elongación residual excesiva.



Tabla 10

Talud en el estacionamiento 92+152

Datos Generales	Profesional a cargo	Laura Solano
	Fecha	09/07/2024
	Ruta	1
	Latitud	9,99500865
	Longitud	-84,70315755
	Precipitación	2000 mm - 3000 mm
Caracterización del talud	Pendiente	90°
	Altura del talud	26 m
	Material predominante	Roca
	Estado de la roca	Roca fracturada
	Fracturación de la roca en la cara del talud	Medianamente fracturado
	Condición de las discontinuidades en roca	Arcilloso
	Espesor del relleno de discontinuidades	10 mm
	Vegetación	Pastos Naturales
Condición del talud	Uso de suelo	Camino/carretera
	Falla en el talud	Volcamiento
	Forma del Talud	Convexa
	Manejo de escorrentía	Drenaje insuficiente
	Afectación por escorrentía	Ninguna
	Agua en el talud	En la corona
Evidencia de movimiento	Flujo de agua en el talud	Sin Flujo
	Evidencia de movimiento	Si
	Árboles inclinados	Si
	Formación de Coronas	No
	Levantamiento al Pie del Talud	No
	Grietas en terreno	Grietas alrededor del talud
Estructuras cercanas	Material caído	0 a 50 - Extremadamente pequeño
	Presencia de obras de retención	En buen estado
	Presencia de viviendas y comercios	Más de 15 m
	Presencia de vías	0 m - 3 m
	Tipo de vía	Autopista
	Presencia de redes eléctricas	8 m - 15 m
	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	
Recomendación final		Baja - Recomendaciones generales según la condición del talud



Estructura de protección cintra caídos





Dado que la evaluación con la herramienta RC-545 indica un nivel de incidencia bajo en las estructuras cercanas, no se considera necesario realizar análisis más profundos en este sitio. Sin embargo, se recomienda mantener el talud monitoreado y proporcionar el mantenimiento preventivo adecuado a la estructura de protección contra caídos para asegurar su funcionamiento óptimo a lo largo de su vida útil.



VI. COMENTARIOS FINALES

Después de realizar la visita de campo a la Ruta Nacional 1, 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, que constituye una exploración geotécnica más a detalle que permita establecer un modelo geotécnico específico y representativo de los sitios que no pudieron ser evaluados con la herramienta RC-545, pero que, con el registro mostrado en apartados anteriores, queda en evidencia que, ante una posible inestabilidad el nivel de afectación a las estructuras cercanas puede ser alto. Posterior a esto, realizar los respectivos análisis de estabilidad en condición tanto estática como pseudo-estática, 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 mencionados en apartados anteriores, en los que se requiere un análisis más específico, por ejemplo, sitios en los que el talud presenta una superficie de falla claramente definida, y en especial aquellos estacionamientos en los que se identifican estructuras en la corona del talud que presenta evidencias de inestabilidad, resulta apropiado identificar la superficie de falla crítica tras modelar en tres dimensiones la geometría actual del sitio, 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 designado por la Administración que esté a cargo del proyecto.

Finalmente se considera valioso complementar los análisis de estabilidad con análisis de esfuerzo-deformación contemplando las cargas impuestas por una estructura ubicada en la corona del talud. Estos análisis se realizan 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 posibles 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, que constituye una exploración geotécnica más a detalle. Con ello sería posible establecer modelos geotécnicos específicos y representativos de cada uno de los taludes analizados y, posterior a esto, realizar los respectivos análisis de estabilidad.

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.

Se recomienda mantener un monitoreo continuo de las estructuras de estabilización de taludes y de protección contra caídos implementadas como medidas para mejorar la estabilidad de varios estacionamientos a lo largo de la Ruta Nacional 1. Este monitoreo es esencial para asegurar el desempeño óptimo de la obra a lo largo de su vida útil.

Dada la dificultad para acceder a ciertos taludes y hacer una evaluación apropiada del sitio específico, 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.