



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

Informe: LM – PI – UGERVN – 13 – 2018

## **Evaluación de la Ruta Nacional 613, tramo entre los poblados de Sabalito y Las Mellizas, zona sur de Costa Rica**

Informe Corto

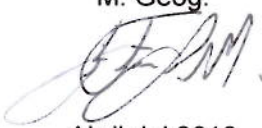

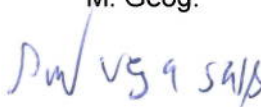
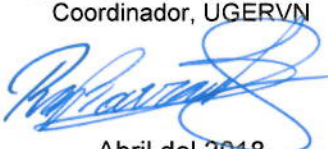
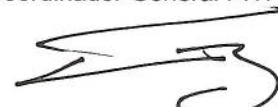
Preparado por:

**Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional  
PITRA – LanammeUCR**

San José, Costa Rica  
Abril, 2018



Documento generado con base en el Art. 6 incisos c) y d) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.2, Art. 3 al 19 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

<b>1. Informe</b> LM – PI – UGERVN – 13 – 2018		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título</b> Evaluación de la Ruta Nacional 613, tramo entre los poblados de Sabalito y Las Mellizas, zona sur de Costa Rica		<b>4. Fecha del Informe</b> Abril 2018
<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. Notas complementarias</b>		
<b>7. Resumen</b> <i>La Ruta Nacional 613, específicamente el tramo comprendido entre las poblaciones de Sabalito y Las Mellizas, fue sujeto a actividades de mejoramiento entre los años 2009 y 2010, con una inversión de 6.500 millones de colones. Según datos del MOPT, el TPDA de la ruta es de menos de 400 vehículos. En cumplimiento de los mandatos de la Ley 8114, funcionarios de la UGERVN del PITRA-LanammeUCR realizaron, a finales de noviembre del año 2017, una visita al tramo para evaluar el estado actual de la ruta. Se detectaron problemas de deterioro de la superficie de ruedo, fallas en terraplenes, mal estado de la señalización horizontal y vertical, así como de los guardavías y cunetas, problemas que se venían dando pero que fueron agravados por el paso del huracán Nate. Este informe resume aspectos importantes de lo visto en dicha gira.</i>		
<b>8. Palabras clave</b> Ruta 613, grietas, terraplenes, deslizamiento	<b>9. Nivel de seguridad</b> Ninguno	<b>10. No. de páginas</b> 19
<b>11. Ejecución del proyecto</b> Ing. José Francisco Garro, M. Geog.  Abril del 2018	<b>12. Colaboradores</b> Ing. Ronald Naranjo U.  Abril del 2018	<b>Geog. Paul Vega S.</b> M. Geog.  Abril del 2018
<b>13. Diseño del proyecto</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Abril del 2018	<b>14. Revisado por</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador, UGERVN  Abril del 2018	<b>15. Aprobado por</b> Ing. Guillermo Loría S., PhD. Coordinador General PITRA  Abril del 2018



## TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	4
2. Antecedentes	5
3. Evaluación visual del estado de la carpeta asfáltica	6
4. Evaluación visual del estado de las obra de contención	7
5. Deslizamiento del terraplén en 15+700	14
6. Estado de las estructuras de manejo de aguas	16
7. Estado de la demarcación vial	17
8. Conclusiones y recomendaciones	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del tramo evaluado	4
Figura 2 Fallo en el sellado de grietas 19+000	7
Figura 3 Agrietamiento en 14+200	8
Figura 4 Falla del muro tablaestaca en 15+400	9
Figura 5 Falla del muro tablaestaca en 15+400	9
Figura 6 Grietas en la carpeta en 15+400	10
Figura 7 Grietas en la unión del muro con cuneta en 16+900	11
Figura 8 Separación de la corona del muro en 16+900	11
Figura 9 Asentamiento del muro en 16+900	12
Figura 10 Deformaciones en el muro en 24+400	13
Figura 11 Grietas en la carpeta sobre el muro de 24+400	13
Figura 12 Separación entre la corona y la cuneta en 24+400	14
Figura 13 Estado del deslizamiento en 15+700 a junio del 2012	14
Figura 14 Deslizamiento del terraplén en 15+700	15
Figura 15 Deslizamiento del terraplén en 15+700	15
Figura 16 Estado de la alcantarilla en 14+000	16
Figura 17 Estado de la cuneta en 12+800	17

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados obtenidos de la señalización horizontal	17
--	----

## 1. Introducción

El tramo evaluado, ubicado entre los poblados de Sabalito y Las Mellizas, corresponde a 22,8 km de la Ruta Nacional 613, secciones de control 60311, 60312, 60313 y 60314. El mismo está ubicado en su totalidad en el cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas, a poca distancia de la línea fronteriza entre Costa Rica y Panamá. Comprende una ruta típica de montaña, con zonas de pendientes elevadas y gran cantidad de curvas, muchas de ellas con escasa visibilidad; gran cantidad de terraplenes, siendo la mayoría de escasa altura (menos de 2 metros). El ancho promedio de la ruta no supera los 5,5 metros. La Figura 1 muestra la ubicación del proyecto.

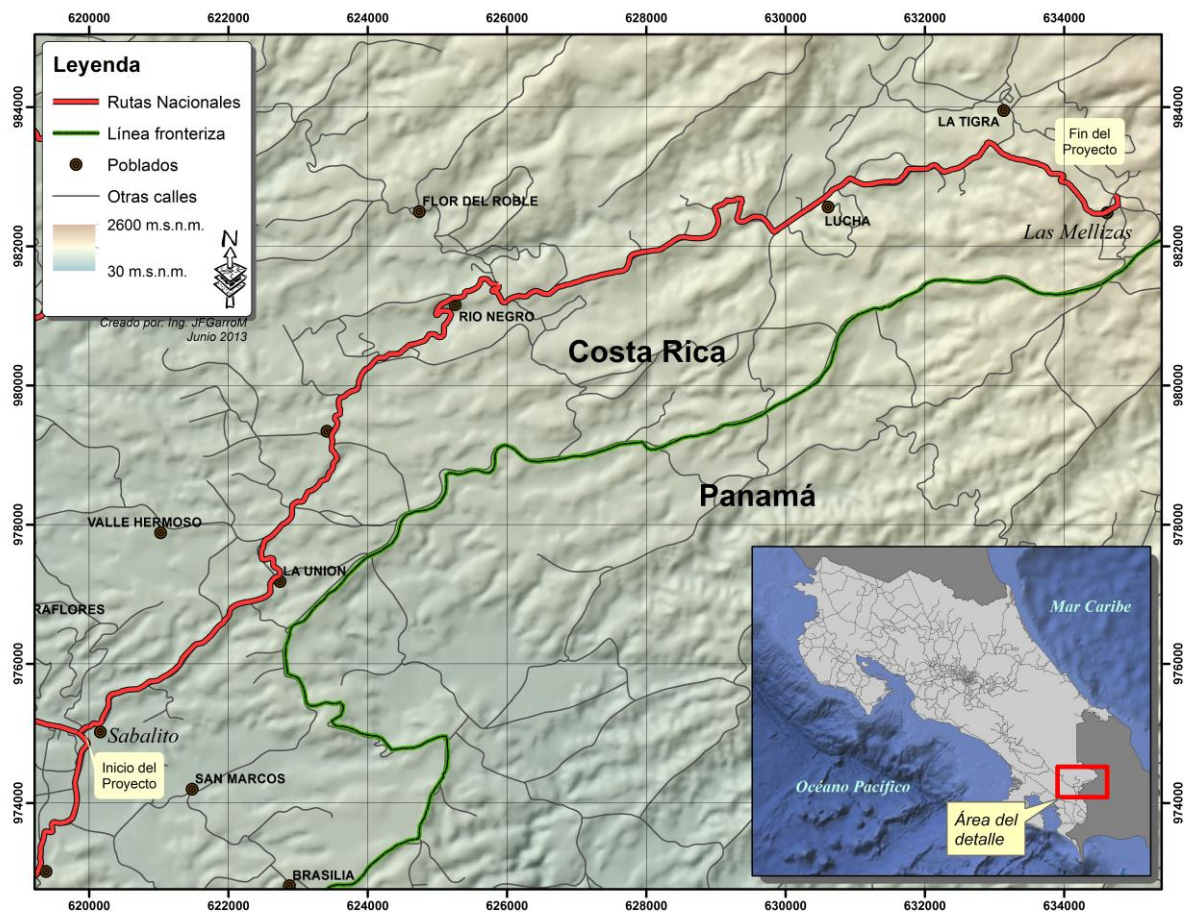


Figura 1: Ubicación del tramo evaluado (en rojo).

Entre los años 2009 a 2010, el tramo fue sometido a una rehabilitación completa. La estructura fue renovada desde las capas inferiores, que están ahora conformadas por una capa de 20 cm de espesor de préstamo seleccionado, bajo una de 30 cm de subbase granular, todo esto subyaciendo una capa de 20 cm de base estabilizada. Todas compactadas al 95% del próctor. La carpeta asfáltica tiene un espesor de 5



cm. Junto con las obras en cunetas, alcantarillas, señalización y elementos de seguridad vial, la inversión superó los 6.500 millones de colones. Esto en una ruta con un ancho promedio de 5,5 metros (1 carril por sentido), y un TPDA de menos de 400 vehículos.

En octubre del año 2017, la tormenta tropical (y después huracán) Nate afectó el país con lluvias torrenciales, con una declaratoria de emergencia en 76 cantones para un 85% del territorio nacional. Según los medios de comunicación, se estima que los daños causados sólo a la infraestructura vial ascienden a cerca de 11.200 millones de colones (cerca de 20 millones de dólares al tipo de cambio vigente en esas fechas). La zona sur del país fue una de las más afectadas, con cierres en varias rutas debido a derrumbes y fallas de terraplén, entre las que se encontraban la 613.

Como parte de la función ordinaria de fiscalización y evaluación de la Red Vial Nacional que determina la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron una gira de evaluación del estado de la ruta a finales de noviembre del año 2017. Esta gira e informe asociado busca actualizar las condiciones evidenciadas en el informe LM-PI-UGERVN-5-2017 de julio del año 2017, y verificar si se han seguido las recomendaciones dadas en el mismo y que tienen por objeto garantizar que la alta inversión realizada, se conserve de tal manera que tanto el nivel de servicio como la vida útil de la estructura sean las adecuadas. Los temas a tratar en este informe abarcan el estado de la carpeta asfáltica, de la señalización horizontal, de las estructuras de manejo de aguas y las obras geotécnicas de contención.

El esfuerzo de dar seguimiento expedito a proyectos viales de obra nueva, es un compromiso que el PITRA-LanammeUCR asume de forma rigurosa, con la mejor tecnología disponible y con el criterio técnico que brinda los más de 60.000 km de pavimentos de la red vial costarricense, evaluados en los últimos 10 años. Con base en lo anterior, este insumo para la Administración traza los derroteros que complementan el de brindar información acerca del comportamiento de una carretera, la cual debe mantener un alto estándar de servicio en toda la vida útil de diseño, y le recuerda a la Administración la necesidad de mantener un inventario y un monitoreo continuo de las obras viales. Es importante recalcar que este tipo de obras no pueden ser abandonadas al finalizar su construcción, sino que deben ser evaluadas durante su vida útil, para constatar que se desempeñan de acuerdo a su diseño y para programar campañas de mantenimiento, basadas en las mejores técnicas de gestión vial.

## 2. Antecedentes

Desde el año 2013, la *UGERVN* ha venido realizando evaluaciones anuales en este tramo. En los informes publicados, se indica la ubicación, tipo y extensión de los problemas observados, entre las que se cuentan:

- Cunetas colmatadas por acumulación de sedimentos y crecimiento de vegetación.



- Alcantarillas obstruidas en su entrada, salida o ambos extremos, debido al crecimiento de vegetación y acumulación de sedimentos, lo que les resta capacidad hidráulica.
- Grietas en el pavimento, producto de la alta rigidez de la base estabilizada.
- Grietas en el pavimento, en sitios con obras geotécnicas de contención, lo que se traduce en asentamientos y movimientos del terreno.
- Demarcación vial en mal estado.
- Fallas en terraplenes.
- Guardavías usados como barandas.

A lo largo de estos años, se ha observado que estos problemas son recurrentes, y que la Administración no tiene un Sistema de Gestión de Obra Vial que programe las actividades de mantenimiento necesarias para preservar esta ruta con índices de servicio y seguridad vial aceptables. Incluso, el deslizamiento del terraplén en el estacionamiento 15+700 había sido señalado desde el año 2013 con capacidad de afectar un carril o más de no ser intervenido, hecho que ocurrió con el paso de los años y de las temporadas lluviosas.

En los últimos 2 años, la zona ha sido afectada por eventos extremos de precipitación. El primero ocurrió a finales del año 2016, producto del huracán Otto; mientras que el otro evento fue el citado huracán Nate (tormenta tropical cuando afectó Costa Rica) de octubre del 2017. Debido a la falta de mantenimiento de las estructuras de manejo de aguas, el impacto sobre la ruta evaluada fue importante, al punto que la falla del terraplén del estacionamiento 15+700 en octubre del 2017, dejó incomunicadas las poblaciones al norte de dicho punto por varios días.

### 3. Evaluación visual del estado de la carpeta asfáltica

Similar a lo señalado en el informe *LM-PI-UGERVN-5-2017*, el tramo evaluado presenta grietas longitudinales, transversales y de borde expuestas en la superficie de ruedo. Las primeras son producto de una base estabilizada muy rígida y se vienen produciendo desde la construcción del tramo; mientras que las de borde se deben a la falta de confinamiento en los extremos de la carpeta (un porcentaje importante esta ruta no presenta cunetas revestidas que brindan dicho confinamiento). Algunas grietas fueron tratadas en el pasado con un sello; sin embargo este tratamiento falló dejando de nuevo dichas grietas expuestas a los elementos (Figura 2). Este tipo de deterioro afecta prácticamente toda la longitud del tramo.

Además de las anteriores, se encontraron grietas nuevas, cuyo origen se relaciona con movimientos del terreno cerca de obras de contención. Este problema será tratado con mayor detalle en la siguiente sección.



*Figura 2: Fallo en el sello de grietas, est. 19+000.*

#### **4. Evaluación visual del estado de las obras de contención**

En el tramo existen varias estructuras de contención, que pueden ser agrupadas en 2 categorías principales: muros de gaviones y muros de tablaestaca metálica. La mayor parte de estos muros se encuentra en buen estado, dado que no muestran deformaciones en su estructura, o la carpeta asfáltica no presenta agrietamientos nuevos que evidencien movimientos del relleno.

Sin embargo, existen 4 puntos que merecen especial atención debido a los problemas observados en la última gira, y que se detallan a continuación:

- Estacionamiento 14+200: corresponde con un muro de gaviones en el lado derecho. El muro como tal no presenta problemas (deformaciones, asentamientos), sin embargo sobre la carpeta asfáltica se están dando agrietamientos importantes que señalan asentamientos del terreno en este sitio (Figura 3), y que afectan una longitud entre 200 a 250 metros. Es importante

monitorear este punto de manera continua, de tal manera que sea posible prevenir posibles daños mayores a futuro.



*Figura 3: Agrietamiento en la carpeta en la est. 14+200. Parte de la grieta presenta un sello asfáltico que ya falló. La corona del muro de gaviones se encuentra a la derecha de la imagen, más allá de la cuneta.*

- Estacionamiento 15+400: en este sitio se construyó en el año 2013 un muro de tablaestaca metálica muy cerca del cauce de una quebrada. En visitas anteriores, se habían notado grietas importantes en la carpeta asfáltica; sin embargo el muro no había presentado problemas. Con el aumento de caudal que presentó la quebrada aledaña durante los eventos de Nate, se dio erosión en la base del muro, con lo que el mismo falló tal y como se muestra en las Figuras 4 a 6. Lo anterior denota la importancia del monitoreo de este tipo de obras geotécnicas cuando se dan agrietamientos en la carpeta: la falla de este muro comprometió la seguridad del carril derecho, que de no intervenir en el corto plazo puede ocasionar el cierre parcial o total de la ruta por el tiempo que duren las obras de estabilización.

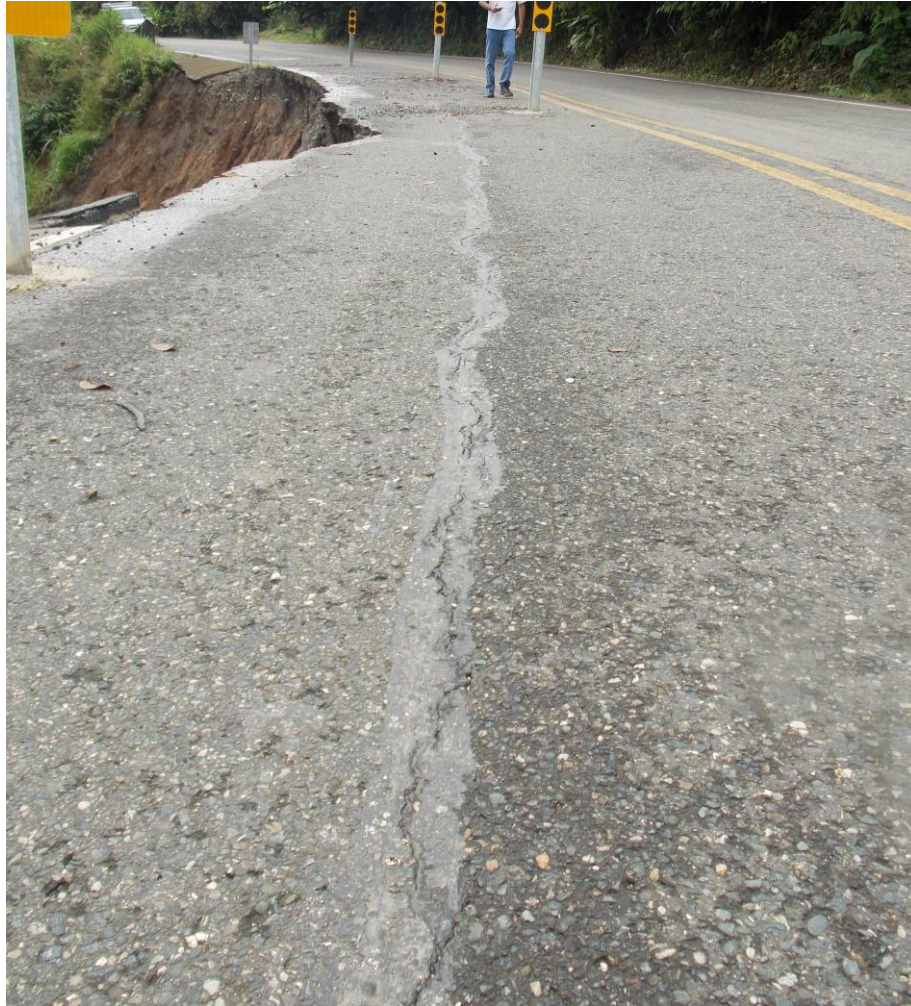




*Figura 4: Fallo del muro de tablaestaca, est. 15+400.*



*Figura 5: Vista aérea del fallo del muro de tablaestaca, est. 15+400.*



*Figura 6: Grietas en la carpeta que delatan el movimiento del terraplén, est. 15+400.*

- Estacionamiento 16+900: corresponde con un muro de tablaestaca metálica en la margen izquierda, que también ha presentado agrietamientos en la carpeta asfáltica en sus inmediaciones. En la visita de encontraron agrietamientos nuevos, separación de la corona del muro con la cuneta, grietas entre la cuneta y la carpeta, así como evidencias de asentamientos en el orden de los 10 a 15 cm (Figuras 7 a 9); el muro en sí no presenta deformaciones u otros problemas.



*Figura 7: Grietas en la carpeta y unión con la cuneta, est. 16+900*



*Figura 8: Separación de la corona del muro con la estructura de la cuneta, est. 16+900.*



*Figura 9: Asentamiento de la corona del muro con respecto a la cuneta, est. 16+900.*

- Estacionamiento 24+400: de nuevo, un muro de tablaestaca metálica se construyó en el sitio. En este caso, la corona del mismo presenta una deformación importante, junto con agrietamientos en la carpeta asfáltica (Figura 10 y 11). Estos problemas son recientes, dado que en las giras anteriores no habían observaciones en este sitio. Además, se detectó una separación entre dicha corona, y la cuneta (Figura 12).



Figura 10: Deformaciones en la parte superior del muro de contención, est. 24+400.



Figura 11: Agrietamientos en la carpeta junta al sitio con mayor deformación, est. 24+400.



Figura 12: Separación entre la corona del muro y la cuneta, est. 24+400.

### 5. Deslizamiento de terraplén, est. 15+700

Este sitio ha sido evaluado por la UGERVN desde el año 2012: la primera visita se realizó a mediados de junio de ese año, menos de un mes después de producirse el primer movimiento de terraplén que afectó el carril derecho de la ruta evaluada. En el informe publicado (LM-PI-UE-004-2012), y gracias al uso del sensor Lidar terrestre, fue posible obtener las dimensiones de la zona afectada (Figura 13). Desde ese informe, se advirtió el potencial de este y otros sitios en el tema de falla de terraplén, que podría afectar negativamente uno o más carriles.

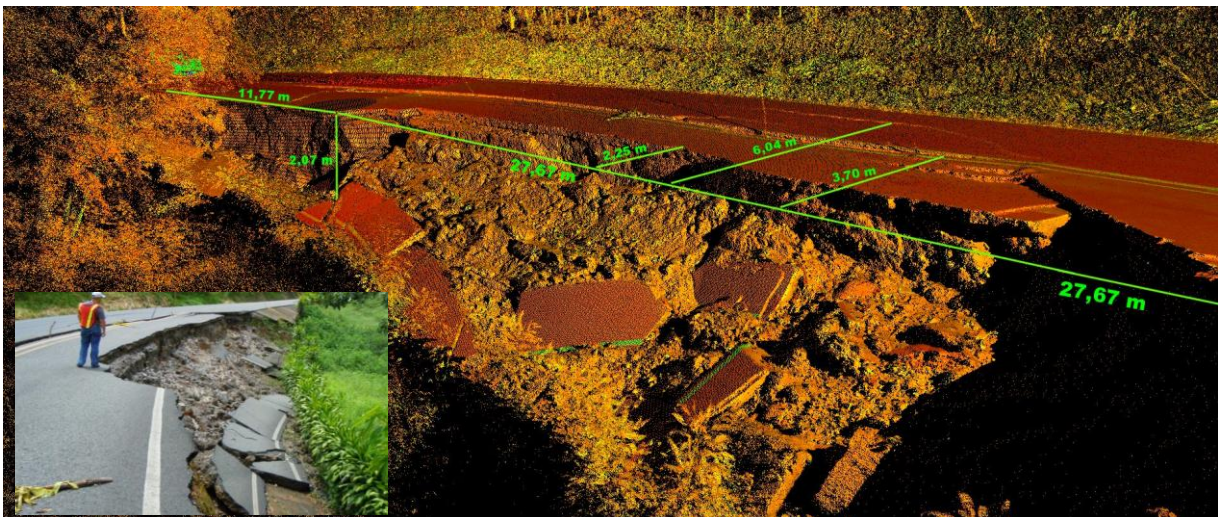
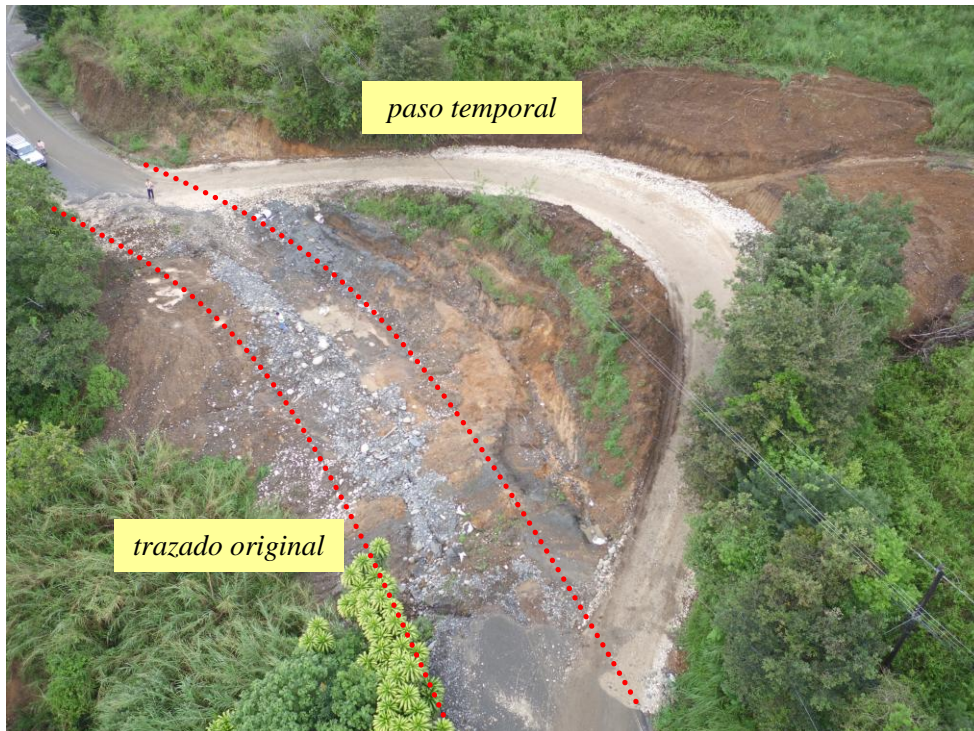


Figura 13: Estado del deslizamiento del est. 15+700, junio 2012.

Con el paso de los años, el sitio no fue intervenido, e incluso fue utilizado como botadero de materiales, tal y como fue señalado en el informe LM-PI-UGERVN-5-2017. La tormenta Nate provocó el colapso total del terraplén, dejando incomunicadas las comunidades de Río Negro, La Lucha y Las Mellizas por varios días (Figuras 14 y 15).



*Figura 14: Estado del deslizamiento de terraplén en el est. 15+700.*



*Figura 15: Vista aérea del deslizamiento de terraplén en el est. 15+700.*

Al comparar los modelos tridimensionales del escáner Lidar del año 2012, con el obtenido con el VANT en la gira de noviembre del 2017, se estima que el volumen deslizado tomando como base el nivel de la rasante del año 2012, es de aproximadamente 820 m<sup>3</sup>, lo que equivale a cerca de 1500 toneladas de material. Este cálculo no toma en cuenta el volumen deslizado a los lados de la ruta (corte a la izquierda, relleno a la derecha de la ruta en el sitio afectado), debido a que no se cuentan con datos precisos del modelo del terreno en el año 2012<sup>1</sup>.

Cabe resaltar, tal y como se observa en las Figuras 14 y 15, que existe un paso temporal de vehículos, construido en la finca aledaña al sitio. Por último, el señalamiento vial advirtiendo sobre la existencia de este deslizamiento es prácticamente ausente, lo cual representa un peligro en el tema de seguridad vial si se toma en cuenta que siguiendo el sentido de la ruta desde Sabalito, este lugar se encuentra inmediatamente después de una curva a izquierdas, de muy poca visibilidad debido al talud ubicado también a mano izquierda.

## 6. Estado de las estructuras de manejo de aguas

La falta de mantenimiento de estas estructuras vuelve a quedar en evidencia en esta visita, tanto en las alcantarillas como en las cunetas revestidas presentes en la ruta. Debido a la cantidad de vegetación presente en la entrada y salida de la mayoría de alcantarillas, se descartó realizar una evaluación visual de las mismas (Figura 16).



*Figura 16: Estado de la salida, alcantarilla en el est. 14+000.*

<sup>1</sup> El modelo obtenido con el Lidar terrestre del año 2012 presenta vegetación tanto en el corte como en el terraplén, lo que obstruye la morfología real del terreno, impidiendo realizar el cálculo completo del material deslizado.



En la misma línea, un porcentaje importante de cunetas revestidas exhibe sedimentación y crecimiento de vegetación que le resta eficiencia hidráulica (Figura 17).



Figura 17: Estado de la cuneta revestida, est. 12+800.

## 7. Estado de la demarcación vial

Tal y como se indica en el informe *LM-PI-UGERVN-9-2017* sobre la gestión del Conavi en proyectos viales de obra nueva, en el año 2017 se invirtieron \$11.400 en la demarcación vial de la ruta. A pesar de las recomendaciones dadas en informes de la *UGERVN*, se volvió a utilizar pintura de base acuosa. Se escogieron 3 puntos de control para evaluar el estado de dicha señalización, mediante el uso del *retroreflectómetro portátil*. Los puntos escogidos, así como los resultados, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados obtenidos, estado de la señalización horizontal

Punto	Resultados	Valores (mcd/lx·m <sup>2</sup> )		Estado
		Nuevo	Mínimo	
1+600	167,3 amarilla central	250	150	Regular
	182,7 blanca de borde	300	150	Regular
8+900	139,8 amarilla central	250	150	Mala
	265,5 blanca de borde	300	150	Regular
21+100	175,2 amarilla central	250	150	Regular
	221,1 blanca de borde	300	150	Regular

*Nota: Los valores de referencia de reflectividad, tanto para pintura recién colocada (nuevo) como el mínimo, se obtuvieron del Departamento de Transportes de Florida FDOT, año 2010.*



Todos, excepto un sitio, dieron resultados por encima de la reflectividad mínima recomendada por la FDOT. Sin embargo, quedaron por debajo de los valores para pintura recién colocada (según dicha entidad, los valores de reflectividad para pintura recién colocada deben cumplirse en los primeros 6 meses de colocada la misma). por lo tanto, su condición se define como regular; se deben evaluar los mismos sitios en la siguiente visita, para observar la evolución de los valores de esta prueba.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones

Como ya se había establecido en el informe *LM-PI-UGERVN-9-2017*, la Administración no posee un sistema de gestión que dé el mantenimiento correcto a los proyectos viales de obra nueva. En el caso del tramo Sabalito – Las Mellizas, las recomendaciones dadas en informes pasados no fueron acatadas, y el impacto de 2 tormentas tropicales en años sucesivos, ocasionaron daños cuantiosos a la infraestructura, a tal punto de dejar incomunicados poblaciones por varios días en el caso de la tormenta Nate. Es de esperarse que, en caso de eventos climáticos extremos en el futuro, aparezcan más problemas relacionados con el mal manejo de aguas, especialmente en aquellos sitios donde existen obras de contención.

Las recomendaciones que se dan a la Administración son:

- Implementar planes periódicos de mantenimiento para la carpeta asfáltica, especialmente en el aspecto de sellado de grietas cuando este problema es puntual; o bien de bacheo cuando en el sitio se da propagación de este deterioro a pesar del sellado.
- Implementar planes periódicos de limpieza de cunetas y de alcantarillas, devolviendo la capacidad hidráulica de estas obras. Además, en la medida de lo posible revestir aquellas cunetas excavadas en tierra.
- Llevar un control y monitoreo permanente de las obras de estabilización implementadas, tales como los muros de gaviones y de tablaestaca, para evaluar su comportamiento en el tiempo. Esto aplica especialmente en aquellos sitios donde el pavimento mismo está mostrando evidencias de movimiento del relleno, como los señalados en los est. 14+200, 16+900 y 24+400.
- En el caso del colapso del muro en el est. 15+400, es necesario estudiar a fondo la realidad geomorfológica del sitio, de tal manera que se pueda establecer la obra que más se adecue desde el punto de vista geotécnico y económico. Lo mismo aplica en el deslizamiento del terraplén del est. 15+700.
- Estudiar el comportamiento de la demarcación vial en una siguiente visita. En caso de que los valores de reflectividad disminuyan bajo los límites aceptables, evaluar la aplicación de pintura termoplástica en vez de la que contiene base acuosa. En la misma línea, reponer los reflectores tipo “*ojo de gato*”, a medida que los mismos se van perdiendo por el paso del tránsito.



- Corregir el uso que se le da a los guardavías, de tal manera que presenten una longitud mínima de trabajo que permitan cumplir su función en caso de un accidente vial. Asimismo, brindar el abatimiento correcto en sus extremos. Realizar inspecciones periódicas en los mismos, reparando cualquier daño que presenten.
- Realizar una inspección del puente sobre el Río Sabalito, al inicio del proyecto. Corregir cualquier condición adversa que presente, de tal manera que no sea un eslabón débil con capacidad de dejar incomunicadas varias comunidades.

Por último, se recomienda realizar una nueva inspección en la ruta en el transcurso del presente año, con tal de dar seguimiento a los sitios con problemas geotécnicos, así como la evolución de la condición de la carpeta asfáltica y de la demarcación vial presentes.