



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte
Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

INFORME DE EVALUACIÓN

LM-PI-UGERVN-002-2021

**ANALISIS DE SITIOS CON VULNERABILIDAD A
DESLIZAMIENTOS
RUTA NACIONAL N°1**

San José, Costa Rica

Febrero, 2021



Documento generado con base en el Artículo 6, inciso c) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capítulo II, Artículo 14 del Reglamento del Artículo 6 de la precitada ley, publicada mediante Decreto DE-37016-MOPT.



1. Informe LM-PI-UGERVN-02-2021		2. Copia No.1
3. Título INFORME DE EVALUACIÓN, ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD A DESLIZAMIENTOS RUTA NACIONAL No1		4. Fecha del Informe Febrero 2021
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. Notas complementarias No aplica		
7. Resumen En el presente informe se presenta las condiciones actuales de riesgo de tres sitios con deslizamientos o hundimientos en el tramo entre la ciudad de San Ramón y el sector de Cambronero de la Ruta Nacional No. 1 que puedan generar una interrupción completa en el tránsito y una afectación directa a los usuarios. La inestabilidad en estos sitios ha sido recurrente durante muchos años. Algunos de los problemas se conocen desde la construcción de la vía en 1967, sin embargo, no han sido intervenidos de forma adecuada. La zona en estudio se caracteriza por ser una zona montañosa, escarpada y con procesos intensos de meteorización y erosión superficial natural y acelerada, en algunos casos por acción antrópica. Estos procesos propician la reptación del terreno y en algunos casos podrían ser los desencadenantes de procesos de remoción de masa más importantes. La inestabilidad en los puntos 1 y 2 se debe a una combinación de factores como: la presencia de fallas tectónicas en la zona, pendientes fuertes, calidad geotécnica de los materiales, manejo de aguas superficiales. Mientras que en el Punto 3, los problemas se relación principalmente con el manejo de aguas superficiales. Los tres sitios presentan una condición de Riesgo Potencial Alto, pérdida de conectividad alto, convirtiendo a la ruta en un eje sumamente vulnerable y de alta prioridad de intervención.		
8. Palabras clave Ruta Nacional No.1, taludes, deslizamiento, seguridad vial, infraestructura vial	9. Nivel de seguridad Bajo	10. Núm. de páginas 33
11. Preparado por:		
Paulo Ruiz Cubillo Geólogo, UGERVN	Ing. Ronald Naranjo Ureña Ingeniero Civil, UGERVN	Geógrafo. Paulo Vega Salas UGERNV
Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /
Ing. Jairo Sanabria. Ingeniero Civil UGERNV	12. Revisado por: Lic. Miguel Chacón. Asesor Legal	Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador UGERNV
Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /
13. Aprobado por: Ana Luisa Coordinador General PITRA		
Fecha: / /		

TABLA DE CONTENIDO

1. POTESTADES	4
2. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN	4
3. METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN	4
4. OBSERVACIONES SOBRE LOS DESLIZAMIENTOS EVALUADOS	5
4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	5
4.2 ANTECEDENTES DE LOS SITIOS EVALUADOS	6
4.3 GEOMORFOLOGÍA Y PENDIENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO	8
4.4 GEOLOGÍA DE LOS PUNTOS EVALUADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	9
4.5 CRITERIO UTILIZADO PARA VALORACIÓN DEL RIESGO	10
4.6 PATOLOGÍAS DETECTADAS EN LOS PUNTOS EVALUADOS	12
5. CONCLUSIONES GENERALES	23
6. RECOMENDACIONES	26
7. REFERENCIAS	27
8. ANEXOS	28
PUNTO 1. ESTACIONAMIENTO 58+586	28
PUNTO 2. ESTACIONAMIENTO 61+910	29
PUNTO 3. ESTACIONAMIENTO 66+035	33

1. POTESTADES

El presente informe se enmarca dentro de las funciones de evaluación bienal de la red vial nacional pavimentada que los Artículos 5 y 6 de la Ley No. 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, encomienda a la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LANAMMEUCR) “para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense”.

2. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

El objetivo de la evaluación es identificar las condiciones actuales de riesgo de los sitios con deslizamientos o hundimientos en el tramo entre la ciudad de San Ramón y el sector de Cambronero de la Ruta Nacional No. 1 (RN-1), que puedan generar una interrupción completa en el tránsito y una afectación directa a los usuarios. Los resultados de este informe son insumos para alertar a la Administración y para la toma de decisiones para establecer la óptima intervención que solucione la problemática en estos puntos.

3. METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN

Las evaluaciones que realiza la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN) del LanammeUCR incluyen entre otras actividades las inspecciones de campo, con el fin de complementar la información recabada en informes anteriores sobre el estado de los diferentes componentes de la infraestructura vial.

Esta evaluación “*in situ*” se encuentra enmarcada dentro de proyecto denominado “Evaluación y monitoreo de activos geotécnicos” a ser desarrollado durante el año 2021 en la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial del LanammeUCR.

Para la elaboración de este informe, se hizo una recopilación de antecedentes de los puntos evaluados. Se hizo una gira de campo el día 14 de enero del presente año durante la cual se evaluaron las condiciones geológicas, topográficas y de manejo de aguas superficiales de cada sitio. Además, se realizó un levantamiento fotogramétrico con un vehículo aéreo no tripulados

(VANT) Inspire 4 DJI. Posteriormente en la oficina se hizo una generación de modelos de elevación digital, un mosaico de ortofotografías, un análisis geomorfológico del sitio y un análisis de vulnerabilidad de las condiciones de los sitios evaluados.

4. OBSERVACIONES SOBRE LOS DESLIZAMIENTOS EVALUADOS

4.1 Ubicación de la zona de estudio

Este informe trata sobre la evaluación de tres puntos donde existen problemas de estabilidad de taludes y deslizamientos que atraviesan la carretera. Todos los puntos evaluados se encuentran en la Ruta Nacional N°1. Esta una de las rutas más importantes del país y comunica las principales ciudades del Valle Central como San José, Alajuela con la zona del Pacífico Central en Puntarenas y luego continua hacia Guanacaste hasta la frontera con Nicaragua (Figura 1.).

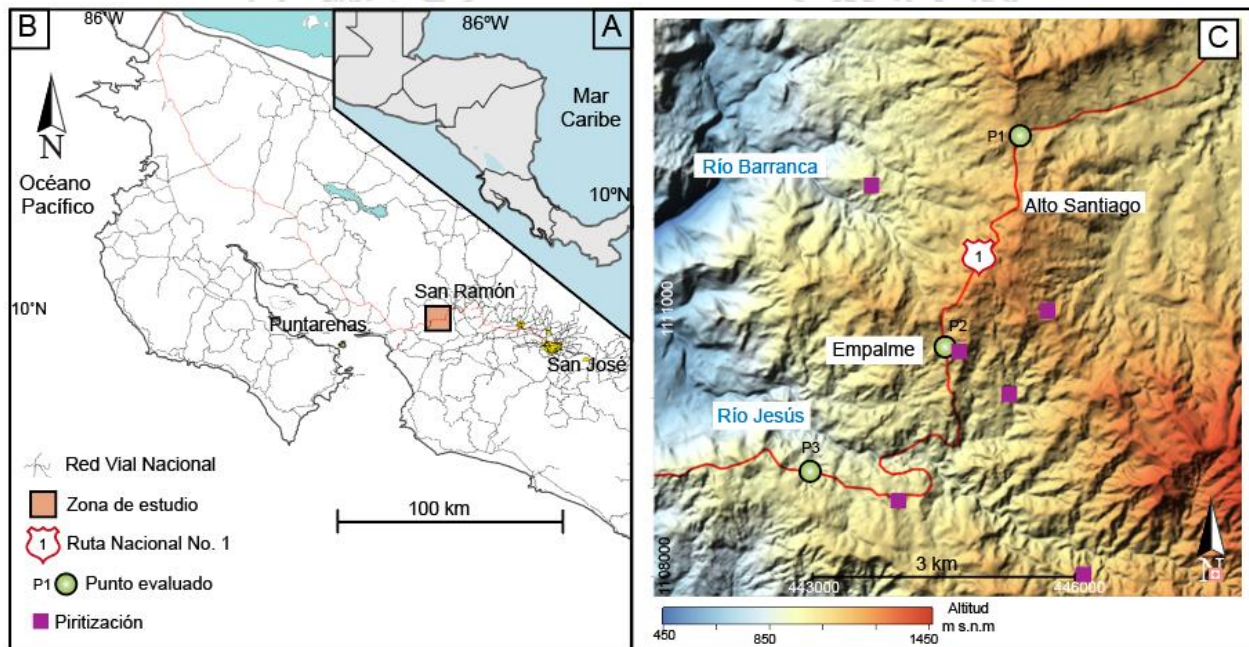


Figura No 1. Mapa de Costa Rica donde marca la zona evaluada mostrada en detalle en la en el modelo de elevación de la derecha con la ubicación de los tres puntos visitados para análisis de taludes y deslizamientos en la Ruta Nacional N° 1. A cada sitio, se le asignó una numeración para su identificación en los mapas y el cuadro 1.

EL tramo evaluado se encuentra entre San Ramón y Puntarenas, en el sector conocido como Cambronero. Esta ruta es una de las más importantes del país, siendo uno de los ejes estructurantes de interconexión logística consolidada de Costa Rica, esenciales para comercio internacional o regional por volumen de carga o participación en el comercio exterior del país y

en el contexto actual se considera, junto con el corredor San José – Caldera (Ruta Nacional No. 27) y la Ruta Nacional No. 3 (conocida como: El Aguacate) como uno de los ejes de conectividad con la zona Pacífica del país y parte de la redundancia de la red vial para esta zona.

La zona en estudio se caracteriza por ser una zona montañosa, escarpada y con procesos intensos de meteorización y erosión superficial natural y acelerada, en algunos casos por acción antrópica. Estos procesos propician la reptación del terreno y en algunos casos podrían ser los desencadenantes de procesos de remoción de masa más importantes. La zona de estudio presenta un sistema de drenaje dendrítico en microcuencas que fluyen desde las zonas con mayor altitud (1,450 m s.n.m.) hacia zonas más bajas (850 m s.n.m) y son tributarias de la cuenca del Río Barranca (Figura 1). Este sector coincide con varias zonas donde se ha encontrado puntos con procesos de piritización. Esto es acumulación de sulfuro de hierro (pirita) que al ser expuesto a las condiciones ambientales y humedad, tiene la capacidad de acidificar el agua y generar meteorización química intensa a las rocas y suelos cercanas.

Se evaluaron tres puntos específicos en este tramo debido a la presencia de deslizamientos que impactan directamente el funcionamiento de la carretera y que, de continuar sin una intervención adecuada podrían llegar a implicar un colapso completo de la ruta por el gran potencial de riesgo detectado. La ubicación exacta de los sitios evaluados se presenta en la figura 1 y en el cuadro 1.

Cuadro 1. *Coordenadas de la ubicación de sitios evaluados según la proyección CRTM-05.*

Código	Ubicación		Estacionamiento
	Este	Norte	
P1	445443.26	1113352.83	58+586
P2	444481.36	1110675.64	61+910
P3	443046.90	1109496.55	66+035

4.2 Antecedentes de los sitios evaluados

En los anexos se presentan una serie de imágenes satelitales tomadas de la plataforma de Google Earth desde el año 2002 y hasta el año 2020. En las imágenes del P1, se puede apreciar como entre el año 2002 y 2020 se han construido diferentes estructuras (casas, negocios, planteles, rellenos, etc) en los márgenes de la ruta, así como trabajos superficiales sobre la

calzada. En la visita de campo realizada para este informe, se observó una capa de 5 cm de asfalto recientemente colocada por las zonas de la ruta donde atraviesan las coronas del deslizamiento.

El Punto 1 (P1) es conocido como Alto Santiago y, según un artículo del periódico La Nación del año 2006, los problemas en este sitio y el Punto 2 (P2), se atribuyen a fallas geológicas detectadas desde 1967 durante la construcción de la Carretera Interamericana siendo la responsable de los problemas geotécnicos sobre el trazado de la carretera (Anexo-La Nación 2006). Diferentes medios de comunicación han documentado problemas y movimientos importantes que afectan la calzada y el tránsito en diferentes años 2005, 2006, 2007, 2011, 2019 y 2020. Todos ellos relacionados con la estación húmeda del sector Pacífico Central y precipitación extraordinaria generada por tormentas tropicales siendo las Huracanes Eta y Iota del año 2020 los últimos eventos relacionados que generaron lluvias que se pueden relacionar con movimientos en estos puntos.

En las imágenes satelitales de Google Earth (Anexos) del P2 se puede ver la evolución del deslizamiento en el P2 y como la ruta pasó tener un solo trazado en el año 2002 al separarse y presentar dos carriles uno en un nivel superior y otro en el nivel inferior del deslizamiento desde las imágenes del 2013 (Anexos). También, en las imágenes satelitales de diferentes años, se observa la conformación de rellenos y posteriormente la construcción de algunas estructuras cerca de la vía.

Las imágenes satelitales del P3 (anexos), muestran como entre el 2002 y 2013 en el sitio evaluado se construyó un muro de gaviones. Posteriormente, según reportes de vecinos de la zona, fue durante la tormenta Nate en el año 2017 que ese muro colapsó. Se puede apreciar de esa forma que a partir de las imágenes satelitales del año 2018 y hasta la del 2020 este sitio no ha sido atendido y que la RN-1 funciona solamente con un carril.

4.3 Geomorfología y pendientes de la zona de estudio.

Geomorfológicamente, la zona de estudio corresponde con laderas denudacionales de origen volcánico y sedimentario. Son laderas montañosas con pendientes moderadas a fuertes ($>16^{\circ}$ - 55°) producto de la meteorización y erosión intensa que se ha dado en las rocas del Grupo Aguacate y la Formación Punta Carballo por millones de años. Estas laderas son disectadas por valles fluviales con un patrón de drenaje dendrítico, donde en algunos casos sus márgenes pueden presentar pendientes fuertes (55°) como en el caso del valle fluvial del río Barranca (Figura 2). En el sector estudiado, la RN-1, atraviesa zonas con pendientes suaves en el sector noreste, pendientes moderadas y pendientes fuertes en el sector de El Empalme y hasta Esparza (Figura 2). Localmente como se analizará más adelante con modelos de elevación digital de mejor resolución de cada sitio estudiado específico, se verá como hay zonas con pendientes muy fuertes $>55^{\circ}$ a un lado de la ruta y muy vulnerable. Las zonas con laderas que presentan pendientes superiores a 33° en presencia de materiales muy meteorizados intrínsecamente presentan una mayor susceptibilidad a deslizarse por procesos de exceso de lluvia o sismos. En la zona de estudio, hay varios tramos de la RN-1 que podrían estar expuestas a estas condiciones.

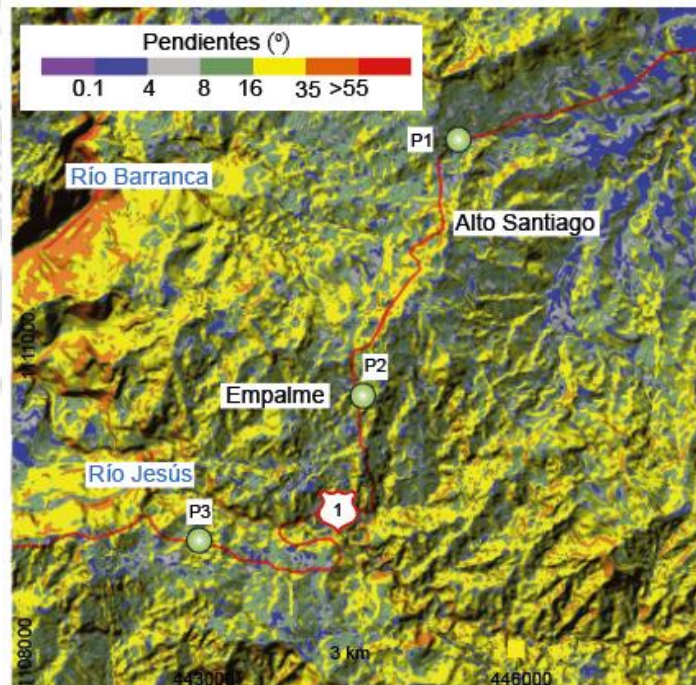


Figura No. 2. Mapa de pendientes de la zona de estudio. En el sector estudiado, la Ruta Nacional No. 1 atraviesa zonas con pendientes suaves en el sector noreste, pendientes moderadas y fuertes en el Empalme y hasta Esparza.

4.4 Geología de los puntos evaluados en la zona de estudio.

Según el mapa geológico escala 1:50 000 de la hoja Naranja, los materiales que afloran en el deslizamiento del Punto 1 (P1), corresponden con suelos regolitos que provienen de brechas y basaltos del Grupo Aguacate. Son materiales muy meteorizados y con un espesor mayor de 10 m, donde la roca madre se encuentra muy alterada y gran profundidad. Cerca del sitio P1, hay zonas con piritización y lateritización indicando una meteorización química intensa en los materiales que afloran en este sector. Así como una falla tectónica de desplazamiento de rumbo dextral a 1 km al este sitio que corta transversalmente la ruta con un rumbo NW-SE (Figura 3).

En el Punto 2, los materiales que afloran según el mapa geológico escala 1: 50 000 de la hoja Miramar son suelos que han resultado de la meteorización y erosión de una ignimbrita ácida con biotita que se correlaciona con la Formación Alto Palomo. Este material está muy meteorizado y además hay una zona de piritización que tiene potencial de acidificar las aguas de escorrentía y alterar aún más las rocas del sitio. En este punto, según el mismo mapa hay una falla tectónica de desplazamiento de rumbo dextral que, atraviesa la carretera con rumbo NW-SE. La presencia de esta falla, así como la piritización puede contribuir fuertemente a la inestabilidad de este sitio.

En el Punto 3, los materiales que afloran según el mapa geológico escala 1: 50 000 de la hoja Miramar son asociados con el Miembro Mata de Limón y corresponden con tobas e ignimbritas con intercalaciones de arenas fluviales. Hay una falla tectónica al este del sitio que atraviesa la carretera con un rumbo NW-SE.

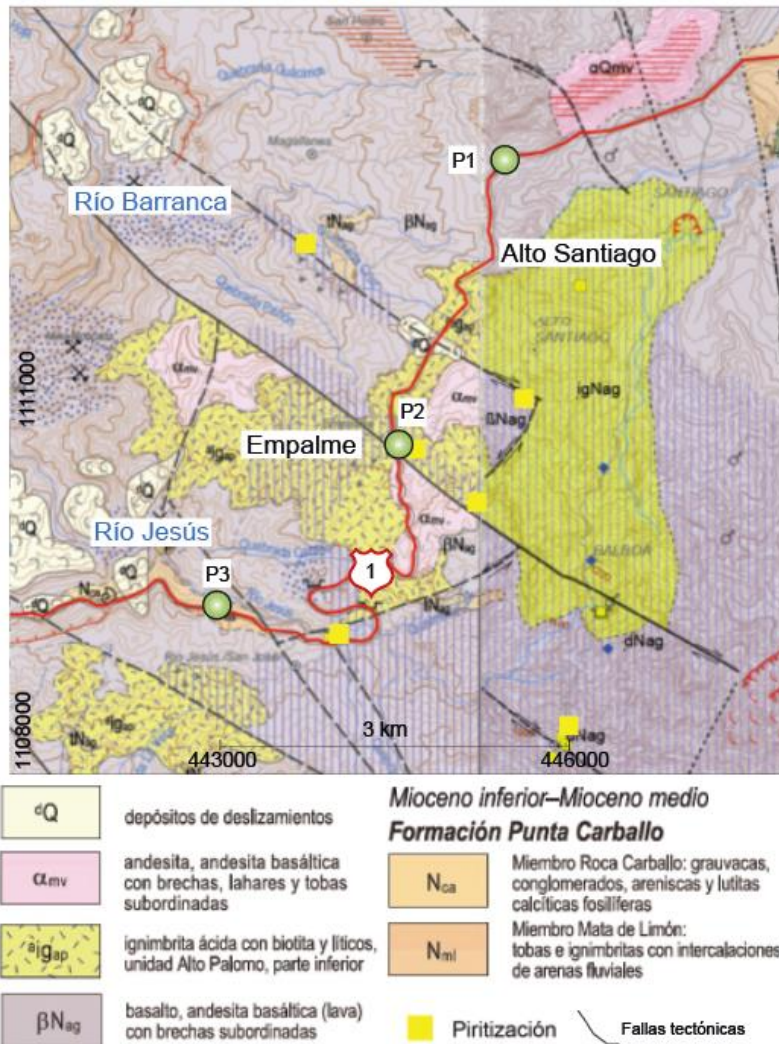


Figura No.3. Mapa geológico de la zona de estudio, donde se muestra la relación de los tipos de roca, suelo y fallas tectónicas con los puntos que se evaluaron en este trabajo. Este mapa es un compilado de los mapas escala 1:50 000 de las hojas Naranja y Miramar.

4.5 Criterio utilizado para valoración del riesgo

En el análisis de los puntos observados se incorpora una valoración técnica, por medio de observación y análisis del entorno de lo que se ha denominado "riesgo potencial de pérdida de conectividad" y se han definido tres niveles de riesgo potencia:

1. Riesgo potencial bajo, cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida parcial de la conectividad del

corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas o cuando la sección muestre algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables) o sea una ruta que forma parte de la red básica de acceso o de los conectores de Integración territorial definidos en el Plan Nacional de Transportes.

2. Riesgo potencial medio cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida significativa de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones importantes, pero con algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables) o sea una ruta que forma parte de la Red de Distribuidores Regionales definida en el Plan Nacional de Transportes.

3. Riesgo potencial alto cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida total de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones mayores y con poca o nula redundancia en la conectividad (inexistencia de rutas alternas o condiciones topográficas favorables) o sea una ruta que forma parte de la Red de Alta Capacidad definida en el Plan Nacional de Transportes

NOTA: Una adaptación de este criterio ha sido utilizado para valoración en el informe LM-IC-D-0955-2020 del 28 de octubre de 2020 y validado por la CGR en el informe de auditoría, Nro. DFOE-IFR-IF-00014-2020 del 14 de diciembre de 2020.

4.6 Patologías detectadas en los puntos evaluados

4.6.1 Punto 1 – Ruta Nacional No.1, Estacionamiento 58+586

En el P1 se encontraron evidencias *in situ* del movimiento de las laderas a los márgenes de la RN-1 así como en la calzada. Principalmente, se observaron grietas en el terreno y desniveles de hasta 60 cm generados por el movimiento que ocurre en sentido norte-sur. En el sitio también se observaron problemas en los sistemas de drenaje de aguas superficiales que podrían estar aumentando la vulnerabilidad del sitio a deslizarse. La grietas y desniveles también pudieron ser observadas en la ortofotografía y el modelo de elevación digital generado para este trabajo con el VANT. El trazado de estas morfologías se presenta en la Figura No. 4.

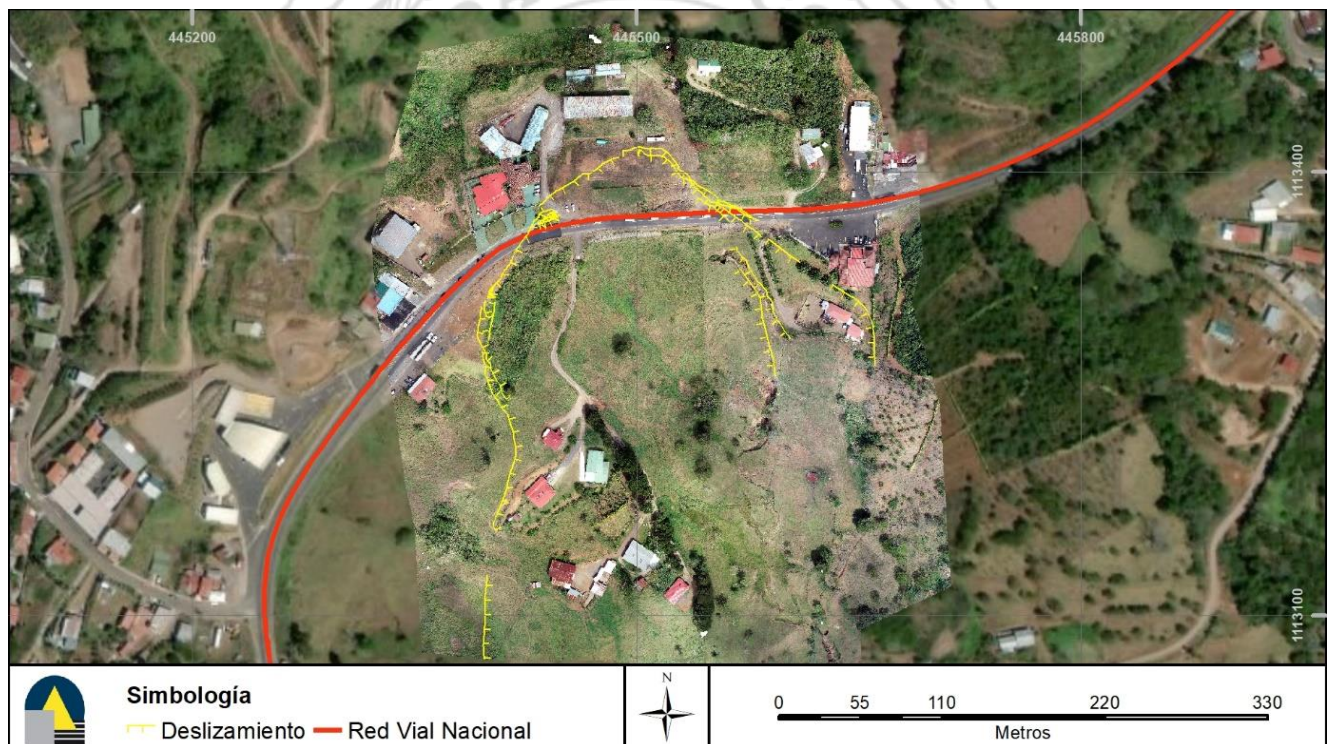


Figura No.4. Ortofotografía del sitio P1. Las líneas amarillas marcan la ubicación de las grietas observadas en el campo, así como en el modelo de elevación digital levantado con el VANT.

La figura No.4 muestra el patrón de falla detectado sobre la Ruta Nacional No.1 del país (línea amarilla), y que define la corona del deslizamiento. Como se puede observar en la figura, la corona atraviesa la ruta en dos sectores principalmente (ver fotografías de labores recientes) que muestra una morfología típica de este tipo de alteraciones y que se extiende varias decenas de

metros hacia una zona con asentamientos humanos, en las fotografías 1, 2, 3 y 4 se muestran elementos adicionales sobre la condición detectada en el sitio. Se puede identificar elementos de manejo de aguas superficiales, como drenajes superficiales y alcantarillas obstruidas, cuya ubicación y desembocadura coincide con los patrones de la falla detectados lo cual los constituye en elementos aceleradores de la falla y de la afectación sobre el pavimento.



Fotografía No.1:
Desnivel generado en el sector oeste de la corona del deslizamiento principal con una diferencia de altura de 60 cm aproximadamente.



Fotografía No.2:
Elementos de drenaje sub-superficial que muestran obstrucción dentro de la zona de inestabilidad detectada. Se evidencia la falta de mantenimiento en estos activos viales.

En el trabajo de campo, fue posible registrar labores de bacheo a lo largo de dos secciones completas de la ruta justo sobre la extensión del patrón de falla lo cual es un indicador de que

esta falla se encuentra activa, provocando un hundimiento reciente que afecta la condición superficial del pavimento de la RN-1 del país (ver figura No.5).



Figura No.5. Ubicación y registro de bacheos recientes sobre el trazado de la falla detectada. Se evidencia que es una falla activa que genera afectación sobre la Ruta Nacional No.1.

Adicionalmente se genera una proyección topográfica del sitio (ver figura No.6) a partir del modelo de elevación digital construido con las imágenes fotogramétricas tomadas con el VANT. En el modelo topográfico se puede apreciar la diferencia de nivel de 60 m metros en aproximadamente 365 metros de proyección en planta, situación que facilita la dinámica de la falla por falta de confinamiento, así como el flujo de las aguas sub-superficiales, incrementando el mismo efecto de inestabilidad detectado.

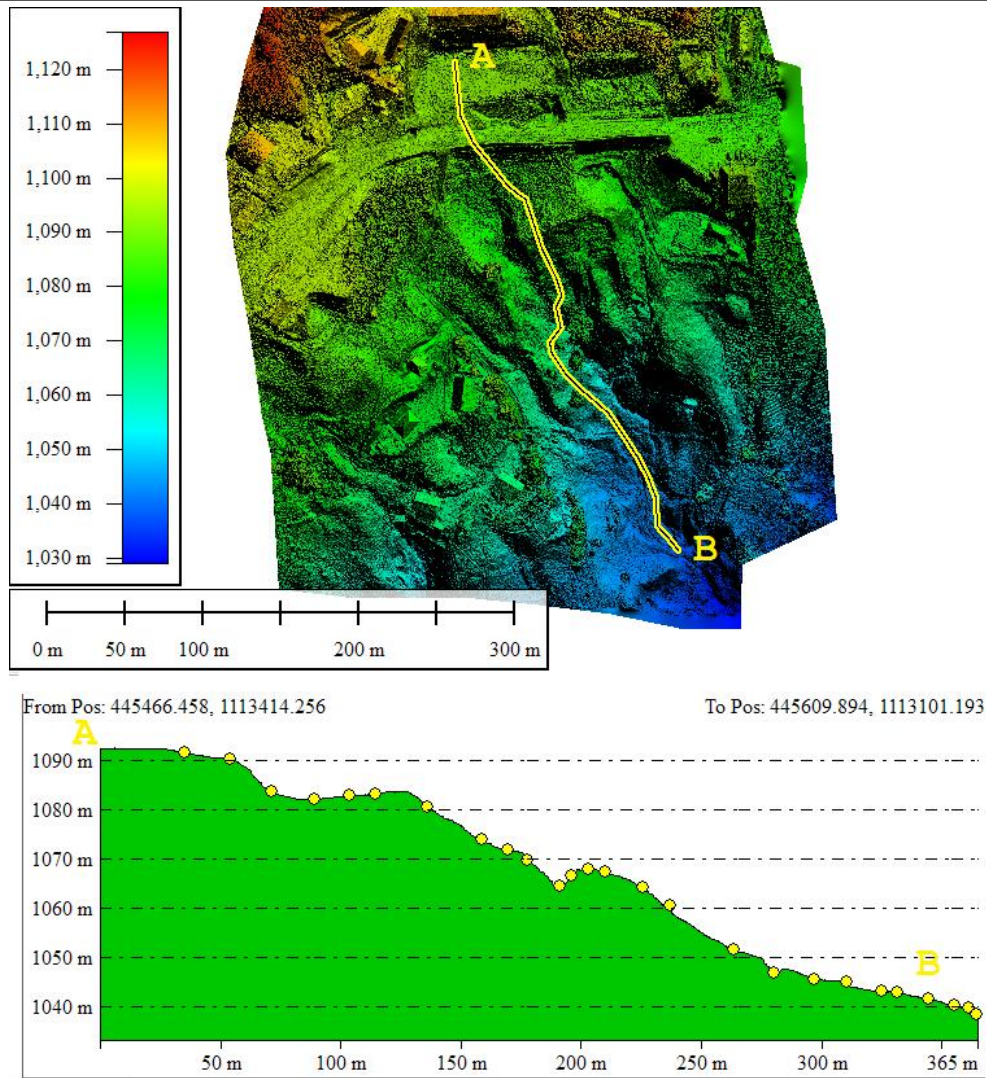


Figura No.6. Modelo de elevación digital del sitio P1, generado mediante técnicas de fotogrametría. En la sección inferior, se muestra un perfil topográfico de la zona de estudio.

Según los antecedentes de este sitio, la información que aparece en el mapa geológico de la zona y lo observado en el campo, tanto a nivel superficial como desde el aire con las fotografías aéreas así como la interpretación del modelo de elevación digital, se explica que en este sitio hay un deslizamiento rotacional, con movimiento norte-sur, en el que la RN-1 es atravesada por una de las coronas principales del deslizamiento, afectando el sistema de drenaje superficial y la capa asfáltica de la calzada.

La valoración del riesgo detectado en este punto es de **Riesgo Potencial Alto** con pérdida de conectividad, dado que se trata de una ruta de la Red de Alta Capacidad y de tratarse de una falla activa que muestra deterioros recientes.

4.6.2 Punto 2 – Ruta Nacional No.1, Estacionamiento 61+910

Este punto está ubicado en la zona conocida como El Empalme. Ha presentado problemas de estabilidad desde hace décadas y nunca ha sido intervenido de forma efectiva para resolver el problema que afecta la RN-1. En el sitio, se observaron grietas en el terreno y desniveles de más de 2,5 m, generados por el movimiento que ocurre en sentido este-oeste. En el sitio también se observaron problemas en los sistemas de drenaje de aguas superficiales que podrían estar aumentando la vulnerabilidad del sitio a deslizarse por la saturación del terreno. Las grietas y los desniveles también pudieron ser observadas en la ortofotografía y el modelo de elevación digital generado para este trabajo con el VANT. El trazado de estas morfologías se presenta en la Figura No. 7

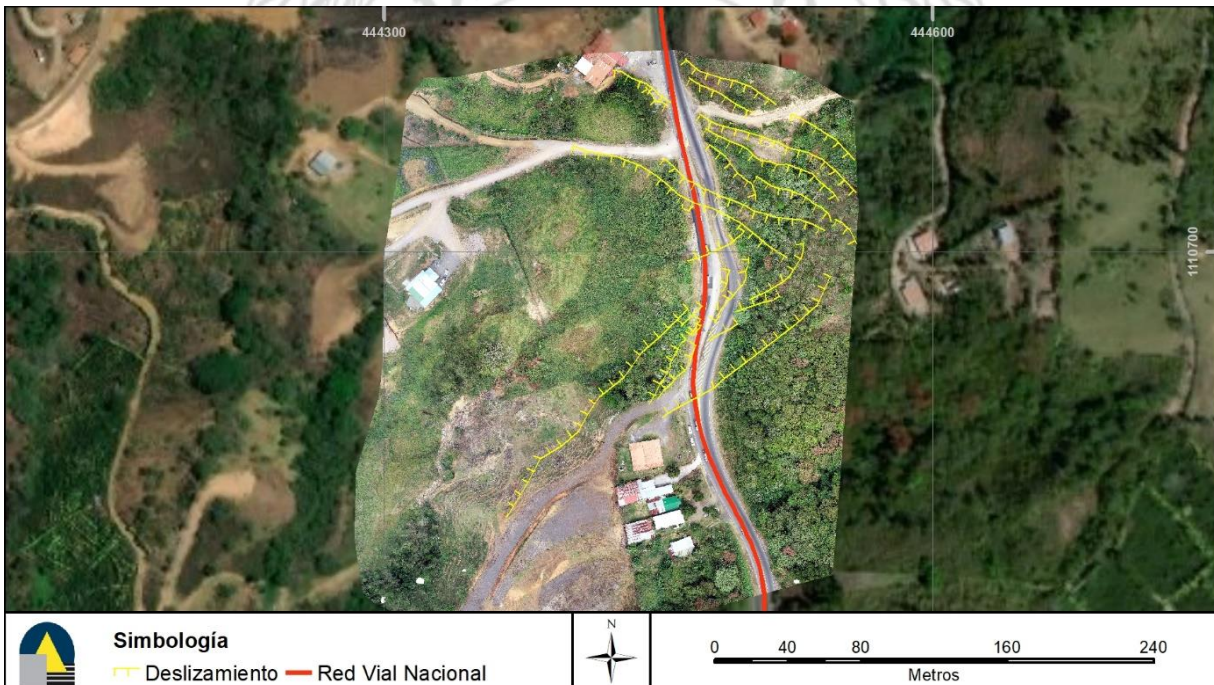


Figura No.7. Ortografía del sitio P2. Las líneas amarillas marcan la ubicación de las grietas observadas en el campo, así como en el modelo de elevación digital levantado con el VANT.

El sitio evaluado se encuentra dentro de la Red de Alta Capacidad y muestra una zona de falla activa que ha generado un importante desnivel entre un sentido y el otro de la vía (ver fotografía No.3)

La topografía del sitio impide una adecuada visibilidad vial y el hundimiento ha generado un cambio del trazado geométrico que obliga a disminuir de forma abrupta las velocidades de circulación.

En cuanto a elementos de seguridad vial, hay total ausencia de elementos de contención vial entre carriles y en la margen de la vía, ni siquiera se cuenta con elementos reflectivos que orienten al usuario en el cambio del trazado existente producto del hundimiento, a esto se une la ausencia de luminarias lo cual incrementa aún más el riesgo durante la noche. La ausencia de estos elementos de contención y seguridad vial pone en un alto riesgo a los usuarios de accidente y de invadir y caer en el carril contrario con una diferencia de nivel de aproximadamente 2,5 metros entre carriles (ver figura No.8).

Adicionalmente se identificaron labores recientes de bacheo, evidencia de que el deslizamiento se encuentra activo.



Fotografía No.3: Sitio de hundimiento sobre Ruta Nacional No.1. Nótese la ausencia total de elementos de seguridad vial y contención vehicular

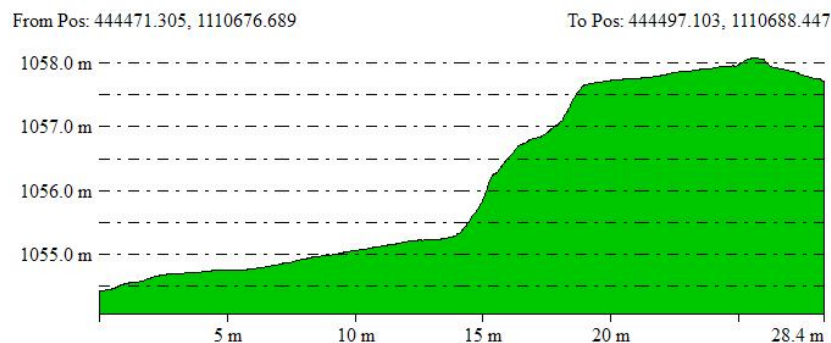
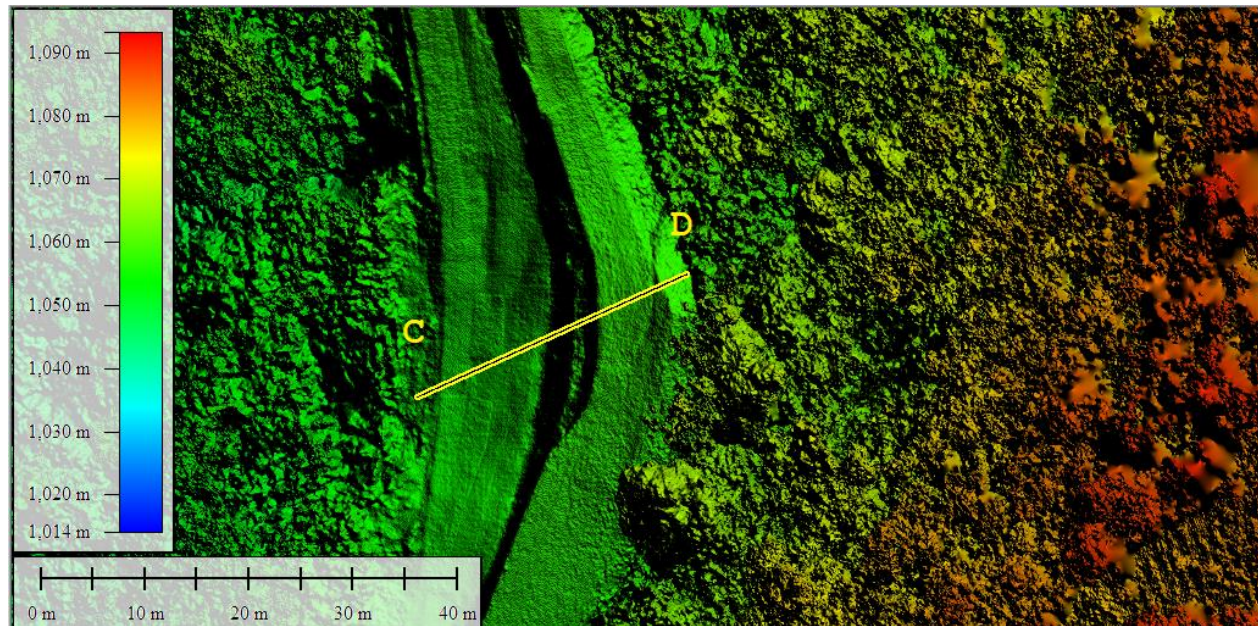


Figura No.8. Modelo de elevación digital del sitio P2, generado mediante técnicas de fotogrametría. En la sección inferior, se muestra un perfil topográfico del desnivel que hay entre los dos carriles de la ruta.

La valoración del riesgo detectado en este punto es de **Riesgo Potencial Alto** de pérdida de conectividad, dado que se trata de una ruta de la Red de Alta Capacidad y de tratarse de una zona de falla activa que muestra deterioros recientes. La ausencia de elementos de seguridad vial mínimos incrementa el riesgo potencial descrito.

4.6.3 Punto 3 – Ruta Nacional No.1, Estacionamiento 66+035

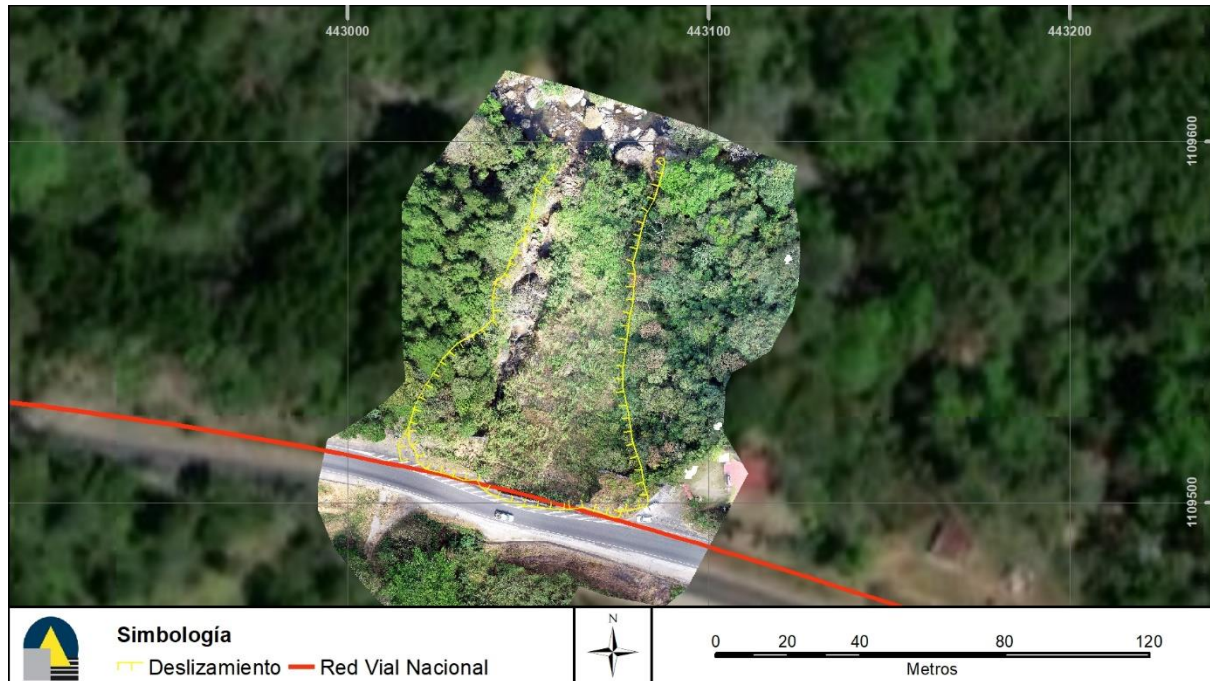


Figura No.9. Ortografía del sitio P3. Las líneas amarillas marcan la ubicación de las grietas observadas en el campo, así como en el modelo de elevación digital levantado con el VANT.

El sitio evaluado se encuentra dentro de la Red de Alta Capacidad y muestra una zona donde el colapso de la ladera norte ha disminuido la sección de paso a 4,37 metros (ver fotografía No.4), lo que ocasiona un paso alterno entre los usuarios de los dos carriles, es decir, una importante disminución del nivel de servicio en ese punto.

El colapso de la ladera deja una importante sección del carril que está en uso en condición de voladizo inestable y sin ningún elemento de estabilización, lo cual lo convierte en un riesgo potencial de colapso ante el paso permanente de vehículos pesados o algún evento climático de magnitud considerable.



Fotografía No.4: Sitio de colapso de ladera adyacente al paso vehicular en la Ruta Nacional No.1. Nótese la existencia de un tramo de la ruta en



Fotografía No.5: Vista en planta de la sección en uso. La distancia horizontal entre el tránsito vehicular y el borde del deslizamiento es de



Fotografía No.5: Vista en planta de la sección en uso. El ancho del carril que se está utilizando para el paso de vehículos es de 4.37 m aproximadamente.

El colapso de la ladera norte producto del huracán Nate en el 2017, provocó una pérdida del terreno de soporte de grandes magnitudes, con una diferencia de nivel de 30 metros entre la superficie de la rasante y el fondo de la quebrada (ver figura No.10). Adicionalmente se lograron detectar varias alcantarillas de gran tamaño obstruidas producto del colapso de la ladera lo cual incrementa la susceptibilidad del sitio a fallar por un inadecuado manejo de agua de la quebrada y escorrentía superficial.

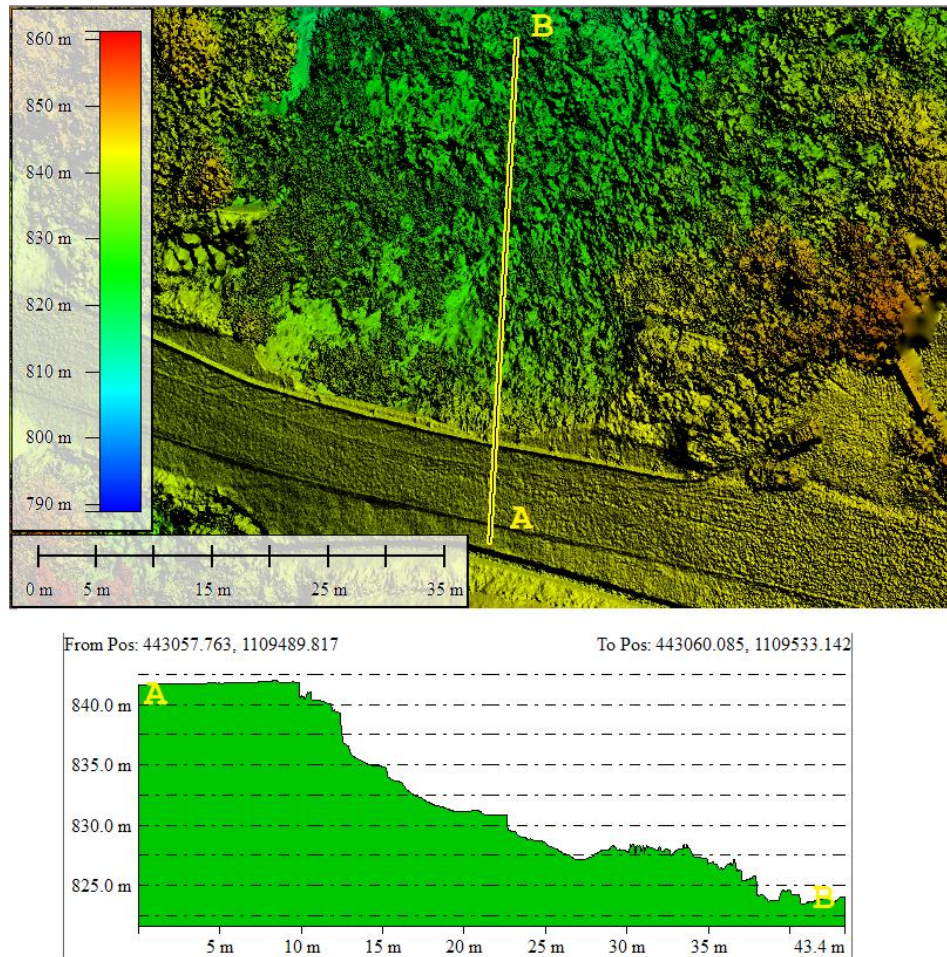


Figura No.10. Modelo de elevación digital del sitio P3, generado mediante técnicas de fotogrametría. En la sección inferior, se muestra un perfil topográfico de la calzada y la zona donde se dio la caída del muro de gaviones.

Mediante una superposición de las fotografías aéreas y el modelo de elevación digital se realizó una captura de imágenes del modelo de superficie que se muestra en la figura 11.



Figura No.11. Modelo de elevación digital y fotografías aéreas superpuestas para mostrar la situación actual del sitio P3.

La valoración del riesgo detectado en este punto es de **Riesgo Potencial Alto** de pérdida de conectividad, dado que se trata de una ruta de la Red de Alta Capacidad y de tratarse de una sección en voladizo inestable con un pobre manejo de agua sub-superficial. Se presume una intervención mayor para lograr la estabilidad del sitio.

5. CONCLUSIONES GENERALES

Las conclusiones presentadas aquí son de gran importancia ya que los tres sitios evaluados se encuentran sobre la Ruta Nacional No.1 que forma parte de la red de Alta Capacidad de Costa Rica y que es uno de los principales corredores de interconexión logística del país. Todos los sitios evaluados en este trabajo presentan una condición de **Riesgo Potencial Alto**, pérdida de conectividad alto, convirtiendo a la ruta en un eje sumamente vulnerable y de alta prioridad de intervención. En cuanto a la redundancia que presenta la red de conectividad con la zona Pacífica

se debe considerar que este corredor junto con la RN-27 son los principales ejes de comunicación y transporte de bienes y servicios, actualmente, la RN-27 presenta varios puntos de riesgo (Deslizamiento en km 38+600, deslizamiento km 41+000 y deslizamiento km 44+000) que de colapsar podrían afectar directamente la conectividad de este corredor lo cual incrementa la necesidad de mantener y intervenir de forma preventiva este corredor como elemento de soporte y redundancia.

Ante una eventual pérdida de conectividad en esta ruta el efecto económico y en la movilidad de los usuarios sería de alto impacto negativo por lo que se considera de alta prioridad.

La condición de los sitios amerita de intervenciones mayores para una solución permanente, sin embargo, dentro de las posibilidades de gestionar el riesgo evaluado, se detecta la posibilidad de realizar labores de mitigación inmediatas, bajo costo relativo y de alto impacto para la seguridad del usuario y disminución de la vulnerabilidad en los sitios.

5.1 Conclusiones específicas

- Geomorfológicamente, la sección de la Ruta Nacional No.1 donde se ubican los deslizamientos tratados en este informe, se encuentra ubicada en un sector con pendientes fuertes y muy fuertes, que son relacionadas con procesos denudacionales intensos (deslizamientos), y erosión de suelos. Por lo tanto, este sitio tiene una alta susceptibilidad de pendiente a generar deslizamientos.
- La zona de inestabilidad y afectación por fallas geológicas que son componentes activos de los deslizamientos ubicados en el P1 y P2 de este trabajo, se conocen desde la construcción de Carretera Interamericana y cada cierto tiempo (principalmente en la estación lluviosa) su movimiento es tan evidente en la calzada que la ruta tiene que ser intervenida para permitir el flujo de vehículos.
- De acuerdo con los antecedentes encontrados, los deslizamientos estudiados en los puntos P1 y P2 de este trabajo presentan mayor movimiento durante la estación lluviosa y especialmente si el país se ve afectado por tormentas tropicales o huracanes. La saturación de los suelos por el exceso de lluvia es detonante de que estos deslizamientos aumenten su movimiento y se vea reflejado en la carretera. No se descarta la posibilidad

de que estos deslizamientos puedan activarse de forma súbita debido a las aceleraciones de un sismo generado por una falla local o de subducción.

- En el punto P3 evaluado en este trabajo hace más de 3 años, durante la tormenta Nate, se presentó un deslizamiento en el carril externo, en el sentido de circulación San Ramón – Esparza. Este deslizamiento provocó la caída de un muro de gaviones que existía ahí. Posterior a ese evento, no se halló evidencia de obras de estabilización tendientes a contener el avance del deslizamiento o recuperar el ancho de la vía para el tránsito vehicular.
- Los deslizamientos estudiados en este informe ocurrieron en sitios donde los materiales que afloran pertenecen al Grupo Aguacate, y formación Punta Carballo. Hay otros puntos de la Ruta Nacional No. 1 que también tienen taludes en estas unidades geológicas. Debido a la incidencia de presentar deslizamientos y las características geotécnicas de estos materiales, se sugiere que los taludes relacionados con estas unidades geológicas, tienen una susceptibilidad litológica alta a generar nuevos deslizamientos que puedan afectar la Ruta Nacional No.1.
- Cerca del área de estudio existen varias fallas tectónicas locales que deberían ser estudiadas para determinar si es activa o no. En la zona, se han registrado eventos sísmicos de origen de subducción de magnitud importante en los últimos años que han generado aceleraciones máximas importantes. Por lo que la posibilidad de que otros deslizamientos sean disparados por sismos es muy probable.
- En el P3, el deterioro de la estructura de pavimento ha aumentado desde el año 2017 hasta la fecha. El material localizado en el borde del deslizamiento continúa deslizándose, esto reduce el ancho disponible para el tránsito vehicular y obliga a los usuarios a transitar más cerca del borde del deslizamiento el cual se encuentra en una condición de voladizo inestable, en claro detrimento de la seguridad vial.
- En el P3, El nivel de peligrosidad es elevado considerando la cercanía del deslizamiento con la calzada de la carretera.
- Con el inicio de la estación lluviosa 2021 es de esperar que el agua se infiltre en las grietas de los taludes evaluados que dan soporte al pavimento, provocando lavado de materiales finos, saturación del suelo e inclusive se pueden generar nuevos movimientos que afecten nuevamente las zonas reparadas.

- La señalización que existe en el sitio P2 está muy deteriorada y no logra prevenir de forma adecuada al usuario del peligro existente en la vía. En este mismo punto no se han colocado sistemas de contención para evitar que los vehículos salgan de la vía.
- En los P1 y P2 se presenta grietas que sugieren que el talud se está desplazando y el material en el frente de este deslizamiento puede eventualmente obstruir las cunetas o bloquear parte de la carretera.

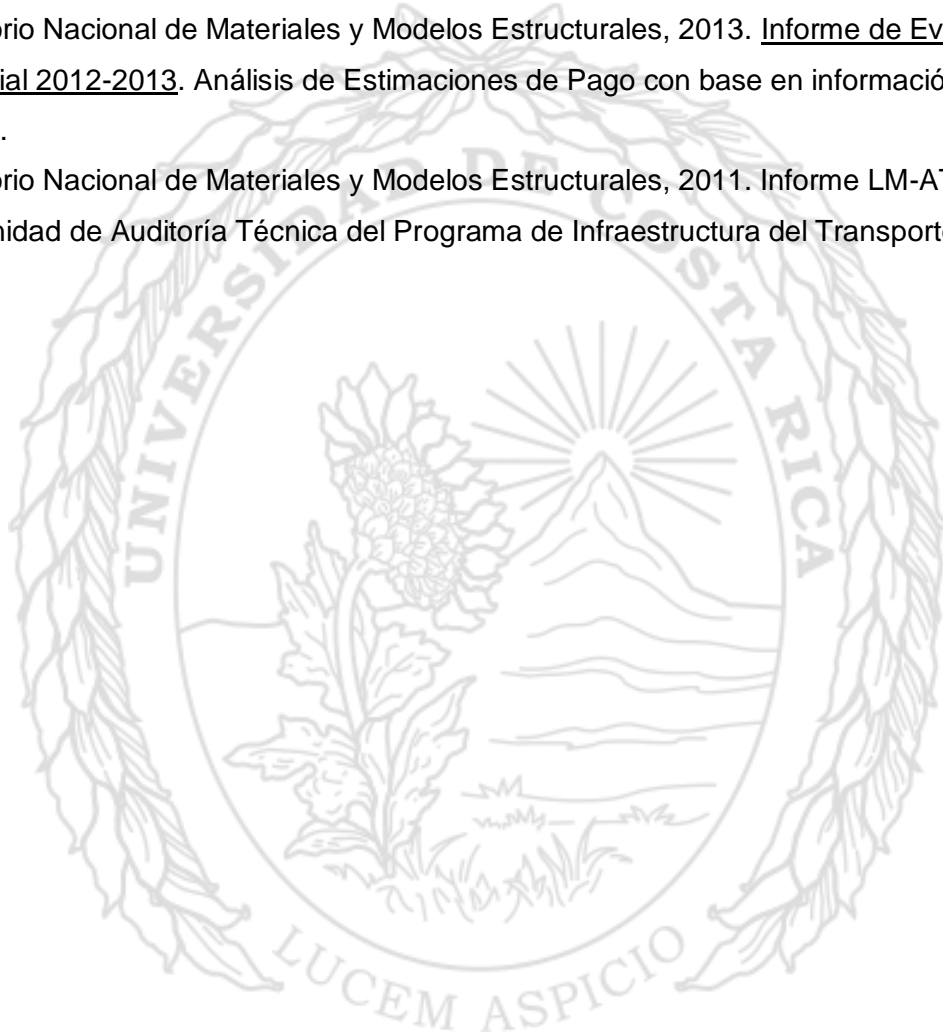
6. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Administración activa del Estado costarricense considerar las siguientes acciones para atender los puntos 1, 2 y 3 visitados en este informe sobre la Ruta Nacional N°1:

- Revisión de los temas tratados en este informe.
- Realizar estudios técnicos, diseño de soluciones y planes de mantenimiento, para todas las acciones que sean consideradas para la atención de los deslizamientos evaluados en este informe. Incluir planes de manejo de aguas en la solución integral del problema.
- Considerar en el diseño de las obras de estabilización las condiciones geológicas, sísmicas, tectónicas y geomorfológicas presentes en la zona de los deslizamientos.
- Se recomienda dar prioridad a la atención del deslizamiento del punto P3, con el fin eliminar el peligro que representa la circulación de vehículos en la zona cercana al borde del deslizamiento.
- Gestionar la pronta instalación de señalización y sistemas de contención vehicular adecuados para las condiciones del sitio.
- Realizar estudios para identificar otros sectores de esta Ruta Nacional que estén presentando condiciones similares de inestabilidad, afectando la seguridad de los usuarios.

7. REFERENCIAS

1. Huapaya, S & Rojas, V., 2012: Mapa Geológico de Hoja Naranjo (3346-III) – Escala 1: 50 000, Dirección de Geología y Minas, San José, Costa Rica.
2. Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2014: Registro de aceleraciones máximas. Página <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?id=Estaciones>, consultada el 06/02/2014.
3. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, 2013. Informe de Evaluación de la Red Vial 2012-2013. Análisis de Estimaciones de Pago con base en información de CONAVI.
4. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, 2011. Informe LM-AT-PI-079-2011. Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte.

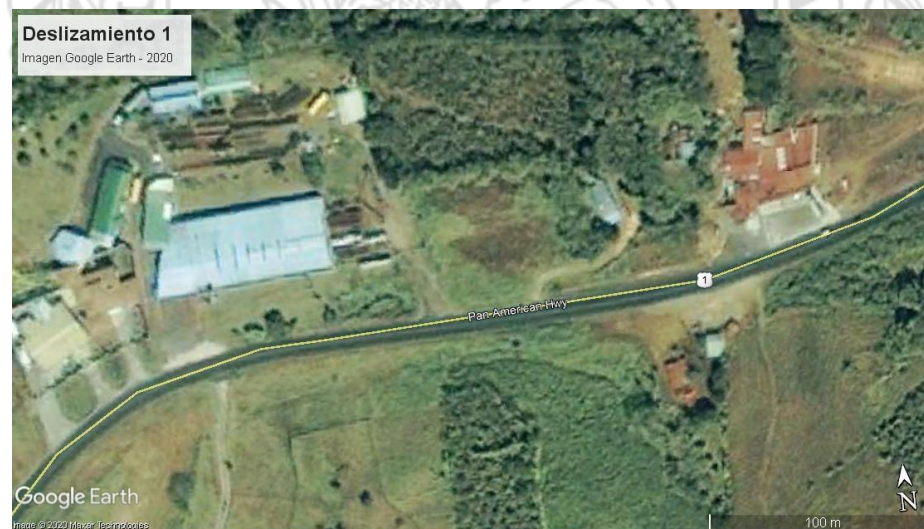


8. ANEXOS

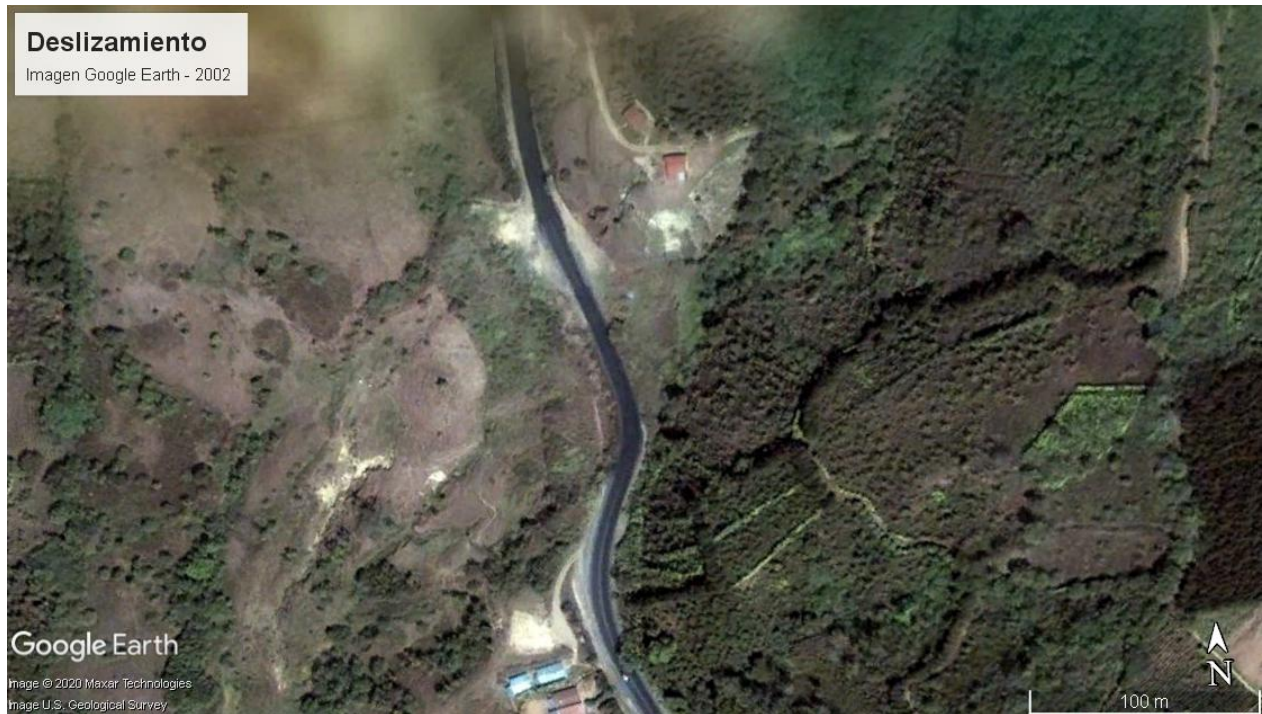
Evolución de los sitios visitados

Se presenta mediante imágenes satelitales de Google Earth la evolución y los cambios superficiales que han tenido los sitios visitados desde el 2004.

Punto 1. Estacionamiento 58+586



Punto 2. Estacionamiento 61+910









Punto 3. Estacionamiento 66+035









Búsqueda Avanzada

Sábado 12 de agosto, 2006
San José, Costa Rica.

Hora actual en CR: 2:32:20 PM

Menú principal

- Noticias**
 - ▶ Nacionales
 - ▶ Sucesos
 - ▶ Deportes
 - ▶ Internacionales
 - ▶ Economía
 - ▶ Aldea Global
 - ▶ Week in Review
 - ▶ Campeonato 2006-2007
- Editoriales y Opinión**
 - ▶ Opinión
 - ▶ Cartas
 - ▶ Chats
 - ▶ Foros
- Especiales**
- Noticiosos**
 - ▶ Especial Escogiendo Escuela
 - ▶ Traspaso de poderes
 - ▶ Campeonato futbol 2005-06
 - ▶ Elecciones 2006
 - ▶ Texto preliminar del TLC Costa Rica-EE.UU. y noticias publicadas
 - ▶ Listado Completo
- Ocio y Cultura**
 - ▶ Calendario 2006
 - ▶ Su | Do | Ku
 - ▶ Viva (Entretenimiento)
 - ▶ Ancora (Cultura)
 - ▶ Tiempo Libre
 - ▶ Teleguía
 - ▶ Proa (revista dominical)
 - ▶ La Nación en Imágenes
 - ▶ Cinemania
 - ▶ Tarjetas
 - ▶ Horóscopo
 - ▶ Crucigrama
 - ▶ Sitios Costa Rica

Servicios | Archivo | Escribanos | Fax gratis | Nacion.com en PDA, celular, e-mail, [RSS](#)

Noticias Nacionales:

Daños en Palmares y San Ramón, en ruta a Puntarenas

Fracasa arreglo en dos grandes hundimientos

Ninguna empresa se interesó en contrato para atender casos
Falla tectónica complica arreglo tras derrumbe; se requiere un puente

Esteban Oviedo
eooviedo@nacion.com



Una falla tectónica provocó un gran hundimiento en el Alto de Santiago, San Ramón, en la carretera San José-Puntarenas. La deformación alcanzó tal magnitud que el año pasado el Conavi debió hacer una excavación de unos 100 metros de largo para hacer este carril inferior. Mario Rojas

Un proyecto para reparar la vía San José-Puntarenas en los puntos donde hay dos grandes hundimientos fracasó por falta de ofertas empresariales.

Uno de los derrumbes está cuatro kilómetros al oeste de la entrada a San Ramón, en el Alto de Santiago, y el otro un kilómetro al oeste del cruce a Palmares.

http://www.nacion.com/ln_ee/especiales/salud/2006/mayo/19/

1967

Falla del Alto de Santiago fue detectada desde 1967 durante la construcción de la Interamericana

En octubre pasado la falla ensanchó tanto el sector hundido que la vía colapsó, por lo que las autoridades debieron construir un paso altemo.

En tanto, el derrumbe de Palmares provocó hace varios años la pérdida de un carril en un tramo de unos 50 metros y desde entonces no ha sido reparado.

El Consejo Nacional de Vialidad (Conavi) sacó el 13 de julio a concurso público un contrato para diseñar y construir la reparación de ambos sitios mediante obras de contención y la restitución de la carretera.

Sin embargo, ninguna empresa participó, según informó Karla González, ministra de Obras Públicas y Transportes.

Falla compleja. Rodolfo de León, gerente de la firma de ingenieros Cacisa, explicó que su compañía no participó en el concurso por razones de negocios, pero comentó que el proyecto era muy riesgoso para cualquier empresa.

El gerente de Cacisa dijo que las constructoras debían ofrecer un costo fijo por ambas reparaciones, el cual en la práctica podía crecer mucho por la complejidad de la falla del Alto de Santiago. En su criterio, en este último punto lo mejor sería construir un puente.

Rodolfo de León agregó que habría sido mejor gestionar un primer contrato para diseñar la solución requerida, y luego hacer otro concurso para contratar la ejecución con base en la información real de los costos.

Falla histórica. Jorge Arturo Castro Herrera, ingeniero civil que participó en la construcción de la carretera Interamericana en 1967, comentó que la falla del Alto de Santiago fue detectada desde esa época.

Última Hora

- ▶ Sala de Redacción
- ▶ Costa Rica Hoy
- ▶ Centroamérica Hoy
- ▶ Latinoamérica Hoy
- ▶ Mundo Hoy
- ▶ Fútbol en Costa Rica
- ▶ Fútbol en América
- ▶ Fútbol en el Mundo
- ▶ Otros Deportes
- ▶ Economía en América
- ▶ Economía en el Mundo

Volver a Portada

Estado del tiempo

San José
27-16°C
Limon
30-23°C

Página Meteorológico

Especiales

- ▶ Especial de salud: Bienestar integral
- ▶ Festival Imperial
- ▶ Inventario completo

Galería Comercial

- ▶ Suplemento Metro
- ▶ Tarifario Grupo Nación
- ▶ Suplemento comercial Mano a mano
- ▶ Anúnciese en nacion.com
- ▶ Suscríbese a La Nación
- ▶ El Empleo.com
- ▶ Economicos.com

Enlaces comerciales:

- [Empleo técnico](#)
- [Costa Rica Negocios](#)

Not Found

Además...

- ▶ Obituario
- ▶ Diario Oficial La Gaceta

22/1/2021

Nacion.com, San José, Costa Rica [Nacionales]

formato **RSS**
▶ Noticias por e-mail

Quiénes somos

- ▶ Teléfonos, fax y direcciones de La Nación
- ▶ Preguntas frecuentes nacion.com
- ▶ Ver edición más actual de nacion.com
- ▶ Equipo de nacion.com
- ▶ Emails de Redacción
- ▶ Trabaje en Grupo Nación

"Lo que pasó es que para superarla se requería de un costo muy elevado y los fondos se estaban acabando. Lo que procede es un puente. Es una falla lenta, pero activa, y detenerla es imposible. La tierra se está moviendo", explicó Castro.

Pedro Castro, viceministro de Obras Públicas, reconoció que el concurso ofrecía poco espacio a las empresas para estimar los costos de construcción.

Ahora el Conavi trabaja en elaborar un nuevo concurso que ofrezca más flexibilidad a las compañías para calcular los costos reales.



Este hundimiento, un kilómetro al oeste de la entrada a Palmares, tiene varios años.
Zoyia Rita Mora para LN



Un derrumbe socavó en octubre la vía a Jacó cerca de la entrada a Punta Leona.
Mario del Vecchio para LN



Derrumbe camino a Tibás, después del puente del Virllia.
Jorge Castillo