



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

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

**INFORME DE FISCALIZACIÓN**

LM-PI-UGERVN-003-14

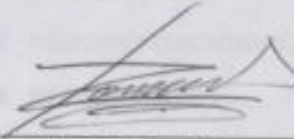
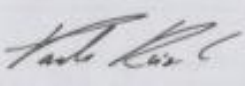


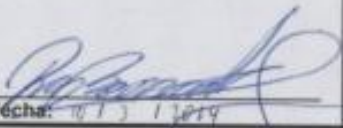
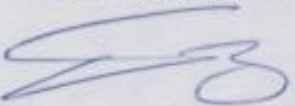
**RUTA NACIONAL N°1  
DESLIZAMIENTO EN ESTACIONAMIENTO 44+400  
SECCIÓN 20032  
NARANJO, ALAJUELA**

San José, Costa Rica

Marzo, 2014



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-03-2014		2. Copia No.1
3. Título INFORME DE FISCALIZACIÓN, RUTA NACIONAL N°1 Deslizamiento en Estacionamiento 44+400, Sección 20032, Naranjo, Alajuela		4. Fecha del Informe Marzo 2014
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 <i>Funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional, realizaron en el mes de enero del presente año una gira de fiscalización en la Ruta Nacional No1. Con el fin de recabar información sobre el estado actual de los deslizamientos que se han presentado desde hace varios años en el tramo comprendido entre la intersección a Naranjo y el cruce hacia Palmares, los cuales no han sido intervenidos.</i> <i>En el kilómetro 44+400, 3,8 km después de la intersección a Naranjo (sentido Naranjo – Palmares) se localiza un deslizamiento con un alto potencial de afectar nuevamente la estabilidad de la carretera. La condición que presenta el talud y la cercanía con el paso vehicular ameritan una pronta intervención, con el fin de salvaguardar la seguridad de los usuarios, recuperar el ancho de vía y evitar cierres en la principal ruta nacional.</i>		
8. Palabras clave Ruta Nacional No.1, taludes, deslizamiento, seguridad vial, infraestructura vial	9. Nivel de seguridad Bajo	10. Núm. de páginas 20
11. Preparado por:		
Ing. Ronald Naranjo Ureña Ingeniero Civil UGERVN  Fecha: 7 / 3 / 2014	Geól. Paulo Ruiz Cubillo, Ph.D. Geólogo UGERVN  Fecha: 10 / 3 / 2014	Ing. José Francisco Garro Mora, M.Geo. Ingeniero Civil UGERVN  Fecha: 10 / 3 / 2014
12. Revisado por:	13. Aprobado por:	
Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal  Fecha: 10 / 3 / 2014	Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador UGERVN  Fecha: 10 / 3 / 2014	Ing. Luis Guillermo Loria Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  Fecha: 10 / 3 / 2014

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. POTESTADES</b> .....	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVO DE LA FISCALIZACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>3. METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA FISCALIZACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4. OBSERVACIONES SOBRE EL DESLIZAMIENTO EN EL KILÓMETRO 44+400</b> .....	<b>5</b>
UBICACIÓN.....	<b>5</b>
GEOLOGÍA DEL SITIO.....	<b>6</b>
SISMICIDAD Y TECTÓNICA.....	<b>8</b>
GEOMORFOLOGÍA Y PENDIENTES DEL SITIO.....	<b>9</b>
COMPARACIÓN DE OBSERVACIONES DEL 2011 Y 2014.....	<b>10</b>
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.....	<b>16</b>
REVISIÓN DE INVERSIONES.....	<b>16</b>
<b>5. OTROS DESLIZAMIENTOS CERCANOS</b> .....	<b>17</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>19</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>21</b>
<b>8. REFERENCIAS</b> .....	<b>21</b>

## 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 (LanammeUCR) “*para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense*”.

## 2. OBJETIVO DE LA FISCALIZACIÓN

El objetivo de la fiscalización fue evaluar y dar seguimiento al estado de varios deslizamientos que se han presentado en la Ruta Nacional N°1, en el tramo comprendido entre la intersección a Naranjo y el cruce hacia Palmares. Con el fin de aportar a la Administración activa del Estado costarricense elementos a considerar en la toma de decisiones y en la ejecución de acciones correctivas y/o preventivas en esta carretera.

## 3. METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA FISCALIZACIÓN

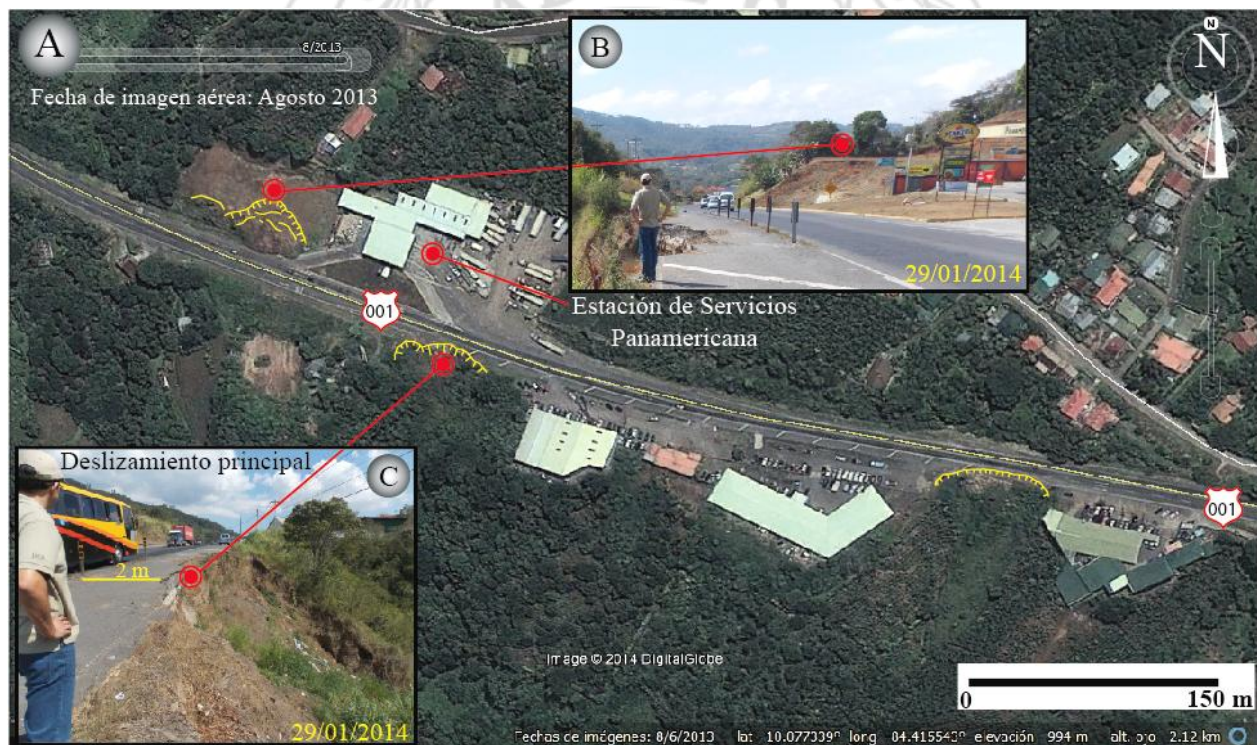
Las evaluaciones que realiza la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR incluyen entre otras actividades las inspecciones de campo, con el fin de complementar la información recabada sobre el estado de los diferentes componentes de la infraestructura vial.

Para la elaboración de este informe, el 29 de enero del presente año funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional inspeccionaron el tramo comprendido entre la intersección a Naranjo y el cruce hacia Palmares, en la Ruta Nacional N°1. Se registraron las condiciones que presentan varios deslizamientos a lo largo de este tramo. Las principales características registradas fueron el tipo y la condición del material que conforma los taludes, la exposición a agentes erosivos, la altura, la pendiente y la cercanía con la vía, así como otras observaciones sobre las condiciones existentes en el sitio.

## 4. OBSERVACIONES SOBRE EL DESLIZAMIENTO EN EL KILÓMETRO 44+400

### Ubicación.

Este informe trata sobre varios deslizamientos localizados en la Ruta Nacional N°1, específicamente se evalúa el deslizamiento ubicado en el kilómetro 44+400, en el lado izquierdo de la vía en el sentido San José – San Ramón, frente a la Estación de Servicios Panamericana (ver Figura N°1). En las coordenadas 454880.187 E – 1114130.229 N (Proyección CRTM-05).



**Figura N°1.** A) Ubicación de la zona de estudio. En esta imagen aérea de Google Earth, se observan tres deslizamientos, dos de ellos en los taludes del costado sur de la Ruta Nacional N°1 y otro en un talud al costado norte de esta ruta, a la par de la Estación de Servicio Panamericana. B) Vista lateral de talud y terraza donde se ha presentado un deslizamiento. C) Fotografía de detalle del deslizamiento principal evaluado en este informe, se observan los automóviles transitando a muy poca distancia (~2 m) de la corona del deslizamiento.

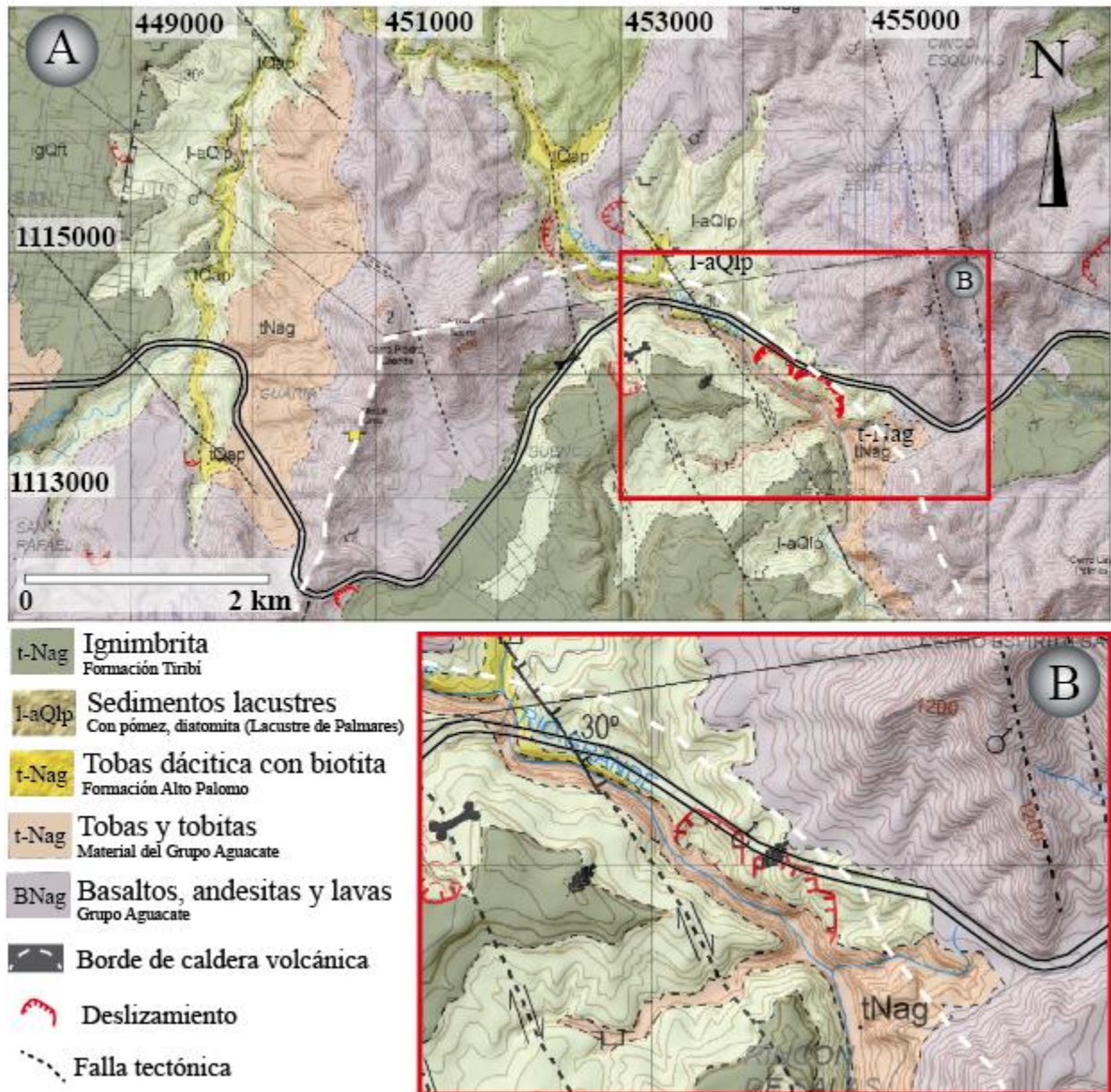
## Geología del sitio.

Las formaciones geológicas presentes en las inmediaciones del sitio del deslizamiento analizado, corresponden con materiales de origen volcánico y sedimentario. Se presenta en la figura N°2 una sección del Mapa Geológico de la hoja topográfica 1: 50 000 Naranjo publicada por Huapaya y Rojas (2012), que incluye el sitio de estudio. En este mapa geológico del año 2012, ya se habían incluido al menos dos deslizamientos que afectan directamente la Ruta Nacional No. 1 y otros en la zona.

Las litologías presentes en la sección del mapa geológico de la Hoja Naranjo presentes en la figura N° 2 son: Basaltos, andesitas, lavas, tobas y tobitas muy alteradas del Grupo Aguacate. Tobas dácíticas con biotita de la Formación Alto Palomo, ignimbritas de la Formación Tiribí y Sedimentos Lacustres de la Unidad Lacustre Palmares.

El deslizamiento principal y estudiado aquí, ocurrió en un sitio donde afloran materiales de la Unidad Lacustre Palmares, la cual está constituida por: sedimentos finos, laminados que presentan un color blancuzco, con presencia de pómez de color café y/o diatomitas. Tiene un espesor de varios metros y en ella se han encontrado improntas de plantas así como restos óseos de vertebrados (Huapaya y Rojas 2012).

Los otros deslizamientos ubicados en la zona de estudio también ocurrieron en sedimentos de la Unidad Geológica Lacustre Palmares. Es importante destacar, que en otros sitios de la Ruta Nacional No. 1 existen taludes que también cortan este tipo de sedimentos, (figura No.2). Debido a la recurrencia de presentar deslizamientos y las características geotécnicas de estos materiales, se apunta a que los taludes tengan una susceptibilidad litológica alta a generar nuevos eventos que puedan afectar la Ruta Nacional No.1.



**Figura N°2.** A) Sección del Mapa Geológico de la hoja Naranjo. En el recuadro rojo se muestra la zona de estudio y la ubicación de los deslizamientos que actualmente están presentes en esta parte del mapa. B) Detalle de la zona de estudio, donde se observa la relación entre los deslizamientos y la unidad de sedimentos lacustres.

## Sismicidad y tectónica

A menos de un kilómetro de distancia, hacia el suroeste del sitio de interés, existe un falla tectónica que podría estar contribuyendo a la alteración hidrotermal de los suelos de los alrededores del sitio y que de tener actividad podría ser una potencial fuente disparadora de más deslizamientos en la zona. No existen estudios neotectónicos que relacionen directamente sismicidad con estas fallas. Sin embargo, cerca del área de estudio se han registrado eventos de magnitud importante en los últimos años que si han generado aceleración máximas importantes.

La información de las 3 estaciones acelerográficas del Laboratorio de Ingeniería Sísmica (LIS) del Instituto de Investigación en Ingeniería (INII), de la Universidad de Costa Rica, más cercanas al sitio de estudio, con la aceleración máxima (PGA) registrada desde la fecha de instalación del equipo, se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°1.** Máximas aceleraciones registradas en las tres estaciones del LIS más cercanas al sitio de estudio.

Estación (LIS)	Distancia al sitio de estudio (km)	Aceleración Máxima registrada PGA ( $\text{cm/s}^2$ )	Fecha de Sismo	Magnitud de sismo Mw	Profundidad de sismo (km)	Distancia entre epicentro y estación (km)
APMR	3,26	204,09	05/09/2012	7,6	14,2	127
ASRM	7,22	262,92	05/09/2012	7,6	14,2	125
AGRE	13,08	161,21	13/05/2011	5,8	72,8	12

Fuente: LIS consultado el 06/02/2014.

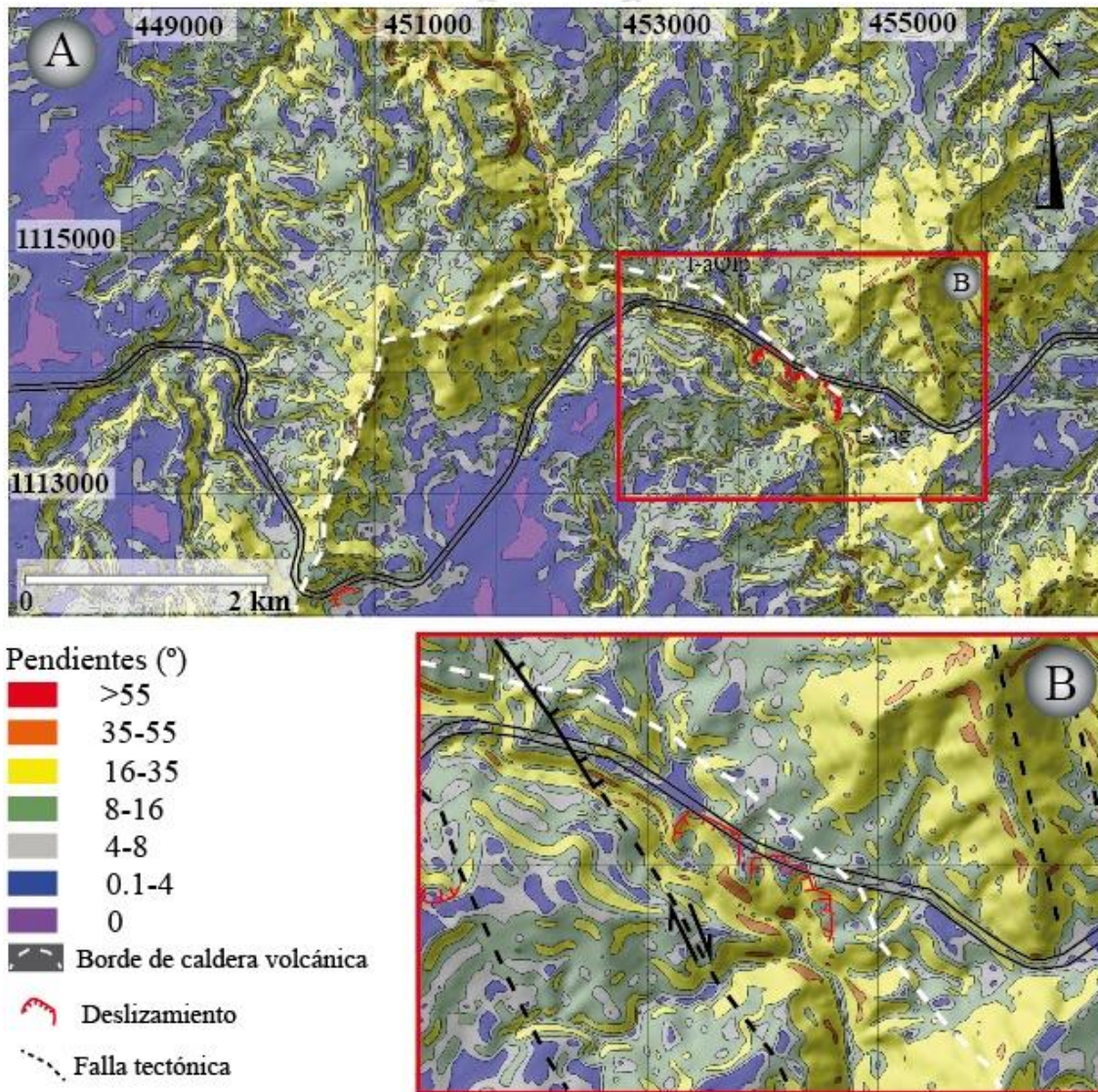
La máxima aceleración horizontal registrada en estas tres estaciones desde su instalación es de:  $262,92 \text{ cm/s}^2$ , es decir  $2,63 \text{ m/s}^2$ , la cual expresada en términos de la aceleración de la gravedad es de  $0,27g$ .

Se recomienda tener en cuenta estos registros históricos de aceleración para en el diseño de las obras de estabilización en este sitio, así como los registros de las otras estaciones no consideradas en el cuadro N°1, para los periodos de tiempo que se consideren necesarios, según el criterio de los profesionales responsables y la legislación nacional correspondiente.



### Geomorfología y pendientes del sitio.

La sección de la Ruta Nacional No.1 donde se ubican los deslizamientos tratados en este informe, se encuentra ubicada en el sector noreste del borde interno de la Caldera Palmares. Esta forma geológica (ver figura N°3), consiste en una depresión topográfica, casi circular originada por actividad volcánica.



**Figura N°3.** A) Mapa de pendientes de la zona de estudio. Se puede apreciar como una sección de la Ruta Nacional No. 1 está construida en los taludes internos de la parte noreste de la Caldera volcánica de Palmares, sitio donde las pendientes pueden alcanzar hasta los 55°. B) Detalle de la zona de estudio con fallas tectónicas localizadas en las inmediaciones.

Las laderas de esta caldera presentan pendientes promedio entre 16 y 35°. Cerca del kilometro 44+400 hay sitios donde las pendientes superan los 35°. Estos valores de pendientes fuertes y muy fuertes, son relacionados con procesos denudacionales intensos (deslizamientos), y erosión de suelos. Por lo tanto este sitio tiene una alta susceptibilidad a generar deslizamientos por la condición de las pendientes.

### **Comparación de observaciones del 2011 y 2014.**

El deslizamiento principal objeto este informe tuvo lugar hace al menos 3 años. Presenta una longitud de ~ 23 metros en la sección de la corona principal, la cual tiene su borde a tan solo ~ 2 m de distancia del carril que está siendo utilizado por los vehículos.

La profundidad del escarpe supera los 10 metros y actualmente sigue presentando problemas de inestabilidad que continúan sin ser atendidos, pese a que desde el 2011 ya se habían identificado.

El peligro que representa este deslizamiento ya fue advertido en el año 2011 mediante el informe LM-AT-PI-079-2011, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR. En dicho informe fueron identificadas varias condiciones críticas que presenta este deslizamiento, las cuales al día de hoy no han sido atendidas. El informe recomienda *“realizar los estudios, diseños y construcción de obras de estabilización para los deslizamientos, que correspondan con las necesidades reales del caso.”*

La pérdida de material en la parte superior del deslizamiento, así como el estrechamiento de la calzada para el tránsito vehicular han avanzando en los últimos años. Esto se puede apreciar en las figuras N°4 y N°5.



**Figura N°4.** Avance del deterioro en el costado este del deslizamiento entre los años 2011 y 2014.



**Figura N°5.** Avance del deterioro en el costado oeste del deslizamiento entre los años 2011 y 2014.

Según se puede apreciar en las figuras anteriores, el material que se encontraba en voladizo en el 2011 ya se ha deslizado, consecuentemente se ha reducido la distancia entre el borde del deslizamiento y la zona en la cual transitan los vehículos, la cual es ahora de aproximadamente 2 m (ver también la figura N°8). Además, el sitio está siendo utilizado como botadero para maleza y escombros, lo cual no favorece la estabilidad del talud, disimulando además la condición real y el peligro que este deslizamiento representa.

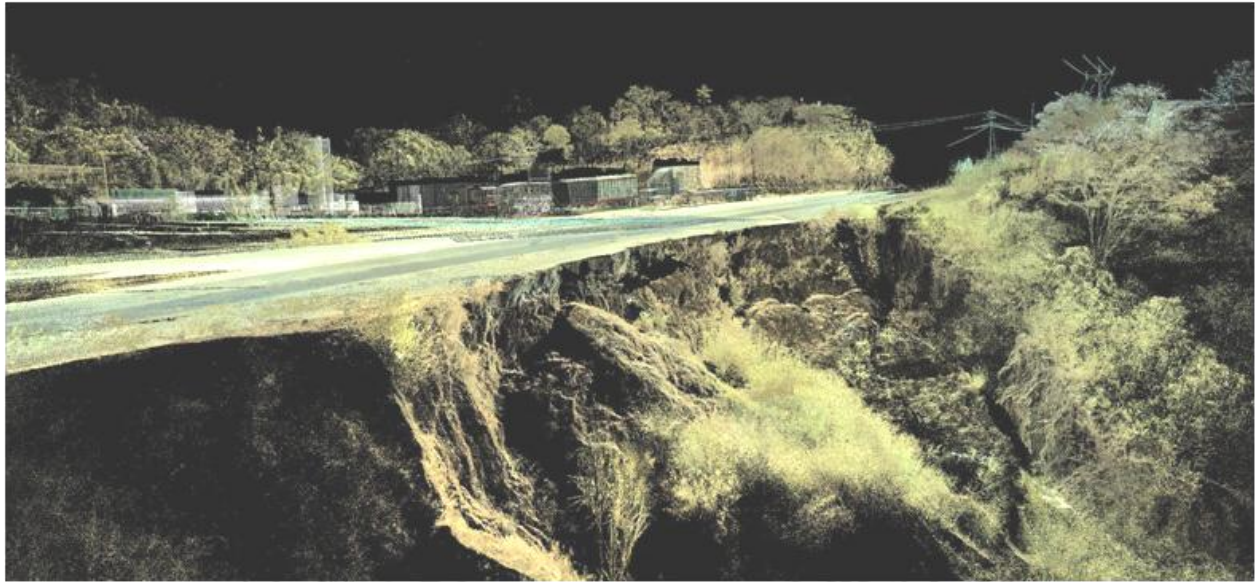
Según se pudo observar, los suelos del talud que dan soporte a la carretera están expuestos a los agentes erosivos y han sufrido varios ciclos de lluvias y época seca. Esta vulnerabilidad provoca el lavado de suelos finos, así como agrietamientos por los cuales se infiltra el agua, se satura el suelo y se disparan nuevos deslizamientos.

Mediante el equipo de escaneo digital de la Unidad de Evaluación de la Red Vial del PITRA se obtuvo el registro digital tridimensional de la condición actual del deslizamiento.

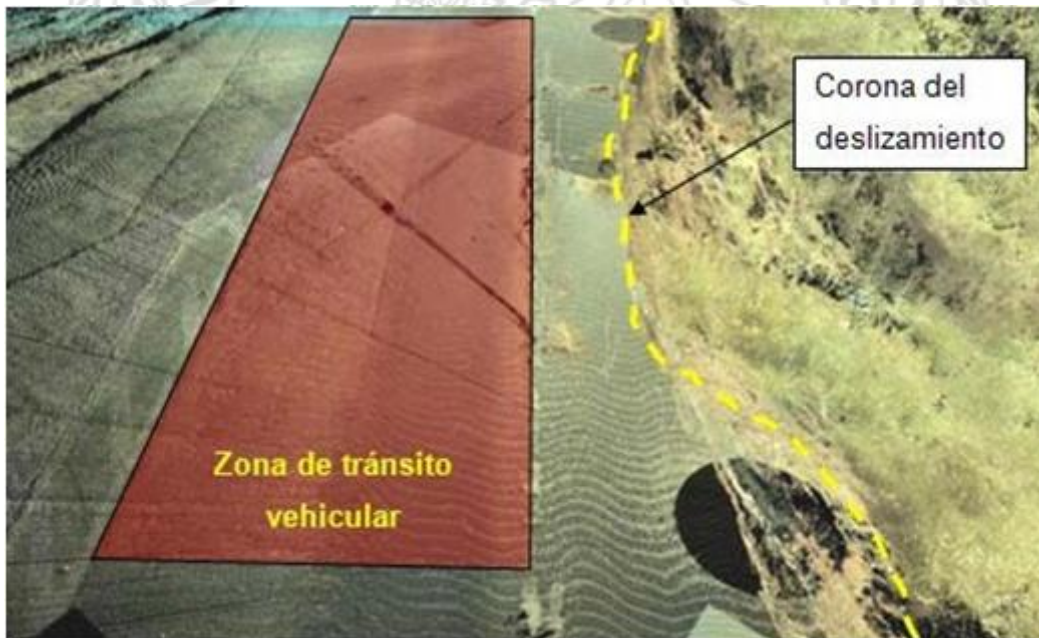
Los resultados de este escaneo se muestran en las siguientes figuras.



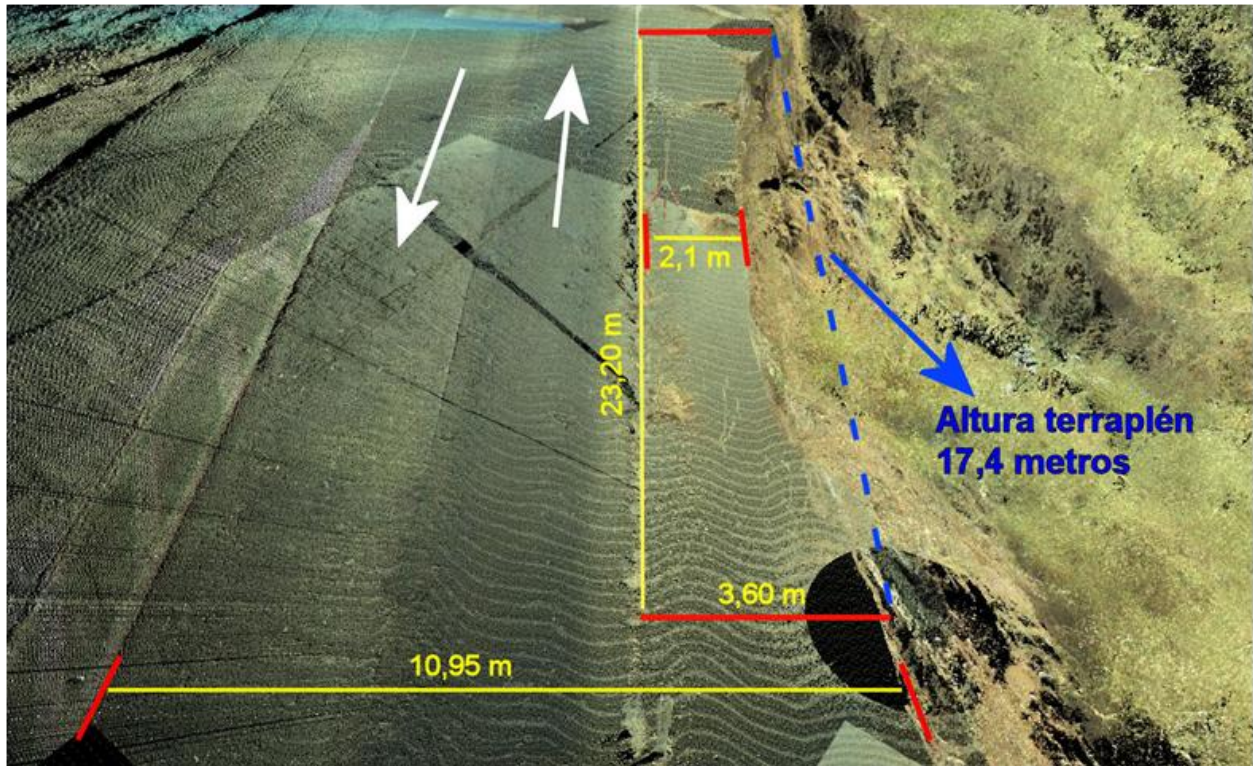
**Figura N°6.** Vista del costado oeste del deslizamiento en el PK 44+400, resultado del escaneo digital realizado. Se observa al fondo la Estación de Servicio Panamericana.



**Figura N°7.** Vista del costado este del deslizamiento en el PK 44+400, resultado del escaneo digital realizado. Se aprecia el talud generado por el deslizamiento, el cual soporta actualmente la estructura del pavimento.



**Figura N°8.** Vista superior del deslizamiento principal evaluado en este informe. Nótese la cercanía de la corona (borde) del deslizamiento con la zona en la cual transitan los vehículos.

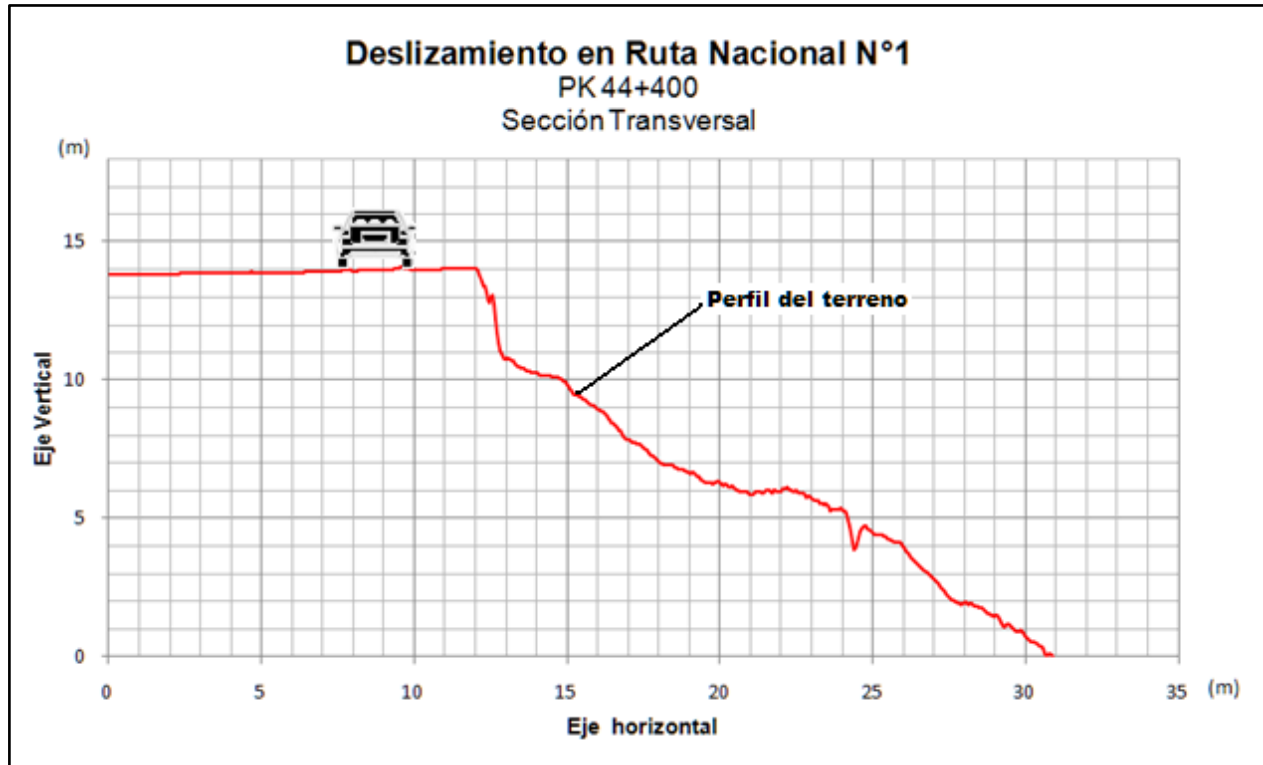


**Figura N°9.** Vista superior del tramo de carretera afectado por el deslizamiento. Dimensiones obtenidas mediante el procesamiento de la información del equipo de escaneo digital.

Tal como se observa en la figura anterior, los vehículos actualmente transitan a una distancia de apenas 2.1 m del borde del deslizamiento, lo que constituye un peligro para la seguridad de los usuarios ante la posibilidad de que un vehículo se salga de la vía.

Adicionalmente, las cargas dinámicas inducidas por los vehículos en el pavimento provocan desprendimiento del material en el talud, acelerando el deterioro y disminuyendo la distancia entre los vehículos y el borde del deslizamiento.

El escaneo digital realizado en el talud permite generar secciones transversales del perfil actual del deslizamiento. Una de las secciones más críticas se presenta en siguiente figura.



**Figura N°10.** Sección transversal del deslizamiento en el PK 44+400 de la Ruta Nacional N°1.

Según se observa, el talud generado por el deslizamiento tiene una primera sección en la parte superior casi vertical con una caída de aproximadamente 4 m. Luego se identifica un tramo de transición cercano a los 5 m de altura y aproximadamente 7 m de ancho, en el cual se recomienda explorar la factibilidad de cimentar una eventual obra de estabilización.

## Señalización y seguridad vial.

Según se aprecia en la siguiente figura, las señales de prevención en el sitio están deterioradas, varios postes han sido doblados y en general no se advierte de forma adecuada al usuario del peligro que existe al aproximarse al deslizamiento.



**Figura N°11.** Deterioro de las señales de prevención en el sitio del deslizamiento.

En el sitio no se han colocado sistemas de contención vehicular adecuados que eviten la salida de los vehículos hacia el talud originado por el deslizamiento.

## Revisión de inversiones.

Con base en la información suministrada por el CONAVI, para la sección 20032 de la Ruta Nacional N°1, los registros de las estimaciones de pago tabulados en la base de datos del LanammeUCR, hasta la fecha de emisión de este informe, se presentan en el cuadro N°2.



**Cuadro N°2.** Estimaciones de pago para la sección 20032, Ruta Nacional N°1. Precios unitarios y totales en colones.

Item	Descripción	Desde	Hasta	Precio unit	Cantidad	Total
m22(a)	Remoción de derrumbes	Ago-11	Oct-12	1,761.59	4,384.50	7,723,691.36
M20(A)	Chapea derecho de vía	Jun-11	Sep-12	39.22	270,963.25	10,627,178.67
M41(D)	Bacheo de urgencia	Nov-10	Nov-10	61,831.00	1.92	118,715.52
		Jul-11	Oct-12	64,817.85	43.49	2,819,036.33
M20(E)	Recolección de basura	Sep-12	Sep-12	17,550.20	12.66	222,185.53
m21(f)	Limpieza de tomas, cabezales y alcantarillas	Ago-11	Ago-11	28,497.01	8.00	227,976.08
M21(g)	Conformación de cunetas y espaldones	Ago-11	Ago-11	142.17	46,806.00	6,654,409.02
MP-50(A)	Brigada de limpieza de puentes	Jul-12	Jul-12	33,374.79	5.58	186,231.33
<b>TOTAL</b>						<b>28,579,423.83</b>

Fuente: Estimaciones de pago procesadas por el LanammeUCR, con base en la información suministrada por el CONAVI.

Tal como se observa, en los periodos considerados en este cuadro se han invertido un total de 28.579.423,83 colones. No se registran renglones de pago en este tramo de la ruta relacionados con actividades tendientes a intervenir los deslizamientos observados, ni a mejorar las condiciones de seguridad vial directamente relacionadas con estos deslizamientos.

## 5. OTROS DESLIZAMIENTOS CERCANOS

Existen otros dos deslizamientos a pocos metros del evento principal. Uno de ellos, está ubicado al costado oeste de la estación de servicio Panamericana, y el otro evento se ubica aproximadamente 300 m al este de la estación de servicio.

En el sector oeste de la estación de servicios Panamericana (figura N°12), hay un talud con una terraza de casi 100 m de longitud, por 30 m de ancho, y una diferencia de altura de casi 6 metros entre la terraza superior y la carretera.

Esta terraza presenta varios puntos de interés que podrían generar alguna afectación a la carretera. Actualmente presenta un sector con una incipiente corona de deslizamiento, con

grietas y una grada de casi 10 de centímetros de altura, que sugiere que el talud presenta movimiento y que en caso de lluvias o un sismo podría dispararse un nuevo deslizamiento (ver figura 12B). Al lado derecho del sector descrito anteriormente, hay una corona de deslizamiento bien definida, con material desplazado que aparenta un movimiento rotacional (Figura 12C). El material en el frente de este deslizamiento, puede eventualmente obstruir las cunetas y hasta bloquear parte de la carretera. Esta situación ya está ocurriendo en la rampa de acceso de la estación de servicio (Figura 12D).



**Figura N°12.** **A)** Vista aérea de deslizamiento en el sector oeste de la Estación de Servicios Panamericana, con la referencia de los sitios de las otras fotografías. **B)** Grietas en el borde de la terraza, con forma de corona. **C)** Vista oblicua de deslizamiento. **D)** Vista frontal del deslizamiento. **E)** Material que bloquea las cunetas de la rampa de salida de la estación de servicios y provocan que el agua fluya hacia la carretera, esta situación podría generar que los vehículos experimenten hidropneumático u otros tipos de accidentes de tránsito.

El otro evento (hacia el este del deslizamiento principal) ya había sido intervenido en el pasado mediante la colocación de un sistema de tablestacado en la parte inferior para controlar en lo posible su desplazamiento, sin que fuera posible determinar por simple observación la efectividad que ha tenido esta intervención.

## 6. CONCLUSIONES

- En el kilómetro 44+400 de la Ruta Nacional N°1 hace mas de 3 años se presentó un deslizamiento en el carril externo, en el sentido de circulación San Ramón – San José. En el sitio 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 un sitio donde afloran materiales de la Unidad Lacustre Palmares. Hay otros puntos de la Ruta Nacional No. 1 que también tienen taludes en esta unidad geológica. Debido a la incidencia de presentar deslizamientos y las características geotécnicas de estos materiales, se sugiere que los taludes relacionados con esta unidad, tienen una susceptibilidad litológica alta a generar nuevos deslizamientos que puedan afectar la Ruta Nacional No.1.
- Geomorfológicamente, la sección de la Ruta Nacional No.1 donde se ubican los deslizamientos tratados en este informe, se encuentra ubicada en el sector noreste del borde interno de la Caldera Palmares. La cual presenta 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.
- Cerca del área de estudio existe una falla tectónica local que debería ser estudiada 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.
- El peligro que representa este deslizamiento ya fue advertido en el año 2011 mediante el informe LM-AT-PI-079-2011, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR.
- Las recomendaciones presentadas en el informe LM-AT-PI-079-2011, elaborado por la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR no han sido implementadas por parte de la Administración.

- El deterioro de la estructura de pavimento ha aumentado desde el año 2011 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, en claro detrimento de la seguridad vial.
- Con el inicio de la estación lluviosa es de esperar que el agua se infiltre en las grietas del talud que soporta el pavimento, provocando lavado de materiales finos, saturación del suelo e incluso nuevos deslizamientos.
- El nivel de peligrosidad es elevado considerando la cercanía del deslizamiento con la calzada de la carretera.
- Según los registros de las estimaciones de pago considerados en el análisis de este informe, en esta sección de la Ruta N°1 no se han realizado obras tendientes a intervenir los deslizamientos observados, ni a mejorar las condiciones de seguridad vial directamente relacionadas con estos deslizamientos.
- Las señales de prevención están deterioradas y no logran advertir de forma adecuada al usuario del peligro existente en la vía.
- No se han colocado sistemas de contención para evitar que los vehículos salgan de la vía.
- El talud contiguo a la Estación de Servicio Panamericana presenta condiciones que evidencian susceptibilidad de presentar nuevos deslizamientos. Actualmente un sector 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.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Administración activa del Estado costarricense considerar las siguientes acciones para atender el deslizamiento del kilómetro 44+400 de 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 del deslizamiento evaluado 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.
- Dar prioridad a la atención de este deslizamiento, 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 carretera que estén presentando condiciones similares, afectando la seguridad de los usuarios. Poniendo especial atención a los deslizamientos cercanos mencionados en este informe.

## 8. 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.