



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Informe: LM – PI – UGERVN – 17 – 2018

# **Evaluación de la Ruta Nacional 4, tramo entre los poblados de Bajos de Chilamate y Vuelta de Kooper, Costa Rica**

Informe Corto

Preparado por:

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

San José, Costa Rica  
Diciembre, 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><br>LM – PI – UGERVN – 17 – 2018  |   | <b>2. Copia No.</b><br>1  |
| <b>3. Título</b><br>Evaluación de la Ruta Nacional 4, tramo Bajos de Chilamate – Vuelta de Kooper, Costa Rica  |   | <b>4. Fecha del Informe</b><br>Diciembre, 2018  |
| <b>5. Organización y dirección</b><br>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales<br>Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,<br>San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica<br>Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440  |   |   |
| <b>6. Notas complementarias</b>  |   |   |
| <b>7. Resumen</b><br><i>La Ruta Nacional 4 vio completado su trazado en el año 2017, con la puesta en operación del tramo de 27 km entre los poblados de Bajos de Chilamate y Vuelta de Kooper, con una inversión en el orden \$74 millones. En cumplimiento de los mandatos de la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron durante el mes de mayo del año 2018, una visita al tramo para evaluar el estado actual de la ruta. Así mismo, se procesaron los datos de parámetros de evaluación estructurales y funcionales, para establecer el estado de la ruta. Este informe resume las condiciones del tramo, señalando posibles problemas, y dando recomendaciones para asegurar un nivel de servicio óptimo de la ruta para los usuarios.</i> |   |   |
| <b>8. Palabras clave</b><br>Ruta 4, Chilamate, deterioros, alcantarillas, demarcación  | <b>9. Nivel de seguridad</b><br>Ninguno   | <b>10. No. de páginas</b><br>21   |
| <b>11. Ejecución del proyecto</b><br>Ing. José Francisco Garro,<br>M.Geo.<br><br>Fecha: diciembre, 2018   | <b>12. Colaboradores</b><br>Ing. Cristian Valverde<br><br>Fecha: diciembre, 2018 | Asistente Melissa Camacho<br><br>Fecha: diciembre, 2018   |
| <b>13. Diseño del proyecto</b><br>Ing. Roy Barrantes Jiménez<br>Coordinador, Unidad de Evaluación Red Vial Nacional<br><br>Fecha: diciembre, 2018   | <b>14. Revisado por</b><br>Lic. Miguel Chacón Alvarado<br>Asesor Legal<br>LanammeUCR<br><br>Fecha: diciembre, 2018  | <b>15. Aprobado por</b><br>Ing. Guillermo Loria S., PhD.<br>Coordinador General<br>PITRA<br><br>Fecha: diciembre, 2018 |



## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| Introducción  | 4  |
| 1. Antecedentes   | 5  |
| 2. Resultados obtenidos condición estructural del tramo | 6  |
| 3. Resultados obtenidos condición funcional del tramo   | 8  |
| 4. Resultados obtenidos agarre superficial              | 10 |
| 5. Notas de Calidad Q de la ruta                        | 12 |
| 6. Deterioros superficiales de la ruta                  | 12 |
| 7. Estado de la demarcación horizontal                  | 16 |
| 8. Estado de las alcantarillas y cunetas                | 17 |
| Conclusiones y Recomendaciones                          | 20 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Ubicación del tramo evaluado                                   | 4  |
| Figura 2 Resultados del FWD   | 7  |
| Figura 3 Tramos homogéneos de la ruta                                   | 8  |
| Figura 4 Resultados de IRI  | 8  |
| Figura 5 Resultados espaciales de IRI, ambos sentidos                   | 9  |
| Figura 6 Resultados de Agarre superficial                               | 10 |
| Figura 7 Resultados espaciales del Grip, ambos sentidos                 | 11 |
| Figura 8 Exudación en est. 5+000  | 13 |
| Figura 9 Exudación en est. 5+100  | 14 |
| Figura 10 Deterioros totales en el tramo                                | 14 |
| Figura 11 Desglose de deterioros principales por sentido de circulación | 15 |
| Figura 12 Alcantarilla en el est. 7+150                                 | 18 |
| Figura 13 Sedimento en la alcantarilla en el est. 25+250                | 18 |
| Figura 14 Alcantarilla en el est. 13+800                                | 19 |
| Figura 15 Cuneta en el est. 17+000                                      | 19 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Notas de Calidad Q y estrategias de intervención para el tramo | 12 |
| Tabla 2 Resultados de la prueba de retroreflectometría                 | 16 |



## Introducción

El tramo evaluado, ubicado entre los poblados de Bajos de Chilamate y Vuelta de Kooper, representa 27 km de la Ruta Nacional 4. Con esto, se completa el recorrido de dicha ruta, ya que ahora es posible transitar desde la zona caribeña a la zona norte, sin pasar por la GAM. Las obras de este tramo iniciaron en el año 2013, para completarse en el año 2017. La Figura 1 muestra la ubicación y extensión del proyecto.

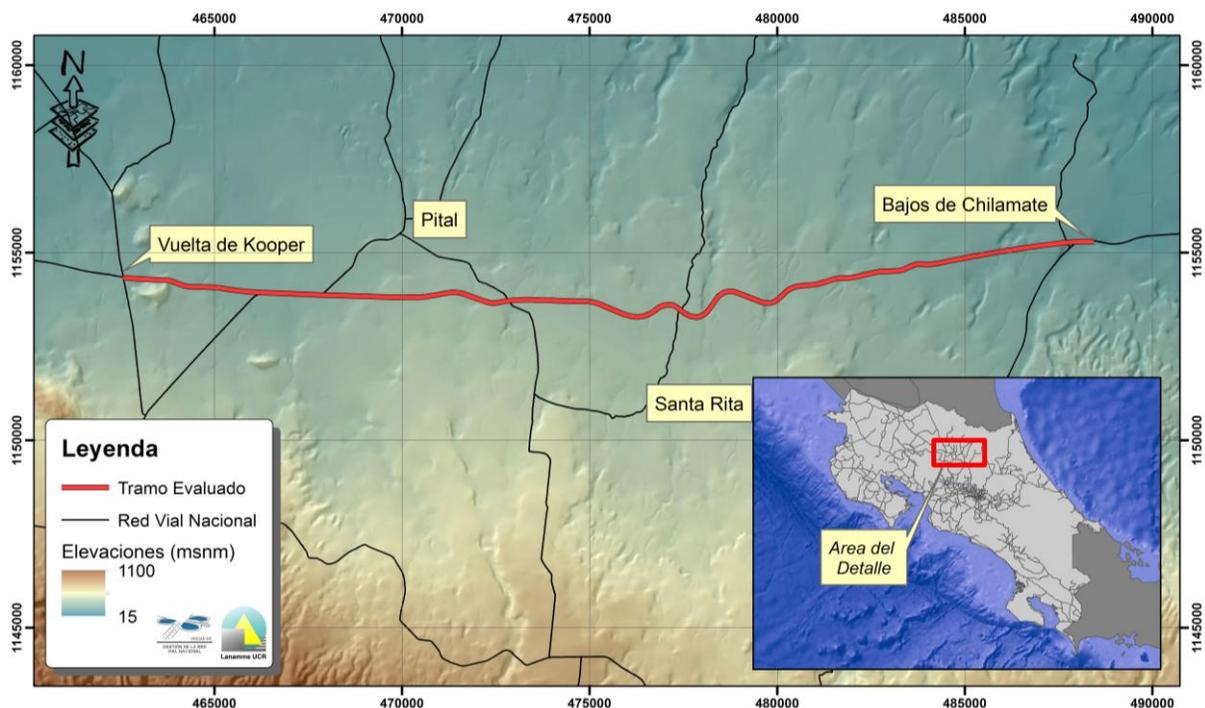


Figura 1: Ubicación del tramo evaluado.

La zona es relativamente plana, con gran cantidad de pasos de agua. El tramo presenta 1 carril por sentido de circulación en casi toda su extensión (exceptuando intersecciones), con un ancho promedio de 11 metros (carriles de 3,6 metros de ancho, con espaldón a ambos lados de 1,9 metros). La estructura construida es:

- 8 cm de carpeta asfáltica (5 cm en los espaldones)
- 15 cm de base asfáltica (los espaldones no presentan base asfáltica)
- 24 cm de base granular (39 cm en los espaldones)
- 50 cm de préstamo en todo el ancho de la estructura

Junto con la ruta, se construyeron puentes mayores y varias alcantarillas, así como pasos a desnivel, intersecciones, y se instalaron guardavías y demarcación vertical y horizontal. Según la última revisión del diseño, el TPD estimado es de 7300



vehículos, con una composición aproximada de 40% livianos, 20% carga liviana y 40% vehículos pesados. Los ESALs estimados para la duración del proyecto (12 años) es de 16,6 millones. En total, la inversión realizada ascendió a los 36 mil millones de colones, o 74 millones de dólares, para un costo de \$2,74 millones por km de tramo.

Como parte de la función ordinaria de fiscalización, evaluación y seguimiento del estado 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 inspección al tramo el día 9 de mayo del presente año. Al igual que en otras evaluaciones de proyectos de obra nueva, los aspectos evaluados en dicha gira y en este informe abarcan:

- Deterioros visibles en la carpeta asfáltica
- Estado de las estructuras de manejo de aguas
- Estado de la señalización horizontal y vertical
- Uso de guardavías
- Condición estructural mediante Deflectometría de Impacto
- Condición funcional mediante el Perfilómetro Láser
- Condición de seguridad vial mediante el Medidor de Agarre Superficial
- Condición general de la superficie de ruedo, cunetas y guardavías mediante el Equipo de Imágenes Georeferenciadas

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 puede ser abandonada al finalizar su construcción, sino que debe ser evaluada durante su vida útil, para constatar que se desempeña de acuerdo a su diseño y para programar campañas de mantenimiento, basadas en las mejores técnicas de gestión vial, para que brinde siempre un nivel de servicio adecuado.

## 1. Antecedentes

Durante la etapa constructiva del tramo evaluado, la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR publicó varios informes sobre distintos aspectos. Muchos de estos



informes detallan hallazgos tanto positivos como negativos, los cuales se resumen a continuación:

- Desde un inicio, el proyecto no contaba con estudios técnicos preliminares suficientes. Esto especialmente en el tema de la estimación del TPD, y por ende, de los ejes equivalentes de diseño.
- Los módulos de los materiales usados en las capas inferiores de la estructura, son mayores a los indicados en el diseño. Si bien esto representa una mejor condición estructural, especialmente a mediano y largo plazo, se detectaron valores un 54% mayores a los estimados, lo cual podría provocar una estructura muy rígida y susceptible a agrietamientos en el corto plazo.
- Un porcentaje importante de las muestras de asfalto estudiadas en el laboratorio presentaron parámetros fuera de los límites establecidos en el diseño. Esto puede relacionarse con incumplimientos detectados en las granulometrías de los agregados utilizados en la mezcla asfáltica, que se alejan de los parámetros establecidos en el contrato.
- También durante la fase constructiva, la base granular presentó deterioros como huecos, deformaciones y pérdida de material en varios sitios. Los mismos fueron reparados antes de colocar la capa superior.
- Se detectaron valores de IRI mayores a los estipulados por el contrato, en 2 secciones finalizadas, antes de dar por terminada la obra como tal.

Es posible que varios de estos factores incidan en las condiciones del tramo a corto, mediano y largo plazo, por lo que es importante realizar evaluaciones regulares. Todos los informes de Auditoría Técnica sobre esta ruta evaluada, se encuentran disponibles en el sitio de internet del LanammeUCR ([www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)).

## **2. Resultados obtenidos, condición estructural del tramo**

Los detalles del Deflectómetro de Impacto utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT-UGERVN-02-13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Al contar con base estabilizada con asfalto, el tramo evaluado presenta deflexiones bajas en la totalidad de su longitud, lo cual garantiza su capacidad estructural a medio y largo plazo. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2.

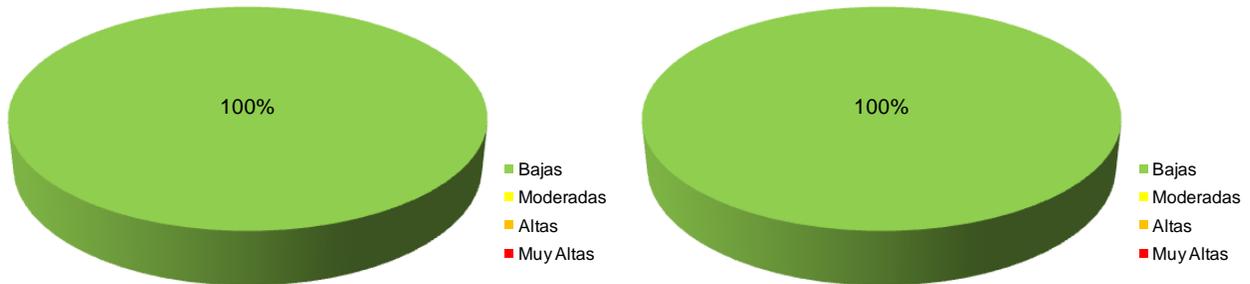


Figura 2: Resultados obtenidos con el Deflectómetro de Impacto, para el carril de ida (izquierda) y para el carril de venida (derecha), mayo del 2018.

Debido a la gran cantidad de tránsito de carga proyectado para el tramo (aproximadamente un 40% del TPD está compuesto por vehículos pesados, según el estudio realizado para estimar los *ESALs*, y por ende el diseño de la ruta), así como a posibles errores en la estimación de este parámetro (según lo estipulado en los informes de Auditoría Técnica), es importante llevar un control de la condición estructural durante los primeros años de servicio.

Con los resultados obtenidos de deflectometría, y conforme la metodología AASTHO de 1993, se calcularon los tramos homogéneos para esta ruta (Figura 3). Éstos identifican aquellas longitudes donde el comportamiento del paquete estructural es aproximadamente el mismo, lo cual facilita el estudio de su condición en evaluaciones posteriores, así como sus labores de mantenimiento. En total, se obtuvieron 9 tramos homogéneos para el proyecto evaluado, los cuales se indican a continuación:

- Tramo 1: del inicio de la ruta, al estacionamiento 4+150
- Tramo 2: del estacionamiento 4+150 al 5+700
- Tramo 3: del estacionamiento 5+700 al 9+300
- Tramo 4: del estacionamiento 9+300 al 11+300
- Tramo 5: del estacionamiento 11+300 al 12+600
- Tramo 6: del estacionamiento 12+600 al 17+350
- Tramo 7: del estacionamiento 17+350 al 20+300
- Tramo 8: del estacionamiento 20+300 al 22+650
- Tramo 9: del estacionamiento 22+650 al final de la ruta, est. 27+100

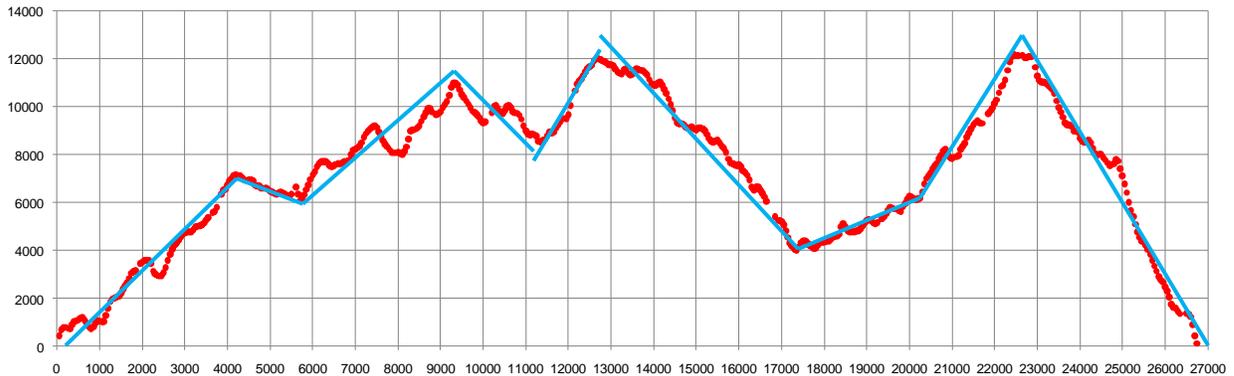


Figura 3: Tramos homogéneos obtenidos a partir de los datos de FWD.

### 3. Resultados obtenidos, condición funcional del tramo

Los detalles del Perfilómetro Láser utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT-UGERVN-02-13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Al igual que con el Deflectómetro de Impacto, ambos sentidos fueron evaluados. Los resultados muestran que 3 cuartas partes de la longitud en cada sentido presenta IRI bajo y muy bajo; el restante presenta valores moderados a altos (Figura 4).

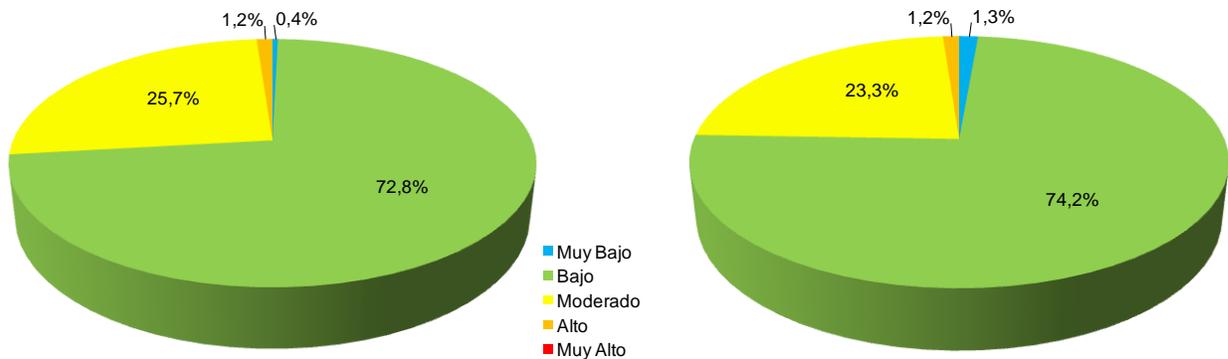
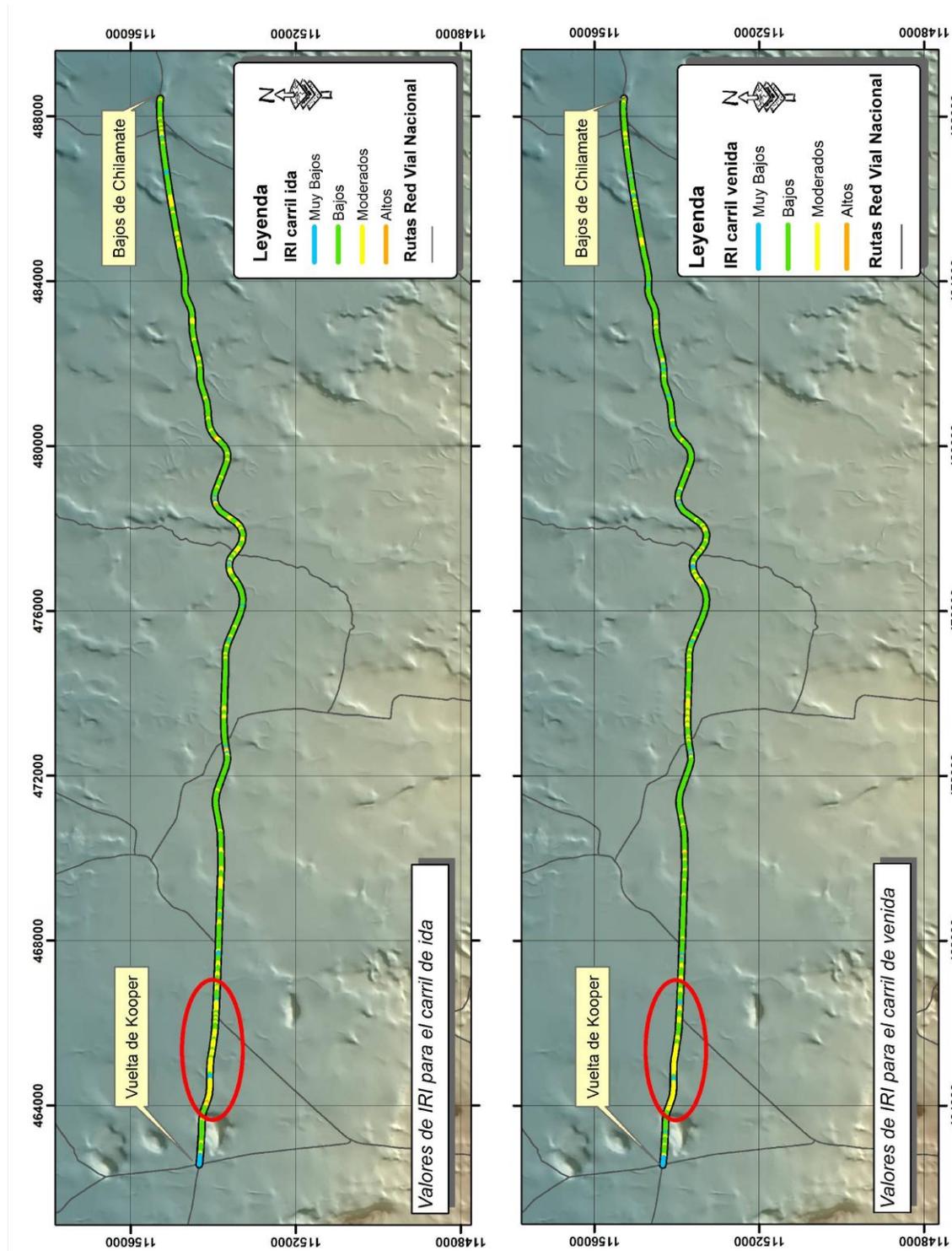


Figura 4: Resultados obtenidos con el Perfilómetro Láser, para el carril de ida (izquierda) y para el carril de venida (derecha), mayo del 2018.

Llama la atención los valores obtenidos, teniendo en cuenta que el proyecto tiene pocos meses de haber sido abierto a los usuarios. Observando los resultados ubicados espacialmente (Figura 5), si bien los tramos con regularidad moderada se distribuyen en toda la ruta, existe una longitud entre los estacionamientos 23+000 a 25+500, donde los valores de IRI pertenecen de manera mayoritaria a esta categoría. De ahí la importancia de llevar un control de este parámetro, de tal manera que puedan ser programadas las actividades de recuperación / mantenimiento, asegurando un índice de servicio adecuado para los usuarios, y que además refleje el costo de la inversión realizada.



#### 4. Resultados obtenidos, agarre superficial

Los detalles del equipo de Medición de Rozamiento Superficial, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT-UGERVN-02-13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. De nuevo, se evaluaron ambos carriles por separado. Los resultados obtenidos muestran una discrepancia importante entre ambos carriles (Figura 6): mientras que en el de ida el 85% de la longitud presenta valores de agarre altos (las categorías de poco deslizando a no deslizando), en el carril de venida la mitad de la longitud presenta más bien valores de agarre bajos (categorías deslizando a muy deslizando).

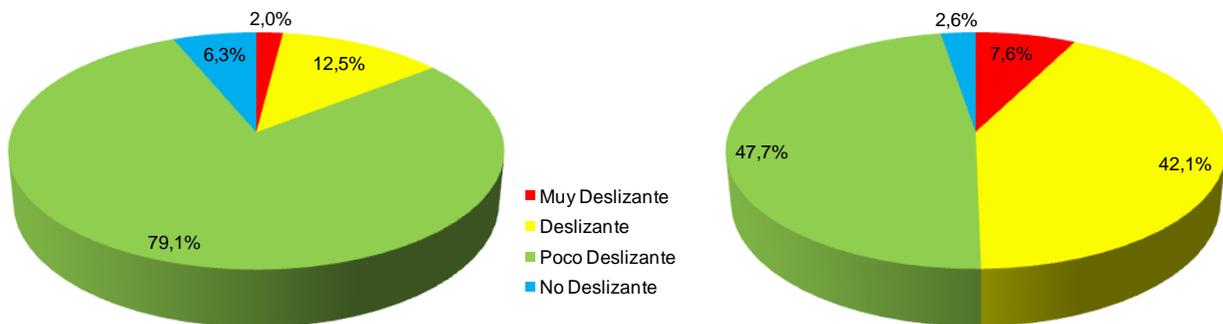


Figura 6: Resultados obtenidos con el Medidor de Agarre Superficial, para el carril de ida (izquierda) y para el carril de venida (derecha), mayo del 2018.

Con base en la gira realizada a la ruta, y los resultados de la evaluación con el *Equipo de Imágenes Georeferenciadas*, en varios tramos se presenta deterioro tipo exudación, el cual incide negativamente en el agarre superficial. Sin embargo, la diferencia de resultados de este parámetro entre ambos carriles puede deberse a otros factores: en la gira realizada en el mes de mayo, se pudo observar que por la ruta circula maquinaria y camiones provenientes de las fincas aledañas, que al incorporarse a la ruta depositan suciedad (barro) en la superficie de rueda. Este fenómeno ya se ha observado en la Ruta Nacional 27, hacia el final de la misma (llegando a Caldera), donde los camiones que van saliendo de los predios, depositan suciedad en la superficie que disminuye drásticamente su coeficiente de rozamiento, arrojando valores altos de deslizamiento en la prueba con el equipo de medición. Se recomienda a la Administración analizar la causa de esta diferencia drástica de agarre superficial entre carriles, para establecer la medida correctiva más eficiente.

Observando los resultados en la ruta (Figura 7), en el carril de ida la longitud entre los estacionamientos 21+500 a 24+900 es la que presenta mayoritariamente zonas deslizando, con una pequeña extensión entre los estacionamientos 22+200 a 22+600 con superficies muy deslizando. En el carril de venida, las longitudes entre los estacionamientos 9+300 a 21+700, y 25+000 hasta el final de la ruta (27+100) son las que presentan superficies deslizando, con la extensión entre los estacionamientos 26+000 a 26+700 presentando superficies muy deslizando.

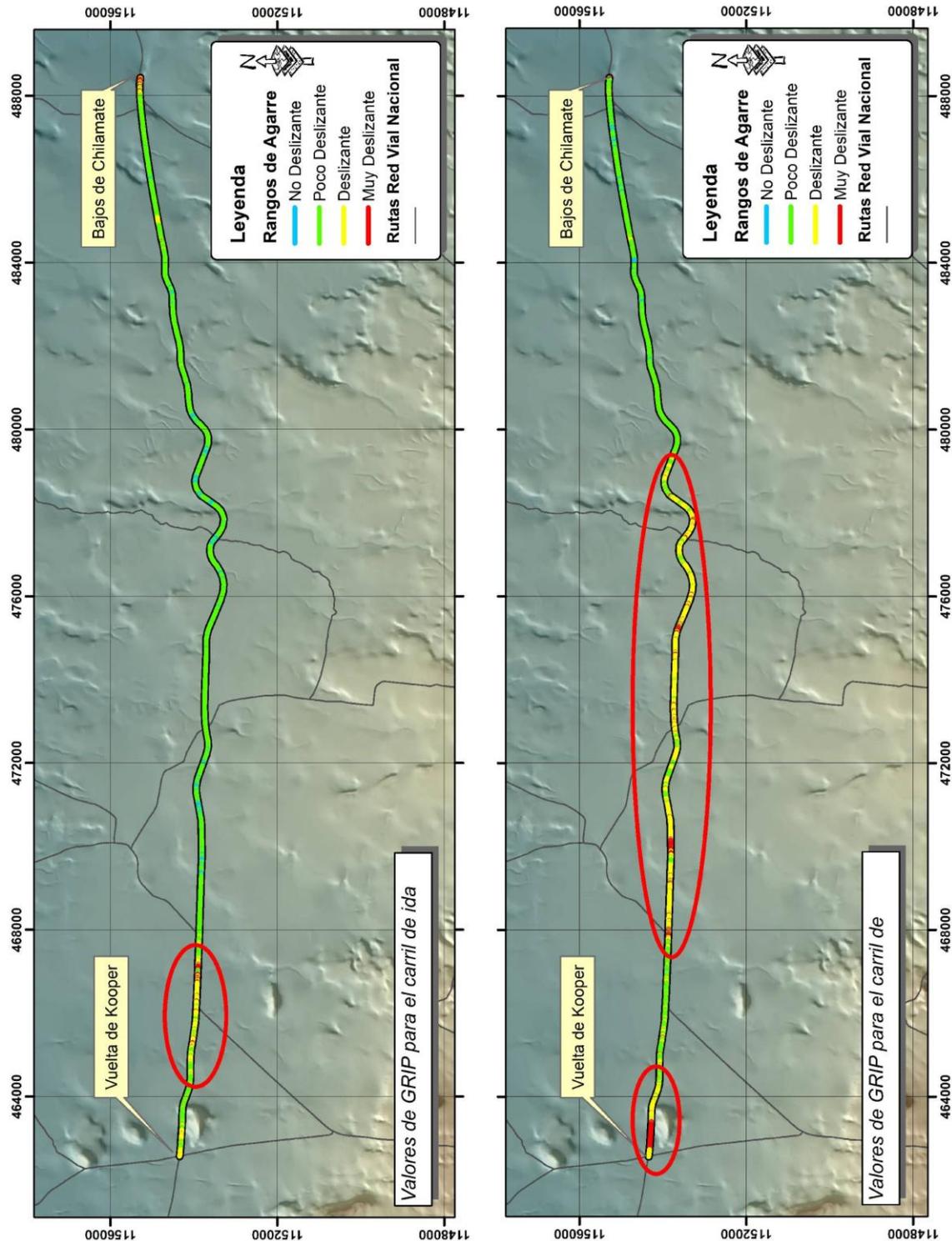


Figura 7: Resultados de la medición de rozamiento superficial para cada carril del tramo. Los círculos rojos señalan las zonas donde prevalecen los valores de agarre bajos.

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica. Teléfono (506)2511-2500, Fax (506)2511-4440  
 dirección.lanamme@ucr.ac.cr / www.lanamme.ucr.ac.cr



## 5. Notas de Calidad Q de la ruta

Con los resultados obtenidos de las pruebas de *deflectometría*, *regularidad* y *agarre superficiales*, y los tramos homogéneos presentados en la sección 2, se calcularon las Notas de Calidad Q para la ruta evaluada (Tabla 1). Es importante notar que mientras los datos de deflectometría y regularidad superficial son similares en cada tramo para cada carril evaluado, los resultados dispares de agarre superficial entre carriles arrojan estrategias de intervención muy distintas, por lo que se toma en cuenta el resultado más crítico.

Tabla 1: Notas de Calidad Q y Estrategias de Intervención para el tramo evaluado

| Tramo Homogéneo     | FWD  | IRI   | Nota Q         | Grip <sub>ida</sub> | Grip <sub>venida</sub> | Intervención* |
|---------------------|------|-------|----------------|---------------------|------------------------|---------------|
| 1 (0+000 a 4+150)   | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Poco deslizante        | Ninguna       |
| 2 (4+150 a 5+700)   | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Poco deslizante        | Ninguna       |
| 3 (5+700 a 9+300)   | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Poco deslizante        | Ninguna       |
| 4 (9+300 a 11+300)  | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Deslizante             | SS; TS1       |
| 5 (11+300 a 12+600) | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Deslizante             | SS; TS1       |
| 6 (12+600 a 17+350) | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Deslizante             | SS; TS1       |
| 7 (17+350 a 20+300) | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Deslizante             | SS; TS1       |
| 8 (20+300 a 22+650) | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Poco deslizante     | Deslizante             | SS; TS1       |
| 9 (22+650 a 27+100) | Bajo | Buena | Q <sub>1</sub> | Deslizante          | Deslizante             | SS; TS1       |

\* Tomado a partir del valor de GRIP más crítico

Es necesario recalcar que la ruta se caracteriza por una geometría dominada por largas rectas, curvas con amplios radios de giro y buena visibilidad general, que permite que los vehículos puedan circular a más de 100 kph a pesar de la señalización instalada (y una falta de controles viales efectivos), por lo que valores bajos de agarre aumentan la probabilidad de accidentes. Es importante acatar las recomendaciones dadas en este informe, para mantener la ruta con niveles de seguridad vial adecuados para los usuarios.

## 6. Deterioros superficiales de la ruta.

Durante la visita a la ruta, fue posible observar segregación en la superficie así como indicios de exudación en varios sitios (Figura 8). Este último deterioro ha estado



presente desde la apertura de la ruta, dado que en una gira realizada por funcionarios de la UGERVN en el mes de setiembre del año 2017<sup>1</sup>, fue posible observar varios puntos donde la exudación era evidente. En la visita realizada este año, varios de esos sitios mostraron una reparación de tipo “perfilado”, con el objeto de eliminar la superficie afectada. Se debe recalcar que este trabajo no es una solución definitiva, dado que la exudación es un defecto de la mezcla (ya sea por la calidad de los materiales, el proceso de mezclado o incluso en su diseño mismo), lo cual queda comprobado en el hecho de que en varios sitios donde se realizó este perfilado, se ha vuelto a presentar exudación (Figura 9).



Figura 8: Exudación en el est. 5+000, carril de venida.

---

<sup>1</sup> Esta visita se realizó con motivo de conocer la ruta, y realizar vuelos con VANT en las inmediaciones del estacionamiento 21+000, sitio que presentó inundaciones los días siguientes a su apertura, para determinar las causas de las mismas.



Figura 9: Exudación en el est. 5+100, carril de venida, en zona donde se había realizado el perfilado (nótese la forma rectangular).

Con base en la evaluación con el *Equipo de Imágenes Georeferenciadas*, se comprueba que la exudación es el deterioro que predomina en el proyecto, con un total de 7526 m<sup>2</sup> afectados (3,9% del área de la superficie de ruedo), seguido del desprendimiento de agregados, con poco menos de 330 m<sup>2</sup> (0,2% del área de la superficie de ruedo). El desglose completo de deterioros identificados, se muestra en la Figura 10.

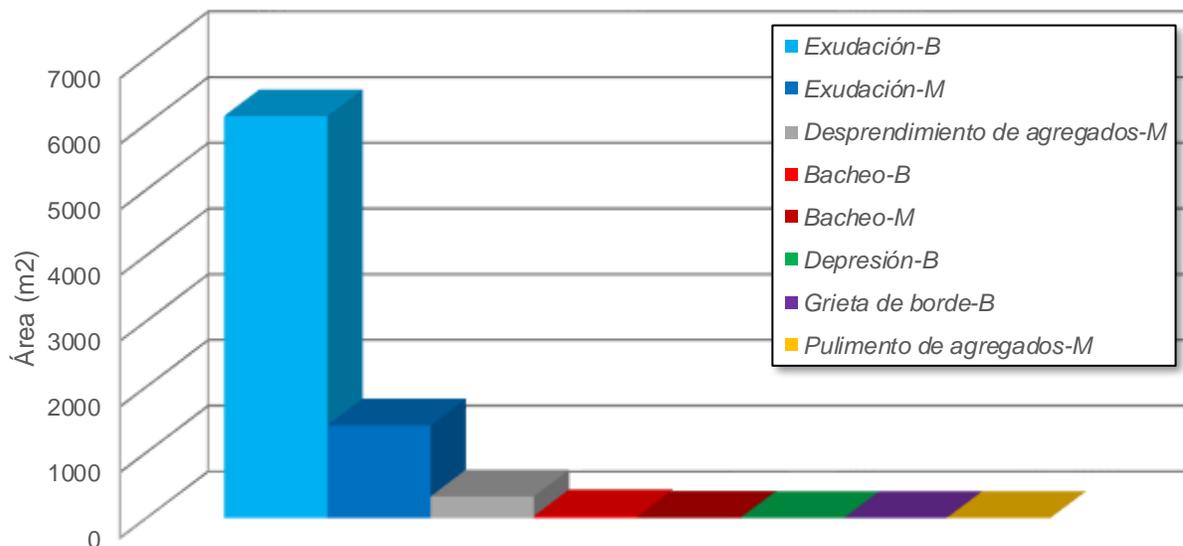


Figura 10: Deterioros identificados, tramo Chilamate – Vuelta de Kooper, agosto 2018.



En esta figura, los deterioros se muestran con su severidad asociada (*B* se refiere a severidad baja, *M* a severidad media). Además de éstos, también se identificaron bacheos, grietas de borde y pulimento de agregados, pero el área (o longitud, según corresponda) afectada es muy baja, por lo que se trata de problemas muy localizados y no una tendencia en la ruta.

En la Figura 11, se desglosan los principales deterioros identificados, por sentido de circulación.

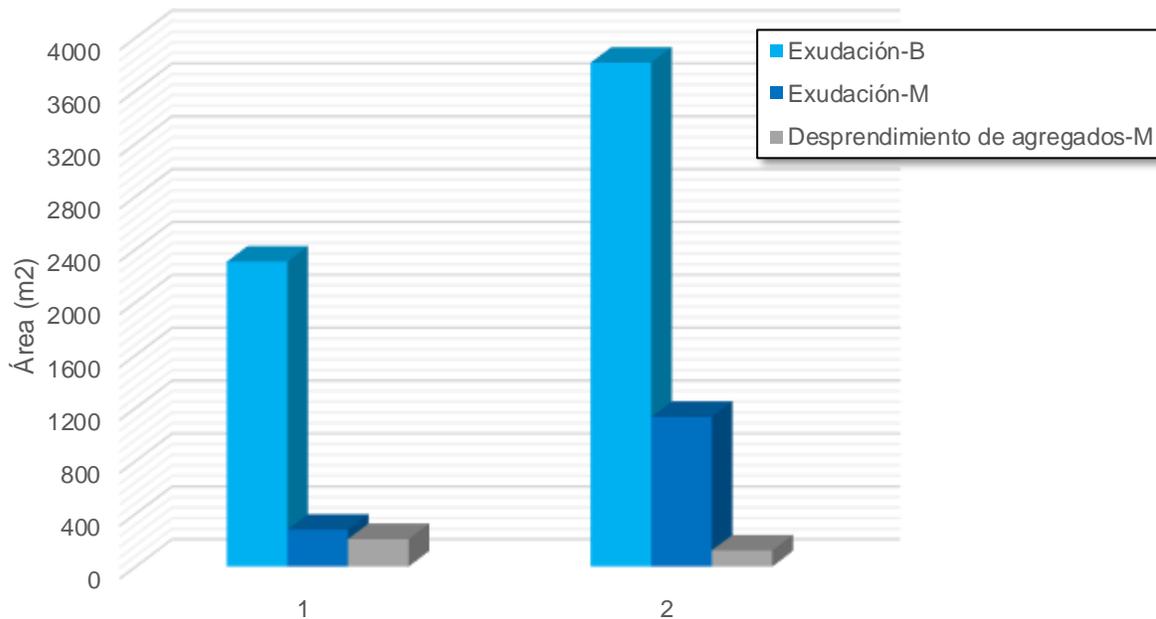


Figura 11: Desglose de los principales deterioros identificados por sentido (izquierda, ida; derecha, venida), tramo Chilamate – Vuelta de Kooper, agosto 2018.

Si bien la cantidad de área total afectada por exudación es mayor en el sentido de venida en comparación con el sentido de ida (4942 m<sup>2</sup> vs 2584 m<sup>2</sup>, respectivamente), esto no explica la diferencia importante de resultados por sentido, obtenida con el Medidor de Agarre Superficial. Por último, el área afectada por desprendimiento de agregados (*severidad media*) en el sentido de ida es de 208 m<sup>2</sup>, casi el doble que en el sentido de venida de 122 m<sup>2</sup>.

Se recomienda repetir la evaluación de deterioros en el año 2019, para determinar si el área afectada por éstos permanece aproximadamente parecida, o si por el contrario aumenta, señalando un posible fallo en la mezcla asfáltica utilizada, lo que permitiría a la Administración tomar medidas correctivas de este problema.



## 7. Resultados obtenidos, estado de la demarcación vial

La calidad de la señalización vial, tanto vertical como horizontal, es un parámetro muy importante en el ámbito de la seguridad de una ruta. En Costa Rica, los proyectos de obra nueva se caracterizan por contar con señalización adecuado al comienzo de su vida útil, para después ir perdiendo calidad (reflectividad) rápidamente con el paso del tiempo. Esto aplica especialmente con respecto a la demarcación horizontal, donde el uso de pintura acuosa en vez de la termoplástica, es una constante en estos proyectos. La pintura de base acuosa es más susceptible al desgaste, tanto por el paso de los vehículos como por los cambios climáticos, a diferencia de la termoplástica que brinda mayor resistencia a estos elementos.

Para evaluar la calidad de la demarcación de la ruta evaluada, se escogieron 5 puntos distribuidos a lo largo de la misma, y con el retroreflectómetro portátil del LanammeUCR (marca *EasyLux*), se midió la reflectividad de la pintura en tramos de 100 metros lineales, tanto sobre la línea de borde (blanca) como la línea separadora de sentidos (amarilla).

Para establecer la calidad de la demarcación, se utilizan los valores de reflectividad dados por el Departamento de Transportes de Florida (*FDOT*, año 2010), que establece que los valores recomendados para las líneas blancas y amarillas en proyectos de obra nueva, son respectivamente 300 y 250  $\text{mcd}/\text{lx}\cdot\text{m}^2$ , con un valor mínimo recomendado para proyectos en operación de 150  $\text{mcd}/\text{lx}\cdot\text{m}^2$  para ambos tipos de línea.

Los sitios escogidos, así como los resultados obtenidos, se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados de la prueba de retroreflectometría (valores en  $\text{mcd}/\text{lx}\cdot\text{m}^2$ )

| Estación | Línea blanca | Estado*   | Línea Amarilla | Estado*   |
|----------|--------------|-----------|----------------|-----------|
| 3+500    | 106,6        | Malo      | 127,4          | Malo      |
| 9+700    | 158,9        | Aceptable | 154,3          | Aceptable |
| 16+000   | 165,3        | Aceptable | 109,1          | Malo      |
| 21+800   | 118,4        | Malo      | 54,8           | Malo      |
| 26+500   | 120,6        | Malo      | 54,5           | Malo      |

\* Los rangos se definen como malo: menor de 150; aceptable: mayor a 150; bueno igual o mayor a 250 (línea amarilla) 300 (línea blanca).

De los 5 sitios escogidos, 2 presentan valores aceptables de reflectividad (valores mayores al mínimo recomendado), y en uno de éstos la línea amarilla no cumple. En los últimos 2 puntos evaluados (estaciones 21+800 y 26+500) se pudo observar que la línea divisoria central (línea amarilla) presenta desgaste en forma de descoloramiento, así como suciedad, lo cual afecta directamente los resultados



obtenidos. Cabe agregar que la totalidad de la ruta presenta reflectores tipo “ojo de gato” tanto sobre la línea de borde blanca, como sobre la línea central divisoria de sentidos (amarilla).

En cuanto a la señalización vertical, la ruta presenta señales en buen estado, sin suciedad, vandalismo o golpes que puedan afectar su función. Se debe hacer notar que aunque la velocidad máxima está indicada a lo largo de la ruta (80 kph en rectas, y de 40 a 60 kph en curvas o cercanías de intersecciones), la geometría de la misma (rectas relativamente largas, curvas de amplio radio, cambios de pendientes mínimos y buena visibilidad general) unido con la falta de control por parte de las autoridades, favorecen que los usuarios circulen a velocidades mucho mayores. Al sumar esto con los bajos niveles de agarre detectados en varios tramos, así como la gran cantidad de vehículos pesados y maquinaria que usan esta ruta, se genera una condición que puede favorecer la ocurrencia de accidentes con consecuencias graves.

## 8. Estado de las alcantarillas y cunetas

El tramo Chilamate – Vuelta de Kooper cuenta con más de 160 alcantarillas distribuidas en sus 27 km. Debido a esto, no fue posible evaluar la totalidad, sino sólo una muestra de 25 estructuras. De esta muestra, fue posible obtener las siguientes observaciones:

- Todas presentan estructuras en concreto, con aletones y delantales tanto a la entrada como a la salida, en buen estado general.
- 2 de las alcantarillas presentan inicios de socavación en el delantal de salida.
- 14 no presentan protección de concreto en los taludes inmediatos a la estructura.
- 16 alcantarillas presentan gran cantidad de vegetación en sus extremos, que pueden comprometer su eficiencia hidráulica (Figura 12).
- 5 alcantarillas presentan sedimentación que disminuye su sección hidráulica (Figura 13). Una de las visitadas, la que se encuentra en la estación 13+800, presenta más de la mitad de su sección sumergida en sedimento (Figura 14).

Un aspecto muy importante a recalcar es que la zona que atraviesa el tramo, está constituida principalmente por fincas que se dedican al cultivo de la piña. Esta actividad, sumada al tipo de suelos presentes (residuales, de tipo limo arenoso, muy susceptibles a la erosión por lluvia cuando no presentan adecuada cobertura vegetal), genera gran cantidad de sedimentos que sobrecargan los sistemas de drenajes. De ahí la importancia de realizar campañas periódicas de limpieza de estas estructuras.



*Figura 12: Vista de la entrada, alcantarilla en el est. 7+150.*



*Figura 13: Presencia de sedimento dentro de la tubería, alcantarilla en el est. 25+250.*



*Figura 14: Alcantarilla parcialmente obstruida, vista de la entrada, est. 13+800*

En el aspecto de las cunetas, aproximadamente un 50% de la longitud del tramo presenta estas estructuras. Construidas en concreto, muestran un buen estado general; sin embargo, ya varias muestran problemas de sedimentación y crecimiento de plantas, tal y como se muestra en la Figura 15.



*Figura 15: Condición de la cuneta, est. 17+000.*



## Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto evaluado, el cual viene a completar el trazado de la Ruta Nacional 4 entre los poblados de Chilamate y Vuelta de Kooper en la zona norte del país, presenta una importancia estratégica ya que permite unir la zona caribeña con la pacífico norte: el viaje desde el puerto de Moín a la zona de Guanacaste se reduce en aproximadamente 30 km, pero el ahorro más importante de tiempo se da en el sentido de que no se tiene que atravesar la GAM, donde se concentra la mayor cantidad de población, y por ende, de vehículos en el país. De ahí la importancia de que el tramo evaluado, y en general la Ruta Nacional 4 se encuentre en el mejor estado funcional, estructural y que brinde condiciones adecuadas de seguridad vial, para garantizar niveles de servicio óptimos para los usuarios.

En general, la ruta se encuentra en buenas condiciones estructurales y funcionales. De ahí que todos los tramos homogéneos obtenidos tengan la nota Q1. Sin embargo, desde el punto de vista de seguridad vial, varios tramos presentan valores bajos de agarre, al punto que necesiten de intervención en forma de tratamientos superficiales. En la gira realizada, así como en el análisis de deterioros, se determinó que la exudación es el deterioro que más afecta la superficie de ruedo; sin embargo, la diferencia de niveles de agarre obtenidas entre sentidos, no puede ser explicada satisfactoriamente con estos resultados. De esta misma visita, se pudo observar que una medida paliativa aplicada en aquellos puntos afectados por exudación, es la de realizar un perfilado superficial: en varios de estos sitios, la exudación ha vuelto a darse, lo cual ratifica que el problema es de la mezcla asfáltica en sí.

En el mismo tema de seguridad vial, la demarcación horizontal presenta en general valores bajos de reflectividad, esto con base en las pruebas realizadas en 5 puntos de la ruta. Es de esperarse en el corto plazo que estos valores disminuyan aún más, al punto donde pueda afectar los niveles de seguridad pasiva.

En general, las obras de arte de la ruta (pasos a desnivel, puentes, cunetas, alcantarillas) se encuentran en buen estado estructural. Sin embargo, en especial las cunetas y alcantarillas, se notó en varias acumulación de sedimentos y crecimiento incipiente de vegetación, lo cual se relaciona tanto con el tipo de suelos locales, las actividades económicas y el clima de la zona.

Con base en los resultados de este informe, las recomendaciones que se dan a la Administración para mantener el proyecto en buen estado son:

- Crear un plan de mantenimiento para todas las obras incluidas en este proyecto, tales como carpeta de ruedo, demarcación vertical y horizontal, cunetas, alcantarillas, estructuras de puentes y pasos a desnivel, y otras obras de arte, considerando las condiciones locales y particulares de la zona, y tendientes a conservar la inversión realizada, garantizando niveles de servicio y de seguridad vial óptimos para los usuarios.



- Monitorear los valores de IRI de la ruta, en especial entre los estacionamientos 23+000 a 25+500, creando un plan de intervención adecuado para mantener este parámetro en niveles bajos.
- Investigar la causa por la cual el carril de venida presenta valores de agarre superficial bajos. En la misma línea, estudiar opciones de tratamientos superficiales que permitan devolver a la superficie niveles de agarre óptimos, eliminando a su vez los sitios afectados por el deterioro tipo exudación.
- En cuanto a la señalización horizontal, estudiar la posibilidad de utilizar pintura termoplástica en vez de pintura de base acuosa, la cual es más resistente al desgaste y por tanto, mantiene por más tiempo sus niveles de reflectividad.
- Monitorear periódicamente el estado de las estructuras de puentes y alcantarillas. Realizar de manera regular limpiezas en las mismas, esto para eliminar la posibilidad de que sedimentos acumulados en la orilla de la superficie de ruedo, pueda llegar a obstruir los sistemas de desagüe.
- Dar mantenimiento preventivo a las obras de control y pasos de aguas (cunetas, alcantarillas), en forma de limpieza de sedimentos y vegetación, para de esta manera garantizar su eficiencia cuando se presentan lluvias.
- Realizar controles regulares de velocidad, de tal manera que las velocidades señalizadas sean respetadas. De ser necesario, instalar reductores u otros métodos de control, en las cercanías de cruces, puentes y curvas.
- Evaluar la posibilidad de brindar iluminación artificial a lo largo del proyecto.