




UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

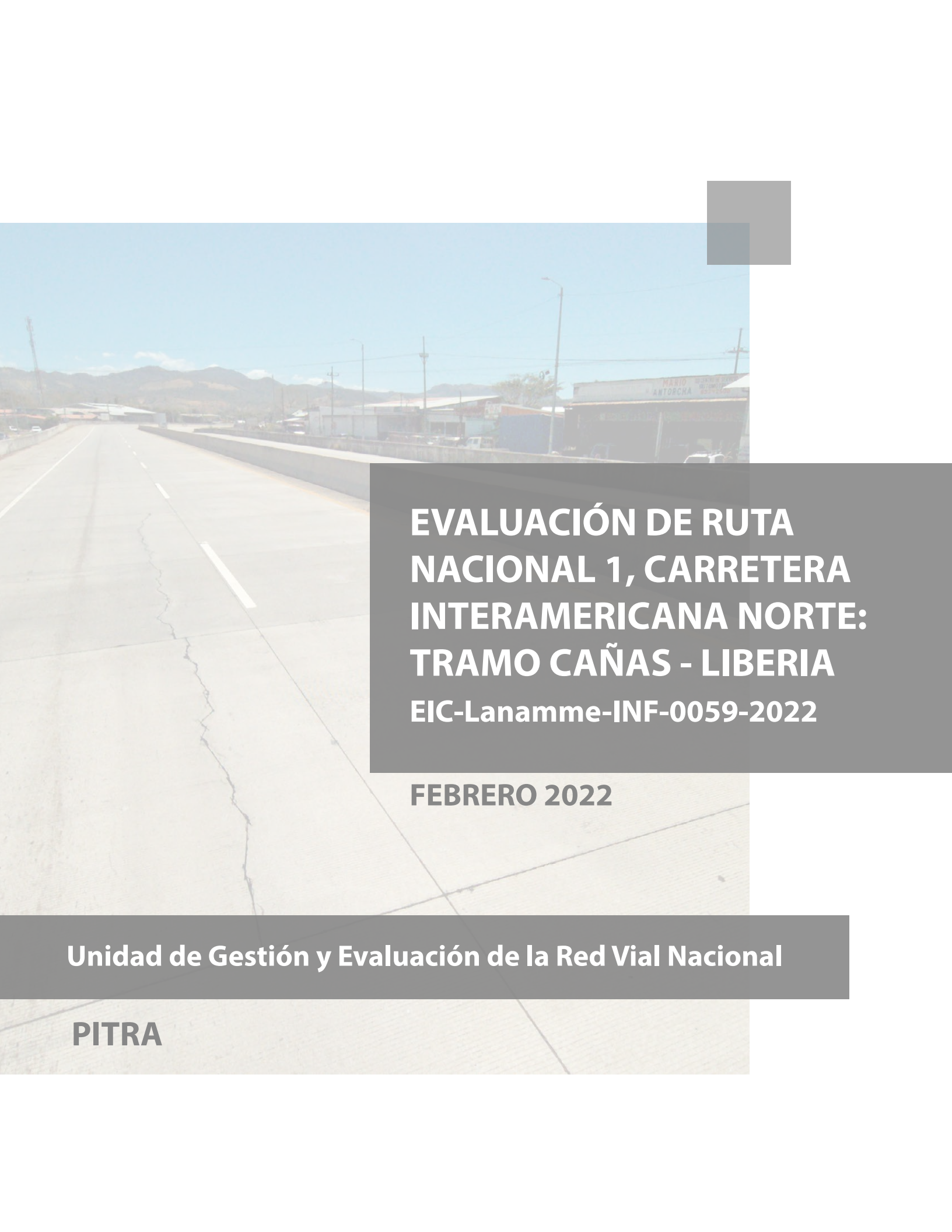
A photograph of a paved road with a prominent crack running down the center. The road is flanked by a concrete barrier on the right and utility poles with power lines. In the background, there are buildings, including one with a sign that says 'MARIO ANTORCHA', and mountains under a clear blue sky.

**EVALUACIÓN DE RUTA
NACIONAL 1, CARRETERA
INTERAMERICANA NORTE:
TRAMO CAÑAS - LIBERIA
EIC-Lanamme-INF-0059-2022**

FEBRERO 2022

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

PITRA



**EVALUACIÓN DE RUTA
NACIONAL 1, CARRETERA
INTERAMERICANA NORTE:
TRAMO CAÑAS - LIBERIA
EIC-Lanamme-INF-0059-2022**

FEBRERO 2022

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

PITRA

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

EIC-Lanamme-INF-0059-2022

EVALUACIÓN DE RUTA NACIONAL 1, CARRETERA INTERAMERICANA NORTE: TRAMO CAÑAS - LIBERIA

INFORME DE EVALUACION

Preparado por:

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

San José, Costa Rica
Febrero, 2022

Información Técnica del Documento

1. Informe:	EIC-Lanamme-INF-0059-2022
2. Copia No.	1
3. Título:	EVALUACIÓN DE RUTA NACIONAL 1, CARRETERA INTERAMERICANA NORTE TRAMO: CAÑAS - LIBERIA
4. Fecha del Informe	Febrero, 2022
7. 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
8. Notas complementarias	No Aplican

9. Resumen

La Carretera Interamericana Norte, específicamente el tramo comprendido entre los poblados de Cañas y Liberia en la provincia de Guanacaste fue sujeto de actividades de mejoramiento entre los años 2012 a 2014, con una inversión total de aproximadamente 219 millones de dólares. Comprende la ampliación a 2 carriles por sentido para la totalidad del tramo, con una superficie de ruedo en concreto hidráulico, así como la construcción de 3 pasos a desnivel principales, 18 puentes sobre diversos ríos y quebradas, y 9 puentes peatonales.

En cumplimiento de los mandatos de la Ley 8114, este informe representa un seguimiento a la condición del estado de este tramo, donde se aplicará la metodología de evaluación específica para pavimentos rígidos desarrollada en el LanammeUCR. Con esto, se darán además recomendaciones en el tipo de actividades de intervención a ejecutar, así como deterioros presentes en dicha ruta.

10. Palabras clave:	EVALUACIÓN, RED, VIAL, NACIONAL, PAVIMENTOS, TRATAMIENTOS, GESTIÓN
----------------------------	--

11. Nivel de seguridad:	Medio
--------------------------------	-------

12. Núm. de páginas	25
----------------------------	----

13. Preparado por

Ing. José Francisco Garro Mora M.Sc. Geog., PMP®
Unidad de Gestión y Evaluación
de la Red Vial Nacional

Firmado digitalmente por JOSE
FRANCISCO GARRO MORA
(FIRMA)

Fecha: 2022.02.01 16:53:10 -06'00' Fecha: Febrero 2022

Ing. Cristian Valverde Cordero, M.Sc., PMP®
Unidad de Gestión y Evaluación
de la Red Vial Nacional

CRISTIAN
VALVERDE
CORDERO
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por CRISTIAN
VALVERDE CORDERO
(FIRMA)

Fecha: 2022.02.01 10:16:13 -06'00' Fecha: Febrero 2022

14. Preparado y Revisado por:

Ing. Roy Barrantes Jiménez, M.Sc, PMP®
Coordinador de la Unidad de Gestión y Evaluación
de la Red Vial Nacional

Firmado digitalmente
por ROY BARRANTES
JIMENEZ (FIRMA)

Fecha: 2022.02.01
14:13:14 -06'00'

Fecha: Febrero 2022

Lic. Nidia Segura Jiménez.
Asesora Legal LanammeUCR

Fecha: Febrero 2022

15. Aprobado por:

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.
Coordinador General PITRA

ANA LUISA
ELIZONDO
SALAS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por ANA LUISA
ELIZONDO SALAS
(FIRMA)

Fecha: 2022.02.03
13:23:32 -06'00'

Fecha: Febrero 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES DE EVALUACIÓN	3
3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DEL AÑO 2021: REGULARIDAD SUPERFICIAL	4
4. RESULTADOS OBTENIDOS: ESCALONAMIENTO DE LAS JUNTAS TRANSVERSALES	5
5. CALIFICACIÓN TÉCNICA GENERAL DEL TRAMO CAÑAS – LIBERIA	6
6. DETERIOROS OBSERVADOS EN LA RUTA	7
7. PCI DEL TRAMO EVALUADO	11
8. INVERSIÓN EN MANTENIMIENTO EN EL TRAMO	13
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14

APÉNDICE A	17
-------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del tramo evaluado (en rojo)	1
Figura 2. Resultados de la prueba de IRI para el tramo evaluado	4
Figura 3. Resultados de la prueba de FLT para el tramo evaluado.	5
Figura 4. Grieta transversal, estacionamiento 166+315, sentido Cañas – Liberia	7
Figura 5. Grieta transversal, estacionamiento 166+400, sentido Cañas - Liberia.	8
Figura 6. Reparación en losa dividida, estacionamiento 181+200, sentido Liberia - Cañas.	8
Figura 7. Grieta longitudinal, estacionamiento 186+580, sentido Cañas - Liberia	9
Figura 8. Grieta transversal apenas visible, estacionamiento 205+510, sentido Liberia – Cañas	10
Figura 9. Distribución de deterioros identificados, sentido 1 Cañas – Liberia	11
Figura 10. Distribución de deterioros identificados, sentido 2 Liberia – Cañas	11
Figura 11. Distribución de los valores PCI por UMs, sentido Cañas – Liberia	12
Figura 12. Distribución de los valores PCI por UMs, sentido Liberia – Cañas	12
Figura 13. Distribución de actividades de mantenimiento para el tramo, año 2019	13
Figura 14. Distribución de actividades de mantenimiento para el tramo, año 2020	14
Figura 15. Ejemplo de demarcación vial en una ruta de concreto, con base en color negro (imagen tomada de internet).	16
Figura A16. Regularidad superficial tramo Cañas – Liberia, sentido 1	18
Figura A17. Regularidad superficial tramo Cañas – Liberia, sentido 2	19
Figura A18. Faulting tramo Cañas – Liberia, sentido 1	20
Figura A19. Faulting tramo Cañas – Liberia, sentido 2	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Detalles generales del proyecto de mejoramiento y ampliación de Cañas - Liberia</i>	2
Tabla 2. <i>Resultados de la Condición Funcional por tramos homogéneos</i>	4
Tabla 3. <i>Resultados de la Condición Estructural por tramos homogéneos</i>	5
Tabla 4. <i>Relación de los rangos en los componentes estructural y funcional, con la nota de calificación del tramo QR (Herrera, Barrantes y otros, 2019)</i>	6
Tabla 5. <i>Notas de Calidad QR para cada tramo homogéneo</i>	6
Tabla 6. <i>Distribución de los resultados de PCI, para las UMs evaluadas por sentido</i>	12
Tabla 7. <i>Actividades de mantenimiento realizadas en el tramo, años 2019 y 2020</i>	13

1. INTRODUCCIÓN

El tramo evaluado, ubicado entre los poblados de Cañas y Liberia sobre la Ruta Nacional 1, cuenta con una longitud total de 50,6 km. Ubicado enteramente en la provincia de Guanacaste, comprende una ruta en zona plana, con pocos cambios de pendiente, rectas largas y curvas de amplio radio y buena visibilidad en general. La **Figura 1** muestra la ubicación del proyecto.

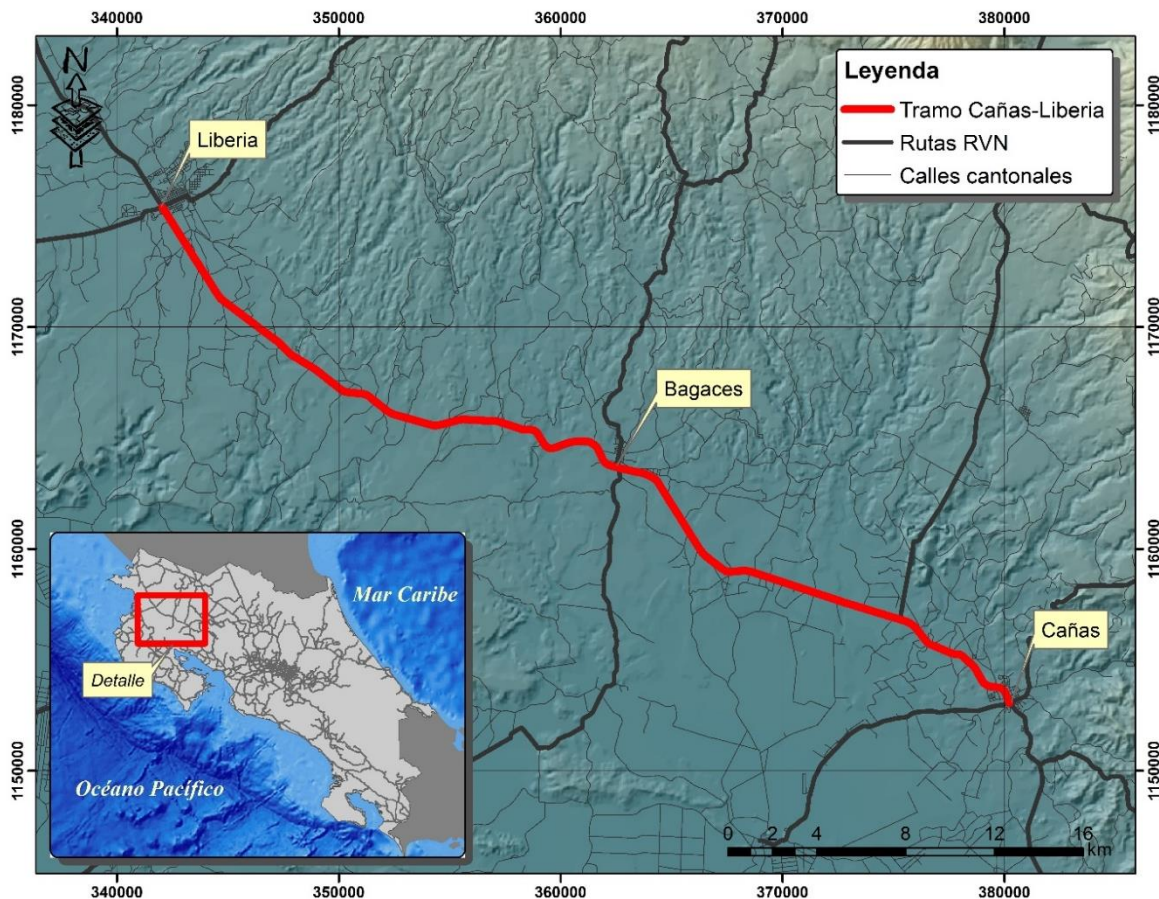


Figura 1. Ubicación del tramo evaluado (en rojo)

El 14 de mayo del año 2012, se dio la orden de inicio para la ampliación de este tramo que se ubica entre los estacionamientos 166+300 a 216+710 de la Carretera Interamericana Norte (50 410 metros de longitud). Para esa fecha, el tramo contaba con una estructura de pavimento flexible, con 1 carril por sentido en toda su extensión. La intervención, a cargo de la empresa española FCC, incluyó principalmente los aspectos que se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Detalles generales del proyecto de mejoramiento y ampliación de Cañas - Liberia

Elemento	Descripción
Inversión inicial	\$175 millones (₡87 500 millones al tipo de cambio de mayo del 2012)
Plazo de ejecución	730 días (2 años)
Superficie de ruedo	Losas de concreto (4,15 x 3,60 m, espesor 25 cm)
Ampliación	Se pasa de 2 carriles (1 por sentido) a 4 carriles (2 por sentido) en toda su longitud, incluidos los puentes
Características	La ruta deberá tener un IRI menor o igual a 1,5 m/km calculado sobre la media móvil de 5 tramos consecutivos de 200 metros de longitud cada uno, y ningún tramo podrá superar los 2,0 m/km.
Estructura en el tramo existente	
	20 cm de base estabilizada BE35. Se colocó sobre la estructura existente una vez que se realizó la recuperación de esta.
	Superficie de ruedo compuesta por losas de concreto hidráulico con dimensiones horizontales promedio de 4,15 x 3,60 m y un espesor de 25 cm.
Estructura del tramo ampliado	
	20 cm de material de préstamo compactado al 95% del próctor, sobre la subrasante.
	Subbase compactada al 95%
	20 cm de base estabilizada BE35.
	Superficie de ruedo compuesta por losas de concreto de 25 cm de espesor con dimensiones horizontales de 4,15 x 3,60 m.
Construcción de 5 intercambios con pasos a desnivel	
	Cañas (intersección con RN 142, longitud 1 675 m)
	Bijagua (intersección con la RN 6, longitud 700 m)
	Bagaces (intersección con la RN 164, longitud 680 m)
	Llano La Cruz (longitud de 689 m)
	Liberia (intersección con RN 21, longitud 1 549 m).
Construcción de 18 puentes sobre cauces, con longitudes entre los 30 a 85 m según el caso	
Construcción de 9 puentes peatonales en las cercanías a poblados	

En el año 2014 el plazo de entrega se alargó poco más de un año, lo cual vino con un reajuste del monto del contrato por \$43,7 millones. Lo anterior significa que el costo total aumentó a los ₡110 mil millones (aprox. \$219 millones), o lo que es lo mismo \$4,33 millones por kilómetro, lo que convierte a este tramo en el proyecto más costoso en cuanto a inversión inicial, que ha evaluado el LanammeUCR. Para finalizar, el proyecto fue oficialmente entregado en el año 2016, casi 2 años de atraso con respecto al contrato original.

2. ANTECEDENTES DE EVALUACIÓN

En el año 2019, la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional UGERVN del LanammeUCR realizó la primera evaluación de este tramo, lo cual significó también que fue la primera vez que se utilizó la Metodología de Evaluación de Rutas en Concreto, en ese momento recién desarrollada por la Unidad. Este informe, el LM-PI-UGERVN-5-2019, se puede consultar en el sitio web del LanammeUCR.

Con base en esta metodología, la ruta evaluada fue dividida en 12 tramos homogéneos. De la evaluación del escalonamiento de las juntas transversales de las losas, así como en la prueba de eficiencia de la transferencia de carga entre las mismas, estructuralmente la ruta se encontró en muy buenas condiciones. Por su parte, la evaluación con el Perfilómetro Láser arrojó que aproximadamente tres cuartas partes de la ruta presentó valores en el rango de “regular”, lo cual como es conocido incide negativamente en los costos de operación (directos por mantenimiento, indirectos por la operación de la flota vehicular). Con estos resultados, todos los tramos homogéneos adquirieron una Nota de Calidad de QR2, con la recomendación de actividades periódicas de mantenimiento con énfasis en la rehabilitación del componente funcional.

Además de estas pruebas, se realizó una evaluación con el Medidor de Agarre Superficial, el cual mide el grado de deslizamiento de una superficie bajo condiciones adversas como lluvia. En este aspecto, la práctica totalidad de la ruta mostró valores en el rango de “muy deslizante”, esto debido a una inadecuada macrotextura de la superficie, que además no permite canalizar de forma efectiva el agua superficial. Al sumar esto con las velocidades promedio de la ruta (muy por encima de las velocidades señalizadas), se obtienen niveles de seguridad vial muy por debajo de los aceptables para una ruta de esta naturaleza.

Por último, del análisis de deterioros superficiales se observaron varios puntos donde las losas presentaron agrietamientos importantes, tanto longitudinales y transversales, como aquellos que forman losas divididas. Junto con esto, el estado general de los sellos presentes en las juntas requería de una intervención inmediata, para evitar que agentes naturales provoquen aún más deterioros en las losas.

Todo lo anterior permitió generar una serie de recomendaciones para la Administración, de tal manera que el valor del patrimonio vial de esta ruta pudiera conservarse con el tiempo.

3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DEL AÑO 2021: REGULARIDAD SUPERFICIAL

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. Los resultados obtenidos del carril derecho para ambos sentidos del tramo evaluado se muestran en la **Figura 2**.

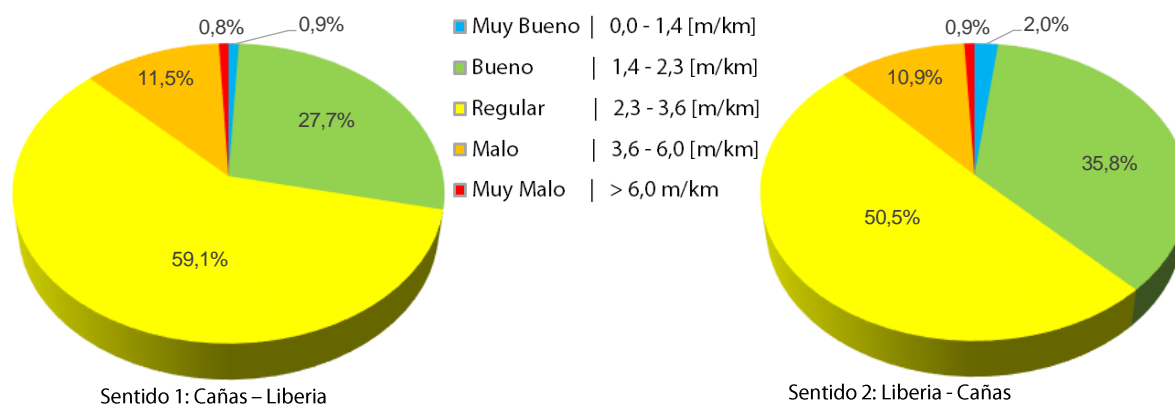


Figura 2. Resultados de la prueba de IRI para el tramo evaluado

Aproximadamente una tercera parte de la longitud de la ruta presenta resultados en el rango de Bueno a Muy Bueno; mientras que la mitad está en el rango de Regular. Con respecto a la evaluación del año 2019, la longitud en los rangos Malo a Muy Malo ha aumentado, siendo ahora un 11% aproximadamente. Para la evaluación por Tramos Homogéneos, se utilizará la misma tramificación obtenida en el año 2019. El valor de condición funcional será el mayor valor de IRI entre los sentidos de ida y venida; los resultados se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Resultados de la Condición Funcional por tramos homogéneos

Tramo homogéneo	Est. Inicio	Est. Fin	IRI [m/km] sentido1*	IRI [m/km] sentido2**	IRI [m/km] final	Condición funcional
1	166+300	167+340	3,07	2,80	3,07	Regular
2	169+100	173+848	2,87	2,92	2,92	Regular
3	174+673	178+993	2,69	2,75	2,75	Regular
4	178+993	186+398	2,66	2,61	2,66	Regular
5	186+398	189+145	2,69	2,54	2,69	Regular
6	189+849	196+339	2,89	2,47	2,89	Regular
7	196+339	200+983	2,57	2,47	2,57	Regular
8	200+983	204+598	2,61	2,46	2,61	Regular
9	204+598	208+700	2,74	2,48	2,74	Regular
10	208+700	213+073	2,62	2,44	2,62	Regular
11	213+623	214+828	3,07	2,91	3,07	Regular
12	216+328	216+710	N/A	3,38	3,38	Regular

* Sentido 1 = Cañas - Liberia ** Sentido 2 = Liberia - Cañas

Como se observa en la **Tabla 2**, la totalidad de los tramos presentan una condición funcional promedio **Regular**. En el Anexo I se muestran los resultados ubicados espacialmente.

4. RESULTADOS OBTENIDOS: ESCALONAMIENTO DE LAS JUNTAS TRANSVERSALES

Los resultados obtenidos de la prueba de escalonamiento de juntas (FLT por su nombre en inglés), en el carril derecho de ambos sentidos del tramo evaluado, se muestran en la **Figura 3**.



Figura 3. Resultados de la prueba de FLT para el tramo evaluado.

En este aspecto, la ruta se encuentra en buenas condiciones estructurales, dado que poco más del 97% del total de su longitud, presenta valores en el rango de Bajo. Sin embargo, comparando estos resultados con aquellos obtenidos para el año 2019, se nota un aumento en la cantidad de juntas en el rango de Moderado, y en el caso del carril de venida (sentido Liberia – Cañas) aparecen una cuantas en el rango de Alto. En la **Tabla 3** se muestran los resultados obtenidos por tramo homogéneo; de nuevo el valor a reportar será el mayor valor de FLT entre los sentidos de ida y venida.

Tabla 3. Resultados de la Condición Estructural por tramos homogéneos

Tramo homogéneo	Est. Inicio	Est. Fin	FLT [mm] sentido1*	FLT [mm] sentido2**	FLT [mm] final	Condición estructural
1	166+300	167+340	4,6	4,5	4,6	Bajo
2	169+100	173+848	4,9	4,4	4,9	Bajo
3	174+673	178+993	4,7	4,2	4,7	Bajo
4	178+993	186+398	4,5	4,6	4,6	Bajo
5	186+398	189+145	4,4	3,7	4,4	Bajo
6	189+849	196+339	4,3	4,4	4,4	Bajo
7	196+339	200+983	4,0	4,3	4,3	Bajo
8	200+983	204+598	4,7	4,3	4,7	Bajo
9	204+598	208+700	4,7	4,9	4,9	Bajo
10	208+700	213+073	4,3	4,5	4,5	Bajo
11	213+623	214+828	4,5	3,7	4,5	Bajo
12	216+328	216+710	N/A	5,1	5,1	Bajo

* Sentido 1 = Cañas – Liberia ** Sentido 2 = Liberia – Cañas

Como se observa, la totalidad de los tramos presentan una condición estructural buena, dado que los resultados promedio obtenidos de la prueba de escalonamiento están en el rango de **Bajo**. En el **APÉNDICE A** se muestran los resultados ubicados espacialmente.

5. CALIFICACIÓN TÉCNICA GENERAL DEL TRAMO CAÑAS – LIBERIA

Con base en los resultados obtenidos de las pruebas de IRI y FLT, cada tramo homogéneo de la ruta evaluada posee una calificación tanto funcional como estructural. Estos resultados se toman en cuenta para asignar a cada uno su calificación técnica general, la cual se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Relación de los rangos en los componentes estructural y funcional, con la nota de calificación del tramo QR (Herrera, Barrantes y otros, 2019)

Rango		Componente Estructural FLT (mm)			
		Muy Bajo (0,0 a 3,0)	Bajo (3,0 a 10,0)	Moderado (10,0 a 20,0)	Alto (mayor de 20,0)
Componente Funcional IRI (m/km)	Muy Bueno (0,0 a 1,4)	QR1		QR4	
	Bueno (1,4 a 2,3)				
	Regular (2,3 a 3,6)	QR2			
	Malo (3,6 a 6,0)	QR3		QR5	
	Muy Malo (mayor de 6,0)				

Por tanto, la Nota de Calidad QR para cada tramo homogéneo se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Notas de Calidad QR para cada tramo homogéneo

Tramo homogéneo	IRI _{prom} [m/km]	Nota IRI	FLT _{prom} [mm]	Nota FLT	QR
1	3,07	Regular	4,6	Bajo	QR2
2	2,92	Regular	4,9	Bajo	QR2
3	2,75	Regular	4,7	Bajo	QR2
4	2,66	Regular	4,6	Bajo	QR2
5	2,69	Regular	4,4	Bajo	QR2
6	2,89	Regular	4,4	Bajo	QR2
7	2,57	Regular	4,3	Bajo	QR2
8	2,61	Regular	4,7	Bajo	QR2
9	2,74	Regular	4,9	Bajo	QR2
10	2,62	Regular	4,5	Bajo	QR2
11	3,07	Regular	4,5	Bajo	QR2
12	3,38	Regular	5,1	Bajo	QR2

En general, todos los tramos presentan una condición estructural buena, y una condición funcional regular, por lo que obtienen una nota de calidad QR2. Esto significa que la ruta en general se debe intervenir con actividades de mantenimiento periódico, con énfasis en la rehabilitación del componente funcional de la superficie. Entre las posibles actividades, están la reparación y sellado de juntas y de agrietamientos de severidad baja y media, así como el cepillado (fresado) de la superficie para mejorar su IRI, conservando su macro textura para mejorar tanto la condición de agarre superficial, como el drenaje eficiente de las aguas superficiales.

6. DETERIOROS OBSERVADOS EN LA RUTA

Debido a la actual pandemia mundial del COVID-19 y **las restricciones que impuso la UCR** no fue posible realizar una visita para levantamiento en ambos sentidos de la ruta durante el año 2020 al tramo evaluado. Sin embargo, para esta evaluación, en marzo del 2021 se realizó un levantamiento en ambos sentidos de la ruta, con el equipo Imaging de imágenes de alta resolución georreferenciadas. Con esta evaluación, se calculó el PCI para el tramo, así como la ubicación y severidad de los principales deterioros presentes.

Para este informe, se ubicaron aquellos sitios que en la gira del año 2019 mostraban deterioros de severidad alta como elemento de referencia y comparación, para determinar deterioros, o en su defecto un arreglo o intervención realizada al tramo por la Administración. A continuación, se muestra el resultado de dicho análisis:

- Estacionamiento 166+315: en la visita del año 2019, este punto mostraba una grieta transversal en la losa, que abarcaba todo el carril del sentido de ida. A pesar de las obras de intervención que se realizaban al momento de la evaluación, dicha grieta se puede observar claramente sin signos de obras de reparación (**Figura 4**).



Figura 4. Grieta transversal, estacionamiento 166+315, sentido Cañas – Liberia

- Estacionamiento 166+400 y 175+520: en estos sitios se detectaron fracturas en las juntas de unión entre losas. Para esta evaluación aún existen dichas fracturas; adicionalmente se observó una grieta transversal en el sentido de ida (Cañas – Liberia) en el estacionamiento 166+400 (**Figura 5**).



Figura 5. Grieta transversal, estacionamiento 166+400, sentido Cañas - Liberia.

- Estacionamiento 181+200: acá se detectaron losas divididas sobre el carril derecho en el sentido de venida Liberia – Cañas. En la actualidad, dicho sitio muestra un sellado de grietas (**Figura 6**).

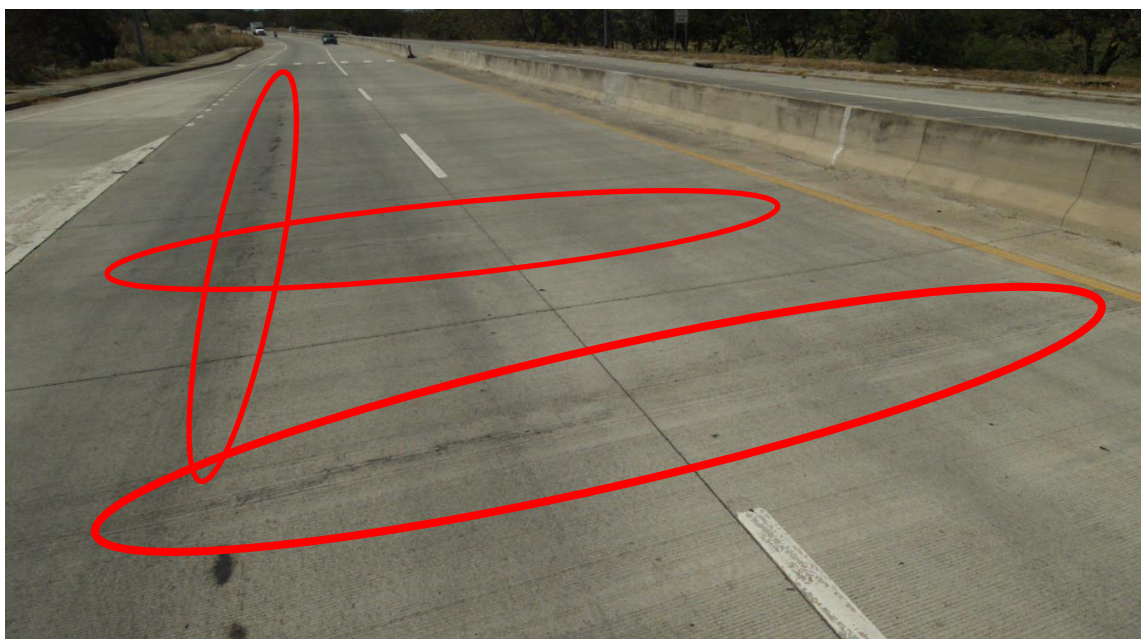


Figura 6. Reparación en losa dividida, estacionamiento 181+200, sentido Liberia - Cañas.

- Estacionamiento 186+580: en el 2019 se identificaron grietas longitudinales sobre el carril derecho del sentido de ida (Cañas – Liberia), que afectaban varias losas. Para este año dicho agrietamiento sigue presente, sin intervención aparente (**Figura 7**).



Figura 7. Grieta longitudinal, estacionamiento 186+580, sentido Cañas - Liberia

- Estacionamiento 205+510: en el 2019 se encontraron losas con agrietamientos previamente sellados, pero junto a este sitio existían agrietamientos más recientes claramente visibles. Además, reparaciones parciales realizadas en los extremos de losas exhibían agrietamientos severos. Esto mismo fue identificado en la presente evaluación (**Figura 8**).



Figura 8. Grieta transversal apenas visible, estacionamiento 205+510, sentido Liberia – Cañas

Del análisis de la información obtenida con este equipo, el deterioro que más se observa en el tramo es el desprendimiento de agregados (que representa aproximadamente tres cuartas partes del total de deterioros identificados), seguido por agrietamientos lineales y de malla. En menor cantidad, se pueden identificar juntas y esquinas de losas fracturadas, así como grietas de esquina. La **Figura 9** y **Figura 10** resumen los deterioros encontrados por sentido de ruta.

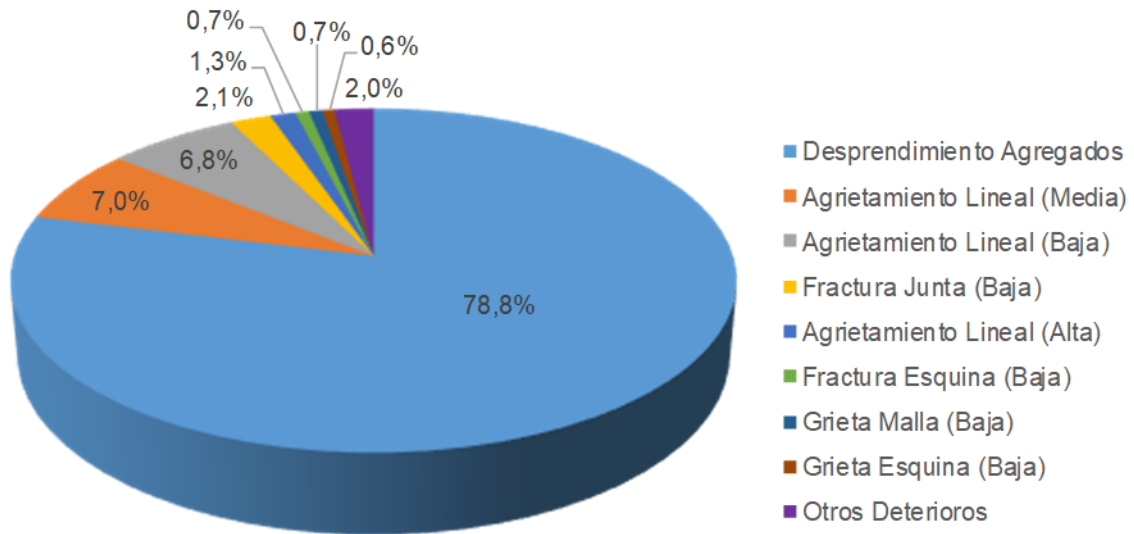


Figura 9. Distribución de deterioros identificados, sentido 1 Cañas – Liberia

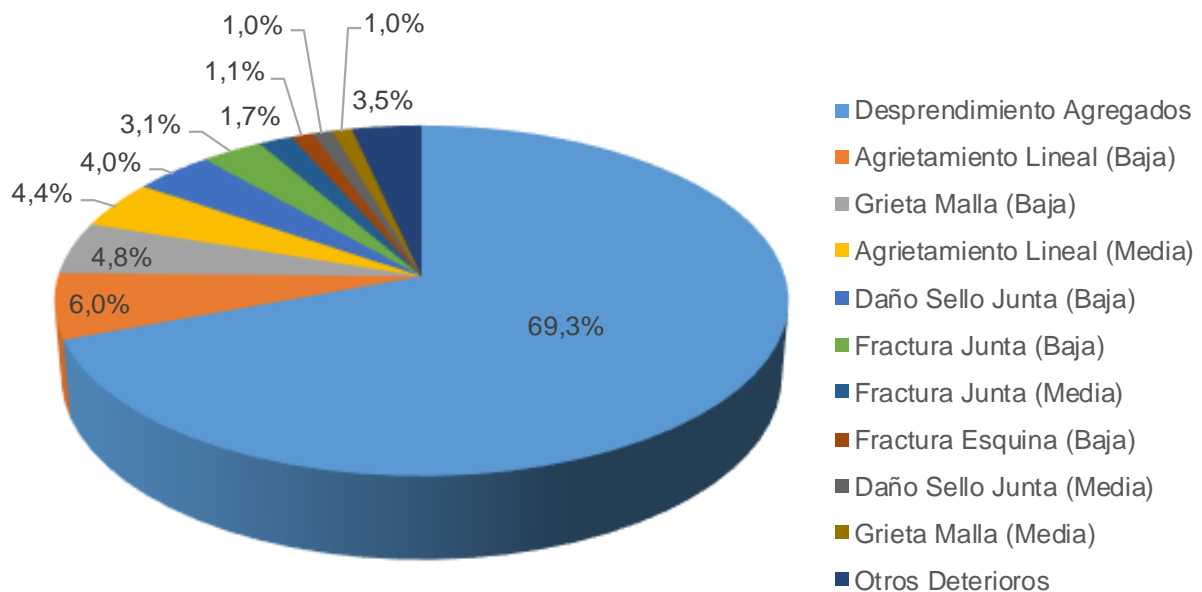


Figura 10. Distribución de deterioros identificados, sentido 2 Liberia – Cañas

7. PCI DEL TRAMO EVALUADO

Con la información levantada con el equipo Imajing de imágenes de alta resolución georreferenciadas, se procedió a calcular el valor PCI de la ruta de forma semiautomática con los respectivos alcances y limitaciones, se realizó para ambos sentidos, siguiendo la metodología dada por la ASTM, consultando además el Manual de Auscultación Visual MAV del año 2016. Según dicha metodología, para cada sentido de la ruta, se escogieron poco más de 200 Unidades de Muestreo. La

distribución de valores de PCI para estas UMs, se muestra en la **Tabla 6**; la **Figura 11** y **Figura 12** muestran dicha distribución de manera gráfica.

Tabla 6. Distribución de los resultados de PCI, para las UMs evaluadas por sentido

Rango PCI	Estado	Sentido 1 Cañas - Liberia		Sentido 2 Liberia - Cañas	
		UMs	%	UMs	%
100 – 86	Excelente	174	85,3	195	93,8
85 – 71	Muy Bueno	27	13,2	13	6,3
70 – 56	Bueno	3	1,5	0	0,0
55 – 41	Regular	0	0,0	0	0,0
40 – 26	Malo	0	0,0	0	0,0
25 – 11	Muy Malo	0	0,0	0	0,0
10 – 0	Falla	0	0,0	0	0,0
Total		204	100%	208	100%
Valor de PCI para el Tramo		92,3		94,3	

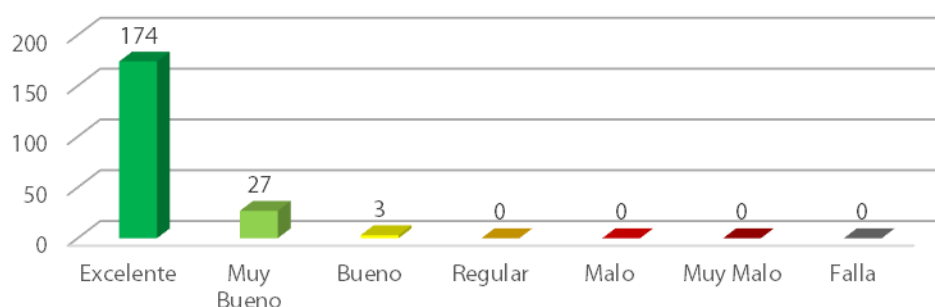


Figura 11. Distribución de los valores PCI por UMs, sentido Cañas – Liberia

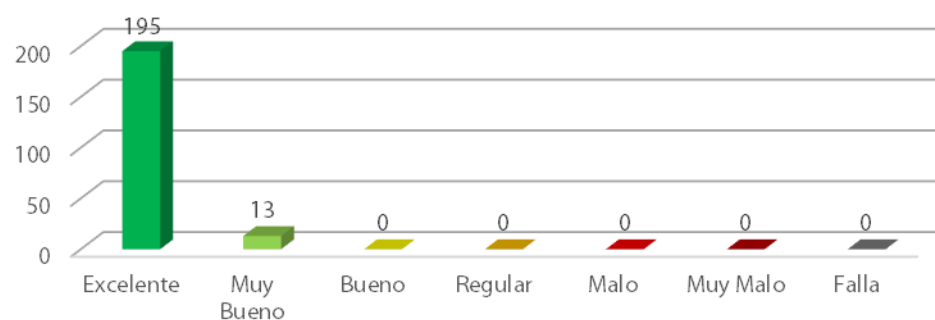


Figura 12. Distribución de los valores PCI por UMs, sentido Liberia – Cañas

En general, el tramo evaluado presenta una nota excelente en el parámetro PCI para ambos sentidos. Del análisis de los datos, el sentido de ida (Cañas – Liberia) presenta una nota ligeramente inferior al otro sentido, debido a la existencia de mayor cantidad de deterioros con nota severa en su recorrido. Cabe resaltar que ninguno de los sentidos presenta Unidades de Muestreo con notas Regular o peor.

8. INVERSIÓN EN MANTENIMIENTO EN EL TRAMO

Con base en el Sistema Integral de Gestión de Proyectos (SIGEPRO), es posible obtener el total de inversión realizado por la Administración en actividades de mantenimiento, tanto por ruta como por año. A partir de esta información, la UGERVN procesó los datos específicos para este tramo, entre los años 2019 y 2020; de tal manera que es posible establecer las actividades realizadas y contrastarlas con las necesidades actuales de la ruta, esto con base en los resultados obtenidos en el informe del año 2019.

Para el año 2019, el total de inversión realizado fue de 162,4 millones de colones; mientras que en el 2020 aumentó a 668,5 millones de colones. El desglose de actividades y montos correspondientes, se muestran en la **Tabla 7**; la distribución gráfica por año se muestra en la **Figura 13** y **Figura 14**.

Tabla 7. Actividades de mantenimiento realizadas en el tramo, años 2019 y 2020

Actividades de conservación, año 2019		Actividades de conservación, año 2020	
Actividad	Inversión	Actividad	Inversión
Limpieza cunetas	₡54 212 281	Sellado juntas grietas	₡378 839 283
Chapea derecho vía	₡40 032 436	Limpieza canales	₡162 425 722
Bacheo con MAC	₡17 982 901	Hormigón clase A 225 kg/cm ²	₡33 026 602
Mantenim. Guardacaminos	₡16 222 251	Mantenim. guardacaminos	₡29 626 066
Limpieza canales	₡10 676 706	Limpieza cunetas	₡17 751 699
Descuaje árboles	₡9 245 356	Material de préstamo	₡11 291 512
Recolección basura	₡7 278 052	Chapea derecho vía	₡7 001 212
Otras actividades	₡6 754 221	Otras actividades	₡28 534 209
Total del 2019	₡162 404 207	Total del 2020	₡668 496 308

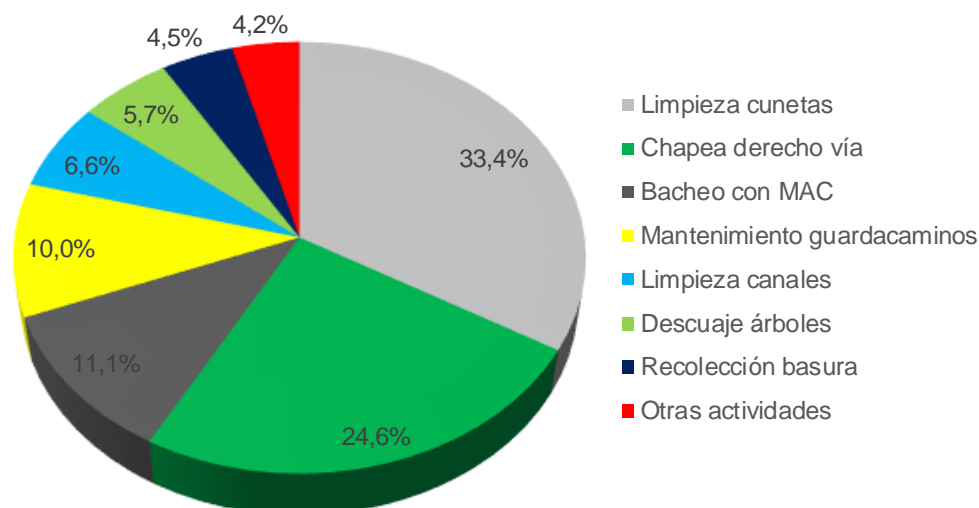


Figura 13. Distribución de actividades de mantenimiento para el tramo, año 2019

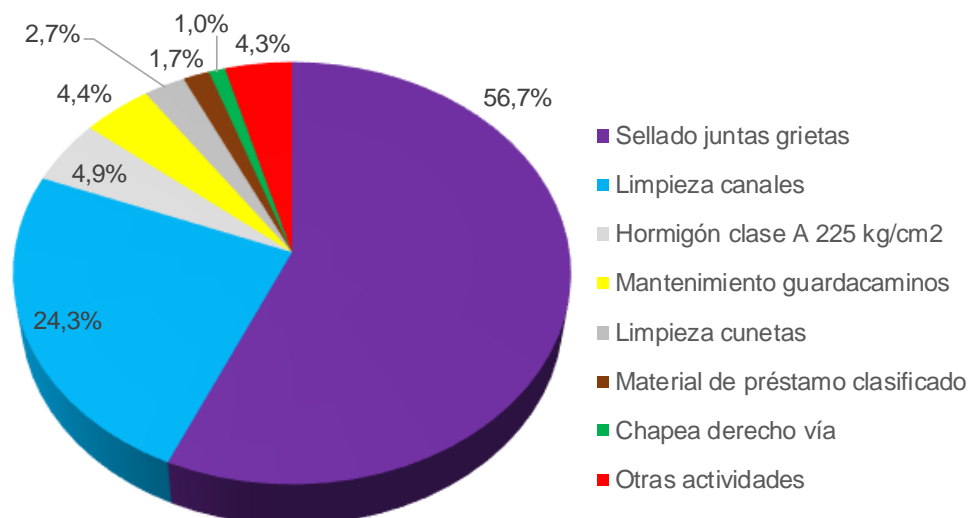


Figura 14. Distribución de actividades de mantenimiento para el tramo, año 2020

En el año 2019, el grueso de actividades abarcó la limpieza de elementos del tramo, como cunetas, canales y el derecho de vía. El bacheo con mezcla asfáltica en caliente corresponde con aquellos realizados en rampas de acceso y sitios en las rutas marginales paralelas a la troncal principal.

Esto cambia radicalmente en el año 2020, donde se destinaron 379 millones de colones (un 57% del total de inversión para dicho año) en el sellado de juntas y grietas, lo cual es un aspecto positivo dado que, en el informe del año 2019, uno de los aspectos a mejorar se trataba precisamente del estado de las juntas entre losas, lo cual en varios puntos mostró desprendimientos de dicho elemento. Es de recordar que, en rutas en concreto, este ítem se debe tratar como de mantenimiento rutinario, reemplazándolo cada cierto tiempo para asegurar el nivel de servicio óptimo en dichas rutas.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este informe, se concluye que, a nivel estructural, el tramo comprendido entre los poblados de Cañas y Liberia se encuentra en buen estado. Lo anterior, con base en la prueba de escalonamiento de las juntas transversales. A nivel funcional, la ruta presenta niveles en el rango de Regular, lo cual como se ha dicho anteriormente, incide en los costos de operación de la ruta, tanto los directos por mantenimiento, como indirectos por operación de la flota vehicular. Además, por el tipo de tránsito que circula en esta ruta (con un porcentaje importante de vehículos pesados) y las velocidades de operación, se somete a la estructura a cargas dinámicas para la cual no fue diseñada, y que pueden provocar deterioros como agrietamientos en las losas, y su eventual falla.

Con base en la Matriz de Calificación de la Nota QR, la totalidad de las secciones homogéneas para esta ruta presenta una calificación QR2, con la recomendación de actividades periódicas de mantenimiento con énfasis en la rehabilitación del componente funcional.

De la evaluación de deterioros, muchos de los sitios que fueron identificados en el informe del año 2019, aún presentan problemas. Con la evaluación completa de esta ruta con los datos obtenidos del equipo Imaging, el deterioro que más se observa es el tipo “desprendimiento de agregados”, seguido por los “agrietamientos lineales” en varios niveles de severidad. Se debe dar un seguimiento a los sitios con estos problemas, esto para programar su eventual intervención antes de que se dé una posible falla en las losas. De este análisis, y con base en la metodología de la ASTM, el PCI para la ruta varía entre 92 y 94 según el sentido de circulación, lo cual representa una condición “excelente” y que confirma que la ruta sólo requiere niveles de mantenimiento para conservar su condición.

Por último, del análisis de los datos de inversión en actividades de mantenimiento obtenidas del sistema SIGEPRO, se observa una inversión fuerte en el año 2020, con un énfasis en la actividad del sellado de juntas y grietas, y en menor medida, la limpieza de elementos como obras destinadas al manejo de aguas, y el propio derecho de vía.

Debido a que la ruta en general presenta condiciones similares a las encontradas en el año 2019, varias de las recomendaciones dadas en ese informe son aún válidas para este año. Destacan:

- Realizar actividades que busquen brindarle a la superficie de ruedo, los niveles adecuados de perfil superficial para mejorar los resultados del IRI. Con base en el CR-2010, acciones como el cepillado o fresado de la superficie no sólo permite mejorar el nivel del perfil longitudinal, disminuyendo los valores de IRI, sino que permite mejorar la condición de agarre superficial. Esto, para la totalidad de la ruta evaluada, en cada carril. Valorar la posibilidad de aplicar límites de velocidad cambiantes según el estado del tiempo, de tal manera que, para condiciones lluviosas, este límite disminuya. Contar además con controles más estrictos de las velocidades a las que los usuarios circulan.
- Establecer un sistema periódico de mantenimiento para la ruta. Actividades como la reparación y sellado de juntas y grietas deben realizarse de manera constante, con lo que se pueden evitar problemas mayores de deterioro a mediano y largo plazo (en el SIGEPRO, esta actividad no se realizó en el año 2019, pero si en el 2020). Del análisis de los datos de inversión en mantenimiento, el chapeo del derecho de vía, reposición de barreras de seguridad dañadas, limpieza de cunetas y alcantarillas, e inspección rutinaria de obras importantes en la ruta (como puentes y pasos a desnivel) se ha realizado en esta ruta para los años analizados (2019 y 2020).

- Ubicar la totalidad de losas que presentan daños en forma de agrietamientos (longitudinales, transversales y de esquina). Esto, para valorar el tipo de reparación a realizar, entre las que podrían estar el sellado de la grieta (para severidades bajas), así como reparaciones a profundidad parcial o total, o la sustitución de la losa como tal.
- Dar mantenimiento periódico a la demarcación vial, reponiendo los captaluces que se van perdiendo con el paso del tiempo y de los vehículos. Valorar la posibilidad de brindar una capa de sellado base en color negro para la demarcación horizontal, para efectos de contraste tal y como lo establece la guía de INTECO de buenas prácticas constructivas (**Figura 15**). Esto, para mejorar su visibilidad ante condiciones adversas de luz natural.

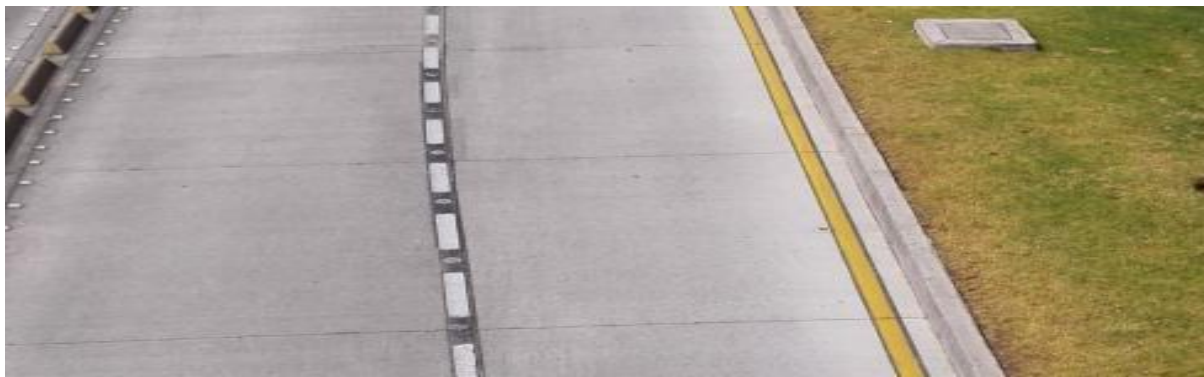


Figura 15. Ejemplo de demarcación vial en una ruta de concreto, con base en color negro (imagen tomada de internet).

APÉNDICE A

Resultado de pruebas realizadas en la ruta evaluada

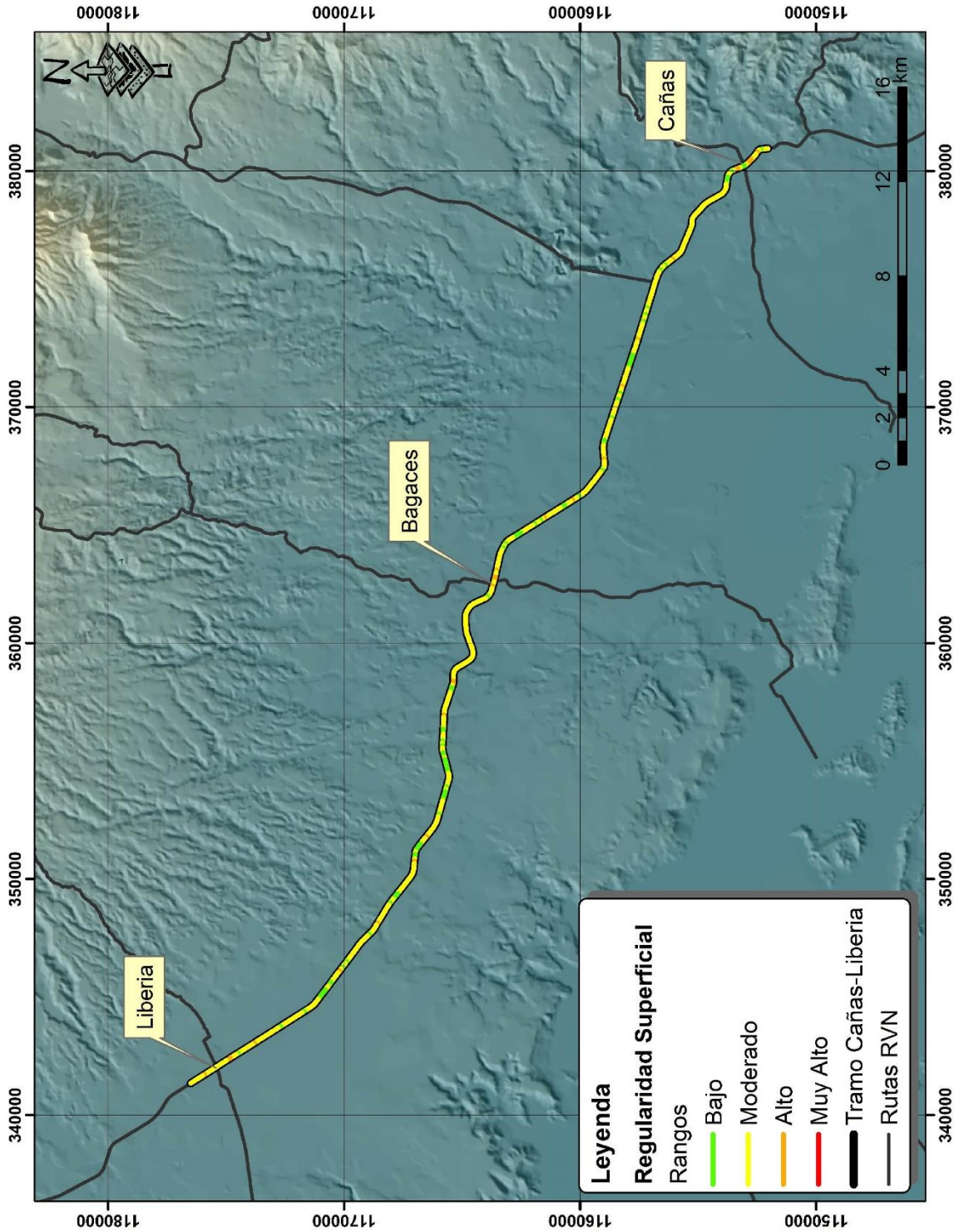


Figura A16. Regularidad superficial tramo Cañas – Liberia, sentido 1

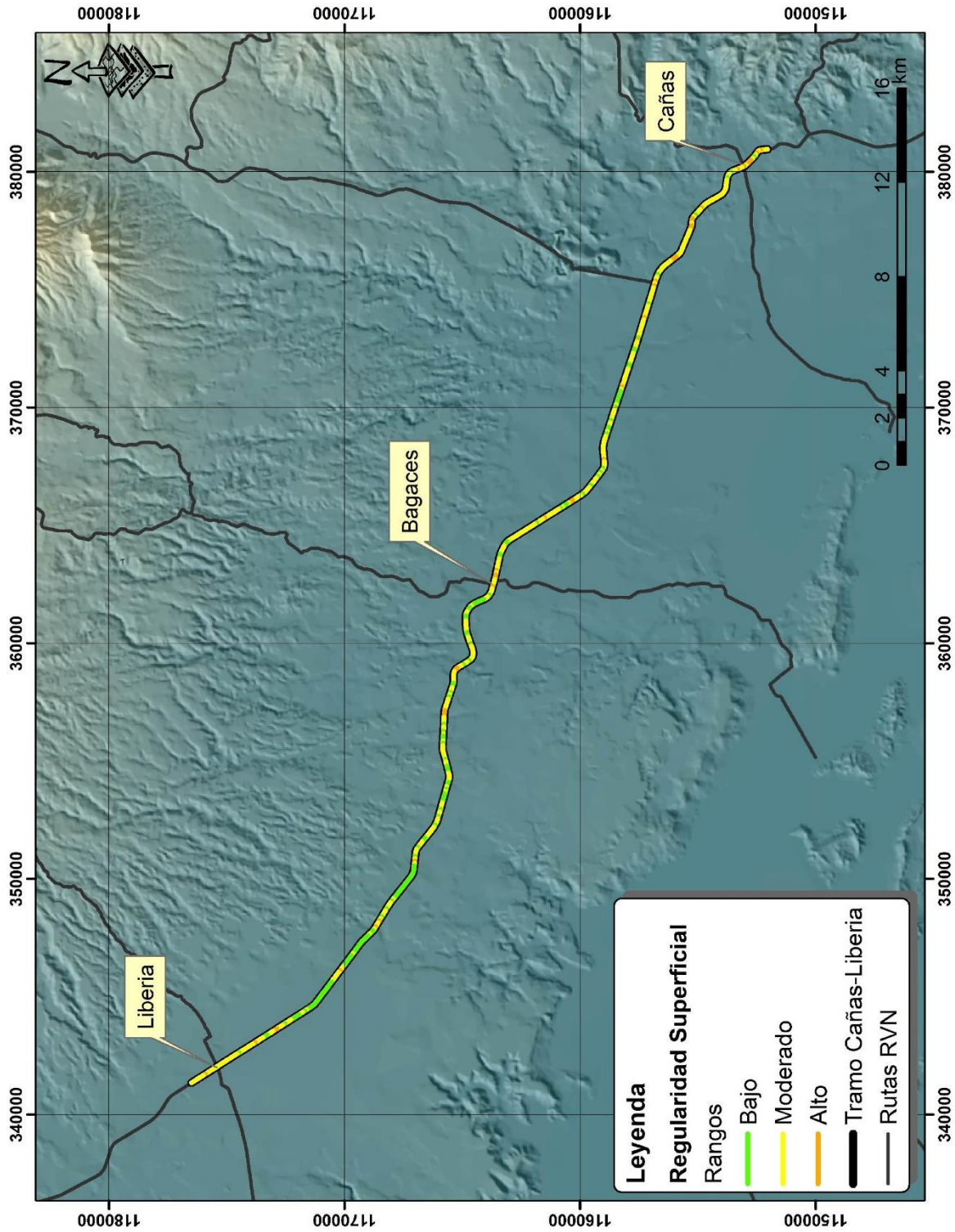


Figura A17. Regularidad superficial tramo Cañas – Liberia, sentido 2

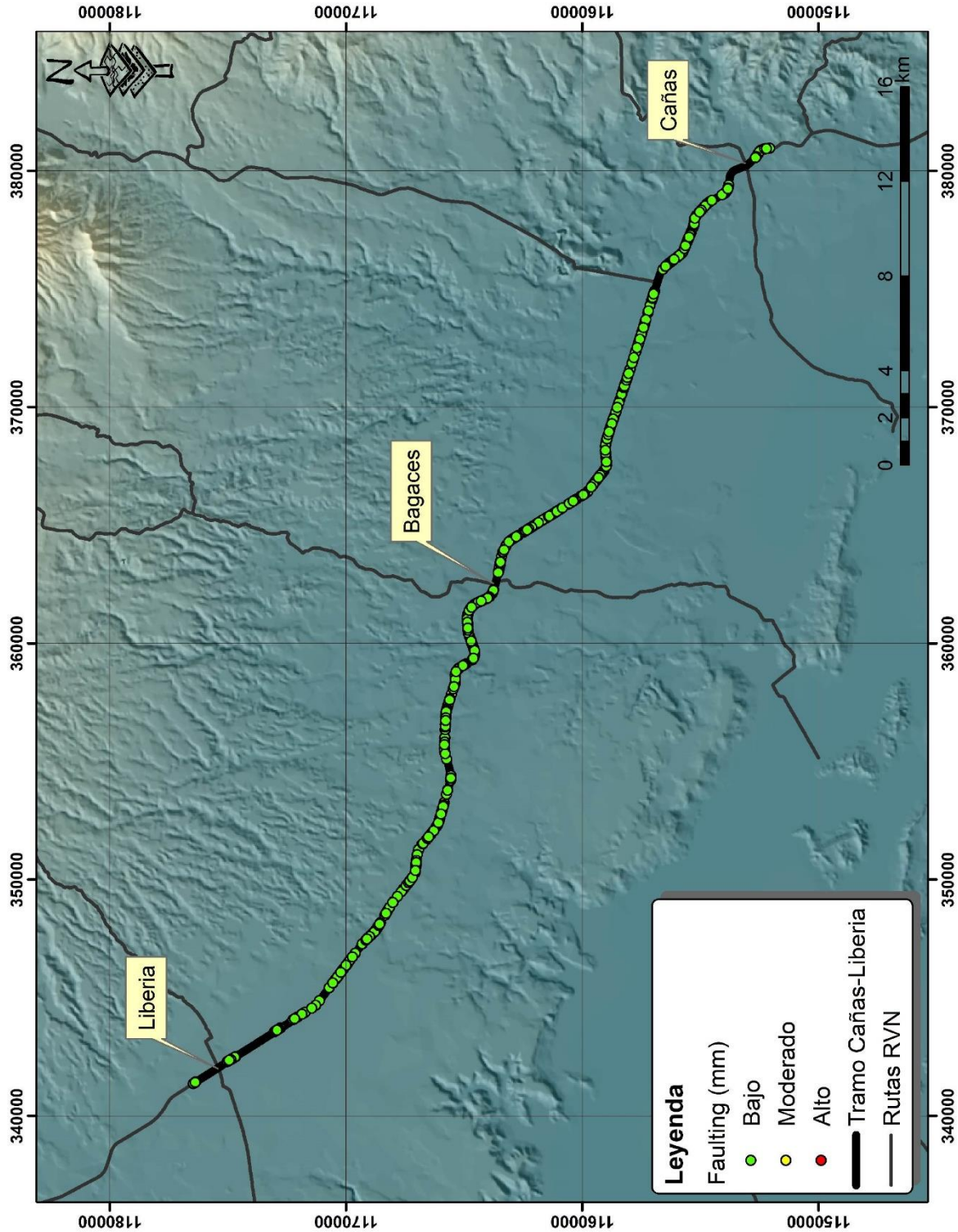


Figura A18. Faulting tramo Cañas – Liberia, sentido 1

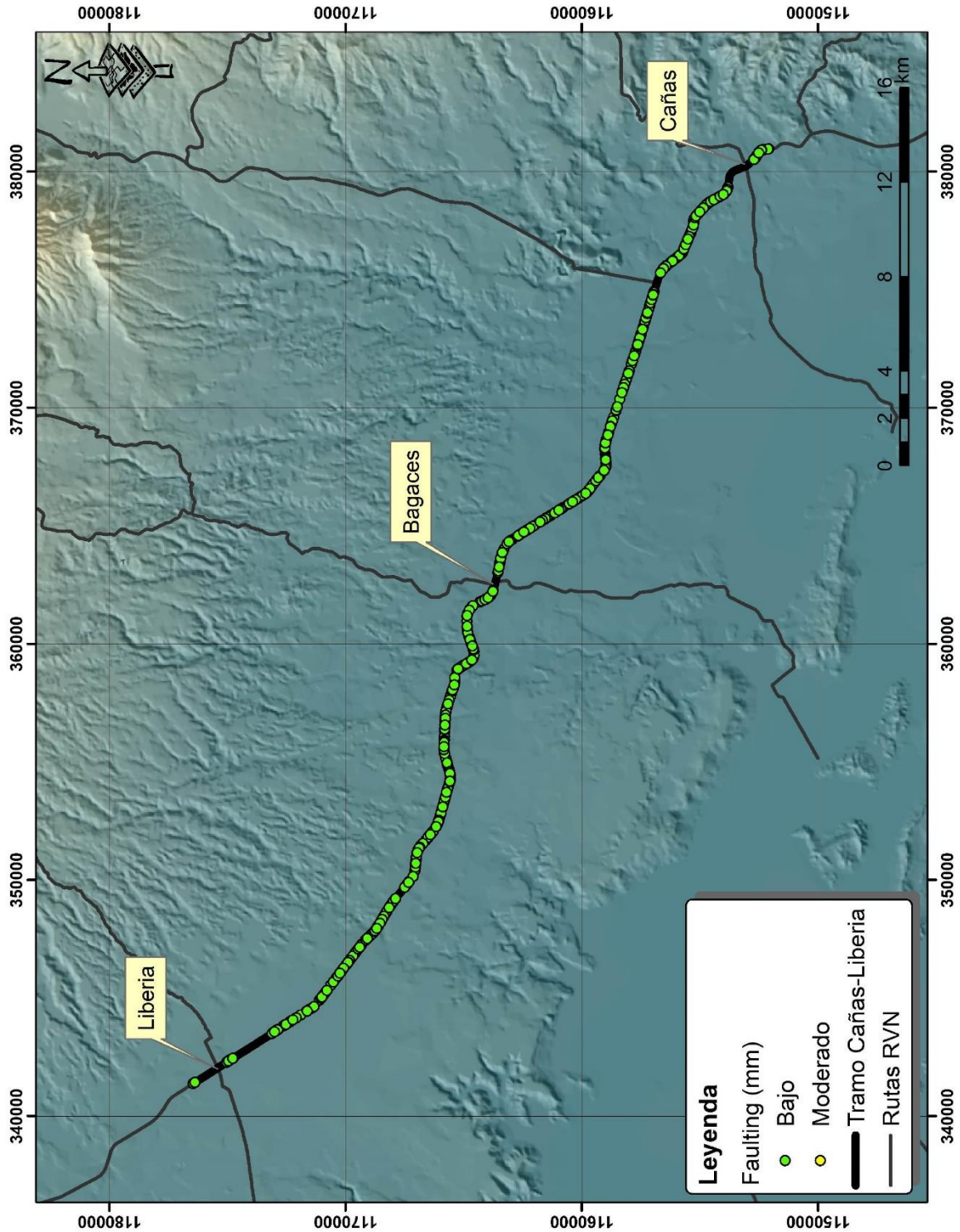


Figura A19. Faulting tramo Cañas – Liberia, sentido 2

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



11501-2060 San José, Costa Rica



(506) 2511-2500



direccion.lanamme@ucr.ac.cr



www.lanamme.ucr.ac.cr

UCR