



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica LanammeUCR

Informe final EIC-Lanamme-INF-0166-2024

Evaluación de las actividades de conservación vial realizadas sobre la ruta nacional 32, sección de control 40500, en el periodo 2022-2023.



Preparado por la

Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít. 7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica
Mayo, 2024



1. Informe final EIC-Lanamme-INF-0166-2024	2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Evaluación de las actividades de conservación vial realizadas sobre la ruta nacional 32, sección de control 40500, en el periodo 2022-2023.	4. Fecha del Informe Mayo, 2024
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. Resumen El presente informe se realizó como seguimiento al desempeño del proyecto de ampliación y rehabilitación del tramo río Virilla – cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la Ruta 32, auditado previamente mediante el informe EIC-LANAMME-INF-009-2021. En cuanto a los resultados obtenidos y de acuerdo con la evaluación realizada por parte del Laboratorio del LanammeUCR, se observaron incumplimientos en la regularidad superficial del proyecto. Como parte de las acciones correctivas consideradas por la empresa contratista, para mejorar la regularidad superficial de la vía, se realizó un microfresado de la superficie sobre la cual se colocó un sello de niebla ("fog seal"). Como resultado, se observó que esta medida correctiva mejoró la fricción superficial de la calzada, sin embargo, se observaron algunos tramos puntuales en los que la fricción superficial disminuyó considerablemente. Por otra parte, se observó un uso extensivo del ítem de bacheo a profundidad parcial en el tramo ubicado entre el puente sobre el río Virilla y el cruce a desnivel de Barrio Socorro. En este tramo se evidenció la colocación de mezcla asfáltica en casi toda la calzada, donde se abarcó con bacheo a profundidad parcial cerca del 90 % de la superficie. En cuanto a la seguridad vial de proyecto, se evidenció que, pese a que habían transcurrido 11 meses luego de la colocación de la capa final de ruedo, la calzada no contaba con su demarcación horizontal definitiva. Además, se observó que en algunos puntos la distancia entre el sistema de contención vehicular colocado y los peligros presentes en el sitio era insuficiente para garantizar la seguridad de los usuarios. Por otra parte, se evidenció que el terminal instalado en el extremo final del sistema de contención vehicular no está correctamente anclado al talud. Por último, se observó que en términos generales el proyecto cuenta con una capacidad estructural regular. Además, se destaca la presencia de algunos tramos puntuales en condición severa, principalmente entre los estacionamientos 5+100 y 5+300, estos tramos tienen una mayor propensión a presentar deterioros prematuros, riesgo que aumenta si se considera la condición de alto volumen de tránsito pesado que circula sobre este proyecto.	



7. Valoración de resultados

(En el anexo 14.1 se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración)

Hallazgo/observación		Prioridad de atención
Hallazgo 1	Se evidenciaron incumplimientos en la regularidad superficial del proyecto evaluada mediante el parámetro IRI	Prioridad de atención - Muy alta - Alta - Media - Baja
Hallazgo 2	Se evidenciaron aspectos del proyecto que ponen en riesgo la seguridad vial de las personas usuarias	Prioridad de atención - Muy alta - Alta - Media - Baja
Observación 1	Se documentó un uso extensivo del ítem M41(A2) Bacheo a profundidad parcial con mezcla asfáltica en caliente	Prioridad de atención - Muy alta - Alta - Media - Baja
Observación 2	En términos generales el proyecto cuenta con una capacidad estructural regular	Prioridad de atención - Muy alta - Alta - Media - Baja
Observación 3	Las correcciones de regularidad superficial realizadas mediante la técnica de microfresado y sello de niebla representaron una mejora en la fricción superficial del proyecto	Acotación positiva

8. Palabras clave

Auditoría técnica, conservación vial, gestión, seguridad vial, desempeño, IRI, FWD, fricción superficial

9. Nivel de seguridad:

Ninguno

10. Núm. de páginas

56



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación de las actividades de conservación vial realizadas sobre la ruta nacional 32, sección de control 40500, en el periodo 2022-2023

Departamento encargado del proyecto: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.

Licitación Número: 2014LN-000017-OCV000 (línea 1) a cargo de la empresa constructora Hernán Solís

Licitación Número: 2014LN-000018-OCV000 (línea 1) a cargo de la empresa constructora MECO

Licitación Número: 2022CD-000145-0006000001 (línea 1) a cargo de la empresa constructora MECO

Licitación Número: 2022CD-000149-0006000001 (línea 1) a cargo de la empresa constructora MECO

Director del LanammeUCR:

Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:

Auditor Técnico Líder: Ing. Luis Diego Herra Gómez, MSc.

Auditores Adjuntos: Ing. Mauricio Salas Chaves

Ing. Jairo Sanabria Sandino

Asesores Legales:

Lic. Giovanni Sancho Sanz

Licda. Nidia Segura Jiménez



TABLA DE CONTENIDOS

1. FUNDAMENTACIÓN	9
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	9
3. OBJETIVOS DEL INFORME	10
3.1. OBJETIVO GENERAL	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. ALCANCE DEL INFORME	10
5. ANTECEDENTES	11
6. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	12
7. METODOLOGÍA	13
7.1. VISITAS AL SITIO	13
7.2. OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA	14
8. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA	15
9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME	16
10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	17
10.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE AUDITORÍA TÉCNICA	17
HALLAZGO 1. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PROYECTO EVALUADA MEDIANTE EL PARÁMETRO IRI	17
HALLAZGO 2. SE EVIDENCIARON ASPECTOS DEL PROYECTO QUE PONEN EN RIESGO LA SEGURIDAD VIAL DE LAS PERSONAS USUARIAS	27
OBSERVACIÓN 1. SE DOCUMENTÓ UN USO EXTENSIVO DEL ÍTEM M41(A2) BACHEO A PROFUNDIDAD PARCIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	33
OBSERVACIÓN 2. EN TÉRMINOS GENERALES EL PROYECTO CUENTA CON UNA CAPACIDAD ESTRUCTURAL REGULAR	39
OBSERVACIÓN 3. LAS CORRECCIONES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL REALIZADAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE MICROFRESADO Y SELLO DE NIEBLA REPRESENTARON UNA MEJORA EN LA FRICCIÓN SUPERFICIAL DEL PROYECTO	46
11. CONCLUSIONES	50
12. RECOMENDACIONES	52
13. REFERENCIAS	53
14. ANEXOS	56
14.1. PROCESO DE VALORACIÓN DE RESULTADOS DE LA AUDITORÍA REALIZADA	56



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.	12
FIGURA 2. MICROFRESADO Y SELLO DE NIEBLA REALIZADO EN EL PROYECTO. ESTACIONAMIENTO 4+900. FECHA: 27 DE SEPTIEMBRE DE 2023.	19
FIGURA 3. REGULARIDAD SUPERFICIAL, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, CALCULADA EN TRAMOS BASE DE 100 M, CARRIL EXTERNO SENTIDO SAN JOSÉ – LIMÓN.	20
FIGURA 4. REGULARIDAD SUPERFICIAL, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, CALCULADA EN TRAMOS BASE DE 100 M, CARRIL INTERNO SENTIDO SAN JOSÉ – LIMÓN.	22
FIGURA 5. REGULARIDAD SUPERFICIAL, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, CALCULADA EN TRAMOS BASE DE 100 M, CARRIL EXTERNO SENTIDO LIMÓN – SAN JOSÉ.	23
FIGURA 6. REGULARIDAD SUPERFICIAL, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, CALCULADA EN TRAMOS BASE DE 100 M, CARRIL INTERNO SENTIDO LIMÓN – SAN JOSÉ.	25
FIGURA 7. DISTANCIA APROXIMADA DE 15 CM ENTRE LA BARRERA METÁLICA INSTALADA Y EL TALUD EN EL MARGEN DE LA VÍA. RUTA NACIONAL 32, SECCIÓN DE CONTROL 40500, ESTACIONAMIENTO 4+728. FECHA: 14 DE DICIEMBRE DE 2023.	28
FIGURA 8. USO DE DISPOSITIVOS NO NORMADOS COMO ELEMENTOS DE CANALIZACIÓN EN LAS ZONAS DE CONTROL TEMPORAL DEL TRÁNSITO. RUTA NACIONAL 32, SECCIÓN DE CONTROL 40500, ESTACIONAMIENTO 4+728. FECHA: 14 DE DICIEMBRE DE 2023.	29
FIGURA 9. EJEMPLO DE INADECUADA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR. RUTA NACIONAL 32, SECCIÓN DE CONTROL 40500, ESTACIONAMIENTO 4+728. FECHA: 14 DE DICIEMBRE DE 2023.	30
FIGURA 10. CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO QUE EVIDENCIA LA FALTA DE DEMARCACIÓN HORIZONTAL DEFINITIVA EN EL PROYECTO. RUTA NACIONAL 32, SECCIÓN DE CONTROL 40500, ESTACIONAMIENTO 4+728. FECHA: 9 DE ENERO DE 2024.	30
FIGURA 11. ESTACIONAMIENTO 4+728, PUNTO DE CONVERGENCIA VEHICULAR, DONDE LA CARRETERA PASA DE DOS CARRILES A UNO.	32
FIGURA 12. SEÑALAMIENTO VERTICAL EN MAL ESTADO. RUTA NACIONAL 32, SECCIÓN DE CONTROL 40500. FECHA: 14 DE DICIEMBRE DE 2023.	33
FIGURA 13. ESQUEMA DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS DE USO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL	34
FIGURA 14. UBICACIÓN DEL TRAMO INTERVENIDO EN UN 90 % DE SU SUPERFICIE MEDIANTE EL ÍTEM DE BACHEO A PROFUNDIDAD PARCIAL.	36
FIGURA 15. ESQUEMA DETALLADO DE LAS ÁREAS INTERVENIDAS MEDIANTE EL ÍTEM DE BACHEO A PROFUNDIDAD PARCIAL, EN EL TRAMO PUENTE RÍO VIRILLA – CRUCE BARRIO SOCORRO. SE ENUMERAN DE 1 A 13 LAS ÁREAS QUE NO FUERON INTERVENIDAS.	37
FIGURA 16. EJEMPLO DE ÁREA NO ATENDIDA. RUTA NACIONAL 32, SECCIÓN DE CONTROL 40500, ESTACIONAMIENTO: 3+400. FECHA: 11 DE ENERO DE 2023.	38



FIGURA 17. ILUSTRACIÓN DE LA CURVA DE DEFLEXIONES GENERADA EN EL ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA (FWD).....	39
FIGURA 18. RESULTADOS DE DEFLECTOMETRÍA DEL PROYECTO (D0), POR ESTACIONAMIENTO.	42
FIGURA 19. CONDICIÓN DEL PROYECTO MEDIANTE EL INDICADOR DE CURVATURA SUPERFICIAL (BLI).....	43
FIGURA 20. CONDICIÓN DEL PROYECTO MEDIANTE EL INDICADOR DE DAÑO DE BASE (MLI).	44
FIGURA 21. CONDICIÓN DEL PROYECTO MEDIANTE EL INDICADOR DE CURVATURA DE BASE (LLI).	45
FIGURA 22. CONDICIÓN DEL PROYECTO, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, MEDIANTE EL INDICADOR DE FRICCIÓN SUPERFICIAL GRIPNUMBER (CARRIL EXTERNO SAN JOSÉ - LIMÓN).....	48
FIGURA 23. CONDICIÓN DEL PROYECTO, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, MEDIANTE EL INDICADOR DE FRICCIÓN SUPERFICIAL GRIPNUMBER (CARRIL INTERNO SAN JOSÉ - LIMÓN).....	48
FIGURA 24. CONDICIÓN DEL PROYECTO, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, MEDIANTE EL INDICADOR DE FRICCIÓN SUPERFICIAL GRIPNUMBER (CARRIL EXTERNO LIMÓN – SAN JOSÉ).....	49
FIGURA 25. CONDICIÓN DEL PROYECTO, ANTES Y DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS EN EL PAVIMENTO, MEDIANTE EL INDICADOR DE FRICCIÓN SUPERFICIAL GRIPNUMBER (CARRIL INTERNO LIMÓN – SAN JOSÉ).....	49



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LISTA DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN ENTRE AGOSTO DE 2022 Y DICIEMBRE DE 2023.....	14
TABLA 2. LISTA DE ASISTENCIA A LA PRESENTACIÓN DEL INFORME PRELIMINAR DEL 9 DE ABRIL DE 2024.	16
TABLA 3. ESPECIFICACIÓN DE IRI EN PROYECTOS DE REHABILITACIÓN EJECUTADOS BAJO EL MARCO DE LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-OCV00.	18
TABLA 4. REGULARIDAD SUPERFICIAL EVALUADA MEDIANTE LOS CRITERIOS DE VALOR INDIVIDUAL Y MEDIA FIJA, CARRIL EXTERNO SENTIDO SAN JOSÉ – LIMÓN.	21
TABLA 5. REGULARIDAD SUPERFICIAL EVALUADA MEDIANTE LOS CRITERIOS DE VALOR INDIVIDUAL Y MEDIA FIJA, CARRIL INTERNO SENTIDO SAN JOSÉ – LIMÓN.	22
TABLA 6. REGULARIDAD SUPERFICIAL EVALUADA MEDIANTE LOS CRITERIOS DE VALOR INDIVIDUAL Y MEDIA FIJA, CARRIL EXTERNO SENTIDO LIMÓN – SAN JOSÉ.	24
TABLA 7. REGULARIDAD SUPERFICIAL EVALUADA MEDIANTE LOS CRITERIOS DE VALOR INDIVIDUAL Y MEDIA FIJA, CARRIL INTERNO SENTIDO LIMÓN – SAN JOSÉ.	25
TABLA 8. DESGLOSE DE COSTOS UNITARIOS Y CANTIDADES CONSIDERADAS PARA LA COMPARACIÓN ENTRE EL ESCENARIO DE COLOCACIÓN DE 8 CM DE SOBRECAPA CON RESPECTO A LOS COSTOS REALES DE LA INTERVENCIÓN.	38
TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL PARA PAVIMENTOS CON BASE ESTABILIZADA.	41
TABLA 10. DESGLOSE PORCENTUAL DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE CADA UNO DE LOS CARRILES DEL PROYECTO, MEDIANTE EL PARÁMETRO D ₀	41
TABLA 11. DESGLOSE PORCENTUAL DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE CADA UNO DE LOS CARRILES DEL PROYECTO, MEDIANTE EL PARÁMETRO B _{LI}	42
TABLA 12. DESGLOSE PORCENTUAL DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE CADA UNO DE LOS CARRILES DEL PROYECTO, MEDIANTE EL PARÁMETRO M _{LI}	43
TABLA 13. DESGLOSE PORCENTUAL DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE CADA UNO DE LOS CARRILES DEL PROYECTO, MEDIANTE EL PARÁMETRO L _{LI}	44
TABLA 14. CATEGORIZACIÓN PORCENTUAL DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL PROYECTO PARA CADA PARÁMETRO EVALUADO.	45
TABLA 15. CLASIFICACIÓN PORCENTUAL DE LA FRICCIÓN SUPERFICIAL DEL PROYECTO MEDIANTE EL PARÁMETRO GRIPNUMBER (ANTES DE LAS REPARACIONES REALIZADAS POR LA EMPRESA CONTRATISTA).	46
TABLA 16. CLASIFICACIÓN PORCENTUAL DE LA FRICCIÓN SUPERFICIAL DEL PROYECTO MEDIANTE EL PARÁMETRO GRIPNUMBER (DESPUÉS DE LAS REPARACIONES REALIZADAS POR LA EMPRESA CONTRATISTA).	47
TABLA 17. RANGOS DE CLASIFICACIÓN DE FRICCIÓN SUPERFICIAL MEDIANTE EL PARÁMETRO GRIPNUMBER.	47
TABLA 18. RANGOS DE VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORÍA SEGÚN SU IMPACTO, URGENCIA Y CUMPLIMIENTO CONTRACTUAL.	56
TABLA 19. PRIORIDAD DE ATENCIÓN SUGERIDA SEGÚN LA VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORÍA REALIZADA POR EL EQUIPO AUDITOR.	56



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

EIC-Lanamme-INF-0166-2024: Evaluación de las actividades de conservación vial realizadas sobre la ruta nacional 32, sección de control 40500, en el periodo 2022-2023

1. FUNDAMENTACIÓN

La Auditoría Técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del plan anual de la Unidad de Auditoría Técnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Asimismo, el proceso de Auditoría Técnica se fundamenta en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”

2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.



3. OBJETIVOS DEL INFORME

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las labores de conservación vial realizadas sobre la ruta nacional 32, sección de control 40500, en el periodo 2022-2023, como seguimiento al informe EIC-Lanamme-INF-009-2021.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las condiciones de seguridad vial del tramo ubicado entre el cruce a desnivel de Barrio Socorro y la intersección de las rutas nacionales 32 y 117 (conocido como “cruce de Doña Lela”).
- Evaluar la condición estructural, de regularidad y fricción superficial del pavimento en el tramo ubicado entre el cruce de Barrio Socorro y la intersección de las rutas nacionales 32 y 117.
- Analizar el uso del ítem de pago Bacheo a Profundidad Parcial en el tramo ubicado entre el puente sobre el río Virilla y el cruce a desnivel de Barrio Socorro.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe abarca la realización de giras de campo, en conjunto con expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial del LanammeUCR, para llevar a cabo la evaluación de las condiciones de seguridad vial del proyecto. Además, involucra la programación y ejecución de ensayos no destructivos sobre el pavimento, para determinar y categorizar su condición estructural, de fricción y de regularidad superficial. Adicionalmente, los resultados de regularidad superficial, al ser un parámetro contractual, se evalúan respecto a lo especificado en el cartel de licitación. Por otra parte, el análisis del uso del ítem de Bacheo a Profundidad Parcial se realizó mediante la revisión de estimaciones de pago y el uso de imágenes aéreas que permitieron determinar los porcentajes de área superficial que fueron intervenidos.



5. ANTECEDENTES

El presente informe se realizó como seguimiento al informe de auditoría técnica EIC-LANAMME-INF-009-2021, donde se evaluaron las actividades del proyecto de ampliación y rehabilitación del tramo río Virilla – cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la Ruta 32.

En términos generales este proyecto consistió en la rehabilitación de la carretera existente, construcción de cunetas y ampliación de la vía a un carril adicional por sentido. En cuanto al contratista a cargo de las obras se destaca que para este proyecto participaron dos empresas contratistas:

- Entre septiembre de 2020 y noviembre de 2022, MECO para la atención y rehabilitación del pavimento y Hernán Solís para la atención del sistema de drenajes, diseño y construcción de muros a partir de las licitaciones 2014LN-000017-OCV000 y 2014LN-000018-OCV000.
- Posteriormente, con el inicio de los nuevos contratos de conservación vial (2022CD-000145-0006000001 y 2022CD-000149-0006000001) MECO estuvo a cargo, tanto de la atención y rehabilitación del pavimento, como de la atención del sistema de drenajes (construcción de cunetas).

Una particularidad de este proyecto es que inició en septiembre de 2020 en el marco de los proyectos conocidos como TOPICS. Posteriormente, el proyecto fue suspendido en junio de 2021. Más adelante, en noviembre de 2022 se reanudaron las labores. Sin embargo, es importante destacar que estas labores se reanudaron con un alcance reducido, principalmente se mejoró la transitabilidad de la vía existente en el tramo ubicado entre el río Virilla y el cruce de Barrio Socorro (quedando pendiente la intervención de la calzada en este tramo). Por otra parte, en el tramo ubicado entre el cruce de Barrio Socorro y el cruce conocido como “Doña Lela”, las labores realizadas se enfocaron en la construcción de cunetas revestidas, colocación de sistemas de contención vehicular y la colocación de mezcla asfáltica como segunda capa y en algunos casos para cubrir tramos de base que habían quedado expuestos durante el periodo que las obras estuvieron suspendidas.

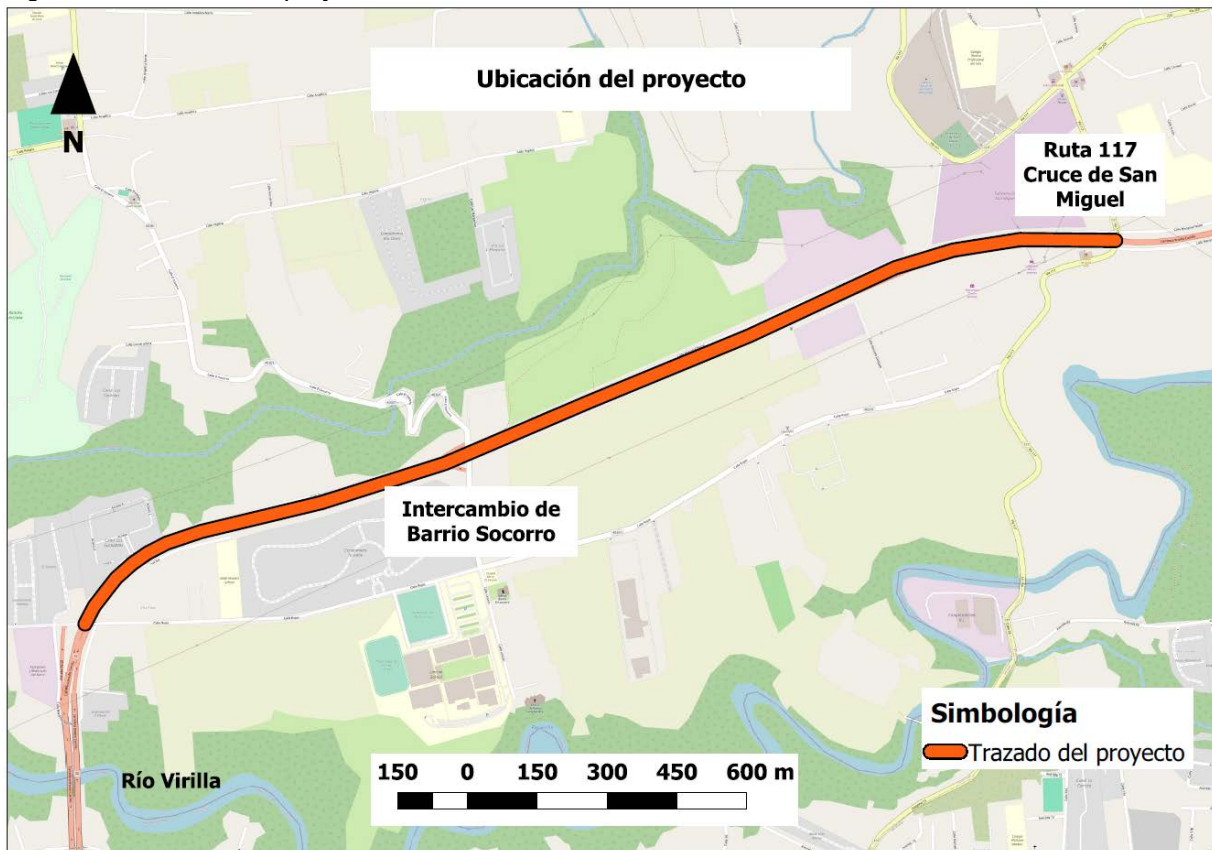
Es importante mencionar que durante el periodo que el proyecto permaneció suspendida la obra, se observó la aparición de deterioros prematuros, lo cual quedó documentado en el informe EIC-LANAMME-INF-009-2021. Tomado en cuenta esto, el presente informe considera una evaluación del desempeño de las obras realizadas en el proyecto luego de su suspensión y la reanudación de las intervenciones.



6. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto se ubica sobre la Ruta Nacional 32, sección de control 40500 (Lte. Provincial San José/Heredia – Lte Cantonal Sto Domingo/San Isidro) específicamente en el tramo comprendido entre el río Virilla – cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia.

Figura 1. Ubicación del proyecto.





7. METODOLOGÍA

Las actividades desarrolladas por el equipo auditor en el presente informe se basaron en la realización de giras técnicas, ensayos de desempeño, revisión documental de obra y de estimaciones de pago, así como la emisión de notas informe dirigidas a la Administración, para comunicar de manera oportuna sobre algunos aspectos del informe previo a su emisión.

7.1. Visitas al sitio

Se realizaron visitas técnicas para observar la ejecución y desempeño del proyecto, en total se realizaron 31 visitas:

1. 10 de septiembre de 2020
2. 15 de octubre de 2020
3. 2 de diciembre de 2020
4. 12 de enero de 2021
5. 19 de enero de 2021
6. 10 de febrero de 2021
7. 19 de febrero de 2021
8. 3 de marzo de 2021
9. 19 de marzo de 2021
10. 26 de marzo de 2021
11. 7 de abril de 2021
12. 5 de mayo de 2021
13. 25 de mayo de 2021
14. 9 de junio de 2021
15. 23 de julio de 2021
16. 21 de octubre de 2021
17. 5 de mayo de 2022
18. 20 de octubre de 2022
19. 17 de noviembre de 2022
20. 25 de noviembre de 2022
21. 11 de enero de 2023
22. 1 de febrero de 2023
23. 7 de febrero de 2023
24. 9 de febrero de 2023
25. 15 de febrero de 2023
26. 16 de agosto de 2023
27. 4 de septiembre de 2023
28. 20 de septiembre de 2023
29. 27 de septiembre de 2023
30. 25 de octubre de 2023
31. 9 de enero de 2024



7.2. Oficios enviados a la Administración durante el proceso de auditoría

Como parte de la auditoría técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto, durante el desarrollo de esta auditoría se emitieron varios oficios y notas informe las cuales se citan en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de oficios enviados a la Administración entre agosto de 2022 y diciembre de 2023.

Oficio	Asunto	Fecha de envío	Respuesta	Plazo de respuesta (días hábiles)
Oficio EIC-Lanamme-649-2022	Condición actual de la ampliación del tramo río Virilla - cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la RN32.	3/8/2022	GCSV-135-2022-2718	42
Oficio EIC-Lanamme-743-2022	Solicitud de información referente al proyecto TOPICS: ampliación y rehabilitación del tramo río Virilla – cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la Ruta Nacional 32	29/8/2022	GCSV-135-2022-2720	24
Oficio EIC-Lanamme-744-2022	Solicitud de información referente a los trabajos de conservación vial que se realizan mediante Línea 1 de la Licitación Pública Número 2014LN-000018-0CV00	29/8/2022	GCSV-135-2022-2721	84
Oficio EIC-Lanamme-971-2022	Seguimiento al oficio EIC-Lanamme-743-2022 referente al proyecto TOPICS: ampliación y rehabilitación del tramo río Virilla –cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la Ruta Nacional 32	10/11/2022	DRC-135-2022-1023	13
Oficio EIC-Lanamme-030-2023	TOPICS, Ampliación y rehabilitación del tramo río Virilla – cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la Ruta Nacional 32	3/2/2023	DRC-135-2023-0427	32
Oficio EIC-Lanamme-118-2023	Remisión de resultados de laboratorio, proyectos: rehabilitación AV. 10 y cruce de Barrio Socorro - Intersección de San Miguel de Santo Domingo	15/3/2023	DRC-135-2023-0755	47
Oficio EIC-Lanamme-547-2023	Consultas y remisión de ensayos de desempeño correspondientes al proyecto de rehabilitación de la Ruta Nacional 32, sección de control 40500 (cruce Barrio Socorro - Intersección de San Miguel)	5/7/2023	DRC-02-2023-1402 (0655)	32
Oficio EIC-Lanamme-905-2023	Sobre metodología aprobada por la Administración para la corrección de defectos de regularidad superficial en la Ruta Nacional 32, SC 40500	29/9/2023	DRC-02-2023-1914 (0506)	17



Oficio	Asunto	Fecha de envío	Respuesta	Plazo de respuesta (días hábiles)
Oficio EIC-Lanamme-1065-2023	Solicitud de información de barreras de contención semirrígidas	1/11/2023	DRC-02-2023-2233 (0655)	28
Oficio EIC-Lanamme-1264-2023	Remisión de ensayos de desempeño correspondientes al proyecto de rehabilitación de la Ruta Nacional 32, sección de control 40500 (cruce Barrio Socorro - Intersección de San Miguel)	15/12/2023	Oficio sin respuesta	N/A

8. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

- Carteles de Licitación para la Conservación de Vías y Puentes: 2014LN-000016-OCV00 2014LN-000017-OCV00 y 2014LN-000018-OCV00.
- Planos o esquemas -en caso de existir- y demás disposiciones contractuales.
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA).
- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras Universidad de Costa Rica.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010).
- Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes (MCV-2015).
- Ley de Creación del Consejo de Vialidad (CONAVI) Creación del Consejo Nacional de Vialidad No. 7798.
- Reforma Ley de Creación del Consejo de Vialidad (CONAVI) N° 9484 MODIFICACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS DE LA LEY N.º 7798.
- Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial.
- Directriz Presidencial N°001-MOPT del 8 de mayo de 2018.
- Código geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica.
- Código de Cimentaciones de Costa Rica.
- Ley de Tránsito por las Vías Públicas y Terrestres (Ley 9078).



9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, el informe en su versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0166B-2024 fue remitido a la Administración el día 21 de marzo de 2024, mediante el oficio EIC-Lanamme-312-2024, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI.

La presentación del informe se realizó el 9 de abril de 2024 de manera virtual, y se dirigió a la parte auditada para que se conocieran con claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe. En la Tabla 2 se muestra la lista de asistencia a la presentación del informe preliminar.

Tabla 2. Lista de asistencia a la presentación del informe preliminar del 9 de abril de 2024.

Nombre	Cargo	Institución
Ing. Jason Pérez Anchía	Gerente de Conservación de Vías y Puentes	CONAVI
Ing. Mauricio Sojo Quesada	Director regional de la zona de conservación central	
Ing. Luis Alvarado Arce	Encargado de la zona de conservación vial 1-1	
Ing. David Barrantes Brenes	Asistente de la dirección ejecutiva	
Ing. Berny Quirós Vargas	Auditor interno	
Ing. Luis Diego Herra Gómez	Auditor Técnico	LanammeUCR
Ing. Jairo Sanabria Sandino	Auditor Técnico	
Ing. Mauricio Salas Chaves	Auditor Técnico	
Ing. Wendy Sequeira Rojas	Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	
Srta. Mariali Jiménez Calvo	Asistente administrativa	

Se destaca que para el presente informe no se recibió descargo por parte de la Administración, cuya fecha límite de presentación fue el 19 de abril de 2024. Por lo tanto, se considera importante señalar algunos de los comentarios que se recibieron el día de la presentación del informe.

El Ing. Mauricio Salas señaló que cuando se presentó el primer informe relacionado con este proyecto (EIC-LANAMME-INF-009-2021) se habló del riesgo de que una obra de esta magnitud se hiciera por medio de los contratos de conservación vial, riesgo que se materializó, y a la fecha el proyecto no se ha podido terminar.

El Ing. Jason Pérez mencionó que, tomando en cuenta una serie de lecciones aprendidas, incluyendo esta, se estuvo trabajando en el tema de la definición de mejoramientos puntuales. Menciona además que, por parte del MOPT se está elaborando una guía de mejoramientos puntuales. Mientras esta se publica, existe una directriz del MOPT que define qué son mejoramientos puntuales y que no entra dentro de esta categoría (DM-2024-0134), para evitar este tipo de situaciones.



Por último, el Ing. Mauricio Salas le solicitó a la Administración un comentario respecto a la Observación 1 del informe, relacionada con el uso extensivo del ítem de bacheo a profundidad parcial. Ante esto, el Ing. Mauricio Sojo indicó que el proyecto dejó muchas lecciones aprendidas, señala que actualmente ya tienen una metodología para la planificación y aceptación de proyectos de conservación vial. Parte de esta metodología implica que cada dirección regional tenga que acreditar ante el consejo que los proyectos que van a ejecutar son de conservación vial y que estos tienen una razonabilidad técnico-económica, incluyendo además varias propuestas de intervención (no solo lo que se va a ejecutar).

10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Las observaciones declaradas por el equipo auditor en este informe, se fundamentan en: evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría; el levantamiento en campo y el análisis propio de las evidencias.

Se entiende como “hallazgo de auditoría técnica”, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, una “observación de auditoría técnica” se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Por lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de las observaciones podrán ser incluidas en la aplicación de acciones correctivas y preventivas, que adviertan sobre el riesgo potencial del incumplimiento.

10.1. Hallazgos y observaciones de Auditoría Técnica

HALLAZGO 1. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PROYECTO EVALUADA MEDIANTE EL PARÁMETRO IRI

En este Hallazgo se muestran los resultados de regularidad superficial del proyecto, específicamente en el tramo: cruce de Barrio Socorro – intersección de San Miguel de Santo Domingo. Estos resultados se determinaron mediante el parámetro conocido como Índice de Regularidad Superficial (IRI).

Criterios de evaluación de la Regularidad Superficial inicial en proyectos de conservación vial

De acuerdo con el cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00, la evaluación de la regularidad superficial en proyectos de rehabilitación de conservación vial debe seguir el criterio de la Tabla 3, donde se establece que, según el tipo de ruta, se deben cumplir con ciertos valores máximos de regularidad superficial. En este caso particular, como se trata de



una ruta de la Red Vial Primaria, se debe cumplir con valores de IRI iguales o inferiores a 1,9 m/km, considerando una base de medición de 100 m.

Tabla 3. Especificación de IRI en proyectos de rehabilitación ejecutados bajo el marco de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00.

Clasificación	Valor máximo de IRI	Base de medición (tramos) (m)
Red Vial Nacional Primaria	1,9 m/km	100
Resto de rutas	2,5 m/km	100

Es importante señalar que el apartado “8. Control de regularidad (IRI) en Capas de mezcla asfáltica en caliente para proyecto de rehabilitación establecidos por la Administración” del cartel de licitación 2014LN-000018-0CV00 presenta valores máximos de IRI y los asocia con una base de medición de 100 m (ver Tabla 3). Sin embargo, este cartel también hace alusión a una evaluación definitiva, una vez que se dé la finalización oficial de la obra, mediante medias fijas, considerando el promedio de diez tramos consecutivos.

Considerando lo expuesto en el párrafo anterior, no resulta claro si el valor máximo de IRI expuesto en la Tabla 3 aplica para un tramo base de medición de 100 m o si aplica para el promedio de 10 tramos consecutivos de 100 m. Sobre este aspecto, en noviembre de 2016, el Gerente de Conservación de Vías y Puentes de ese momento emitió el oficio GCSV-70-2016-4231, con el objetivo de *“facilitar las gestiones de cada ingeniería de proyecto respecto a la aceptación de trabajos en el contexto de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00 con base en valores de regularidad superficial de pavimentos”*. En este oficio se emiten una serie de recomendaciones y lineamientos para uniformar las actuaciones de la Gerencia, dentro de los cuales se indica lo siguiente:

Según se señala en el cartel de licitación, si el valor de regularidad medido al finalizar la colocación de carpeta no cumple con lo indicado en las tablas N°7 y N°8 del apartado 4 del cartel, el ingeniero de la administración debe ordenar al Contratista que efectúe las reparaciones necesarias para llegar a un valor de IRI menor al límite máximo establecido para cada tramo de 100 metros.

Fuente: oficio GCSV-70-2016-4231 (lo resaltado no corresponde al texto original)

Considerando el texto citado en el párrafo anterior, y de acuerdo con el oficio GCSV-70-2016-4231, se interpreta que para el proyecto evaluado se debe cumplir con valores máximos de IRI de 1,9 m/km o 2,5 m/km, en tramos de 100 m, según sea el caso (red vial primaria u otras vías). Además, a raíz del informe de auditoría técnica número LM-PI-AT-150-18, donde se evaluó la experiencia costarricense en la aplicación del parámetro de regularidad superficial IRI como criterio de aceptación en proyectos de conservación vial, se observó que los laboratorios de verificación contratados por la Administración consideraron en sus informes este criterio de cumplimiento.



Por otro lado, se destaca que para llevar a cabo la evaluación de la regularidad superficial en este proyecto (cruce Barrio Socorro – intersección de San Miguel), no se consideró por parte de la Administración el criterio de cumplimiento indicado en el oficio GCSV-70-2016-4231. Por el contrario, la Administración consideró llevar a cabo una evaluación mediante medias fijas (como lo establece actualmente el CR-2020 y los nuevos contratos de conservación vial). Lo anterior es relevante, ya que la evaluación mediante medias fijas, en comparación con la evaluación del cumplimiento de valores individuales, es menos exigente en términos de regularidad superficial.

Considerando lo expuesto anteriormente, en el presente Hallazgo se realiza un análisis de la regularidad superficial del proyecto mediante dos criterios de evaluación: a saber; a) que los valores individuales de 100 m sean inferiores a 1,9 m/km y b) que la media fija que considera el promedio de 10 tramos consecutivos de 100 m sea inferior a 1,9 /km.

Adicionalmente, es importante mencionar que en este proyecto la regularidad superficial fue evaluada en dos ocasiones. La primera evaluación se realizó en marzo de 2023, días después de la finalización de la colocación de la última capa de mezcla asfáltica. Posteriormente, en octubre de 2023, se realizó una segunda evaluación, luego de que la empresa contratista ejecutara las acciones correctivas aprobadas por la Administración para mejorar la regularidad superficial.

Las reparaciones realizadas por el contratista en este proyecto consistieron en la ejecución de un microfresado y posteriormente la aplicación de un sello de niebla “fog seal” (ver Figura 2).

Figura 2. Microfresado y sello de niebla realizado en el proyecto. Estacionamiento 4+900. Fecha: 27 de septiembre de 2023.



Resultados de la evaluación de regularidad superficial

Como resultado de la primera evaluación de regularidad superficial, realizada en marzo de 2023, se observó que solo el 16 % de los tramos individuales de 100 m presentaban valores inferiores a 1,9 m/km. Consecuentemente, al evaluar el proyecto mediante medias fijas este tampoco presentó valores aceptables de cumplimiento en ninguno de sus carriles.

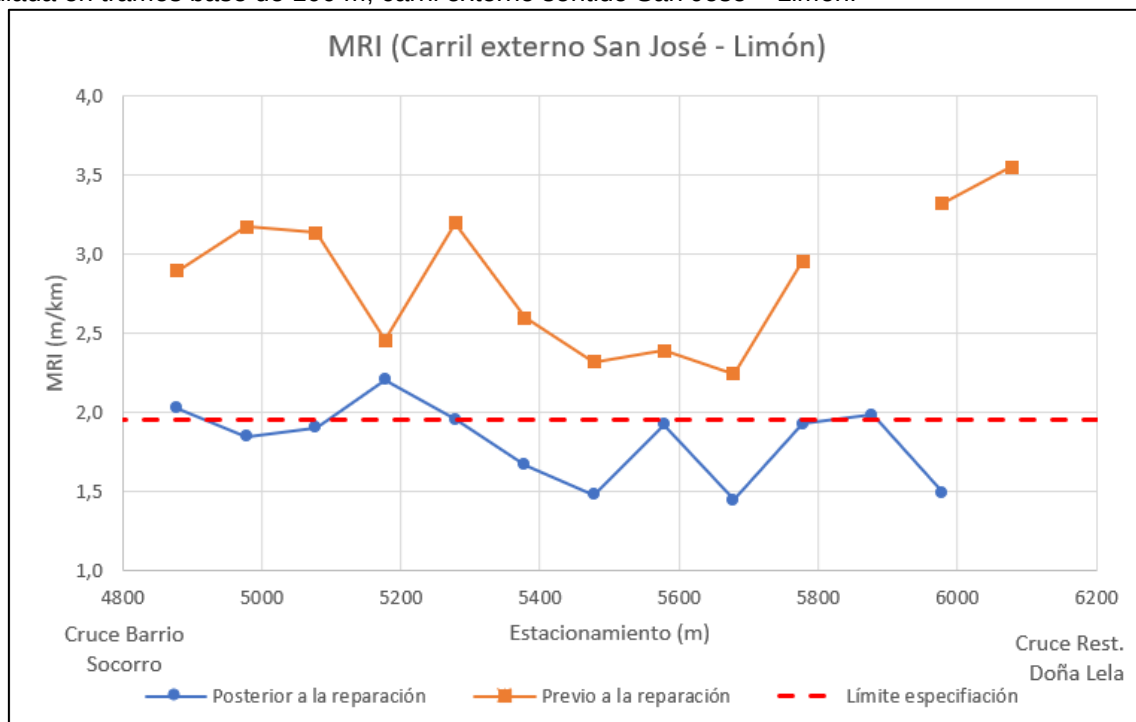


En cuanto a los resultados de regularidad superficial obtenidos en octubre de 2023, luego de las reparaciones realizadas por el contratista, se destaca que, el 54 % de los tramos individuales de 100 m presentó valores inferiores a 1,9 m/km. Por otra parte, al evaluar el proyecto mediante medias fijas se observó que, de los cuatro carriles evaluados, el carril interno en el sentido San José – Limón y el carril externo en el sentido Limón – San José presentaron incumplimientos de regularidad superficial. Por lo tanto, se logró evidenciar que con las reparaciones realizadas hubo una mejoría en la calidad de ruedo del proyecto, sin embargo, persisten los incumplimientos por concepto de regularidad superficial.

Al evaluar por separado cada uno de los carriles ubicados entre los estacionamientos 4+728 y 6+200 de la ruta nacional 32, se observó que:

- El carril externo, correspondiente al sentido San José – Limón, presentó mejoras en su regularidad superficial, considerando que con las reparaciones realizadas el IRI promedio de todo el carril pasó de 2,8 m/km a 1,8 m/km (ver Figura 3). Sin embargo, al analizar los tramos individuales de 100 m se evidenció que 4 de los 12 tramos de 100 m evaluados, presentan valores de IRI superiores a 1,9 m/km. Por otra parte, al evaluar el carril mediante el criterio de media fija se observó que el IRI promedio de 10 tramos individuales de 100 m es inferior a 1,9 m/km (ver Tabla 4).

Figura 3. Regularidad superficial, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, calculada en tramos base de 100 m, carril externo sentido San José – Limón.



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023



Tabla 4. Regularidad superficial evaluada mediante los criterios de valor individual y media fija, carril externo sentido San José – Limón.

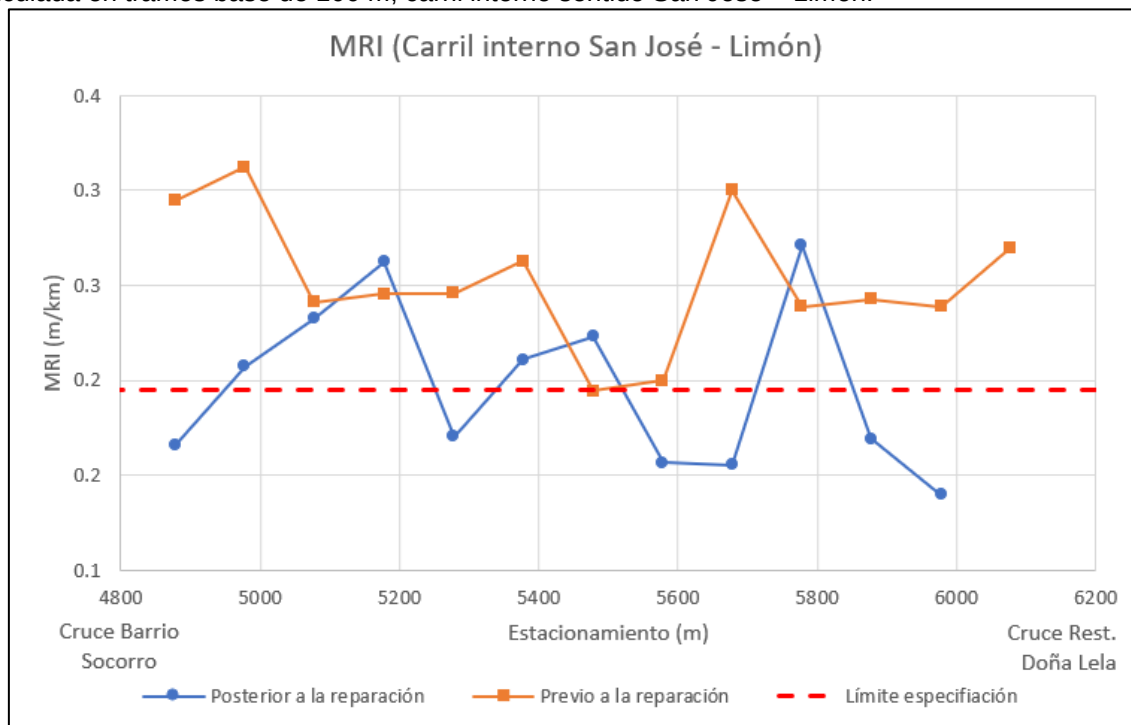
Externo Sentido Carposc - Limón.						
Sentido	Est. Inicial	Est. Final	IRI (valor individual)	IRI (media fija)	Cumplimiento (valor individual)	Cumplimiento (media fija)
San José - Limón (carril externo)	4728	4828	No se considera			
	4828	4928	2,0	1,8	No cumple	Cumple
	4928	5028	1,8		Cumple	
	5028	5128	1,9		Cumple	
	5128	5228	2,2		No cumple	
	5228	5328	2,0		No cumple	
	5328	5428	1,7		Cumple	
	5428	5528	1,5		Cumple	
	5528	5628	1,9		Cumple	
	5628	5728	1,4		Cumple	
	5728	5828	1,9		Cumple	
	5828	5928	2,0	Tramo menor a 1 km	No cumple	No aplica
	5928	6028	1,5		Cumple	
	6028	6128	No se considera			

Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

- En el carril interno, correspondiente al sentido San José – Limón, se observó que con las reparaciones realizadas el IRI promedio de todo el carril pasó de 2,5 m/km a 2,0 m/km (ver Figura 4). Sin embargo, al analizar los tramos individuales de 100 m se evidenció que 6 de los 12 tramos de 100 m evaluados presentan valores de IRI superiores a 1,9 m/km. Adicionalmente, al evaluar el carril mediante el criterio de media fija se determinó un incumplimiento, ya que el IRI promedio de 10 tramos individuales de 100 m fue de 2,1 m/km (superior a los 1,9 m/km) (ver Tabla 5).



Figura 4. Regularidad superficial, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, calculada en tramos base de 100 m, carril interno sentido San José – Limón.



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

Tabla 5. Regularidad superficial evaluada mediante los criterios de valor individual y media fija, carril interno sentido San José – Limón.

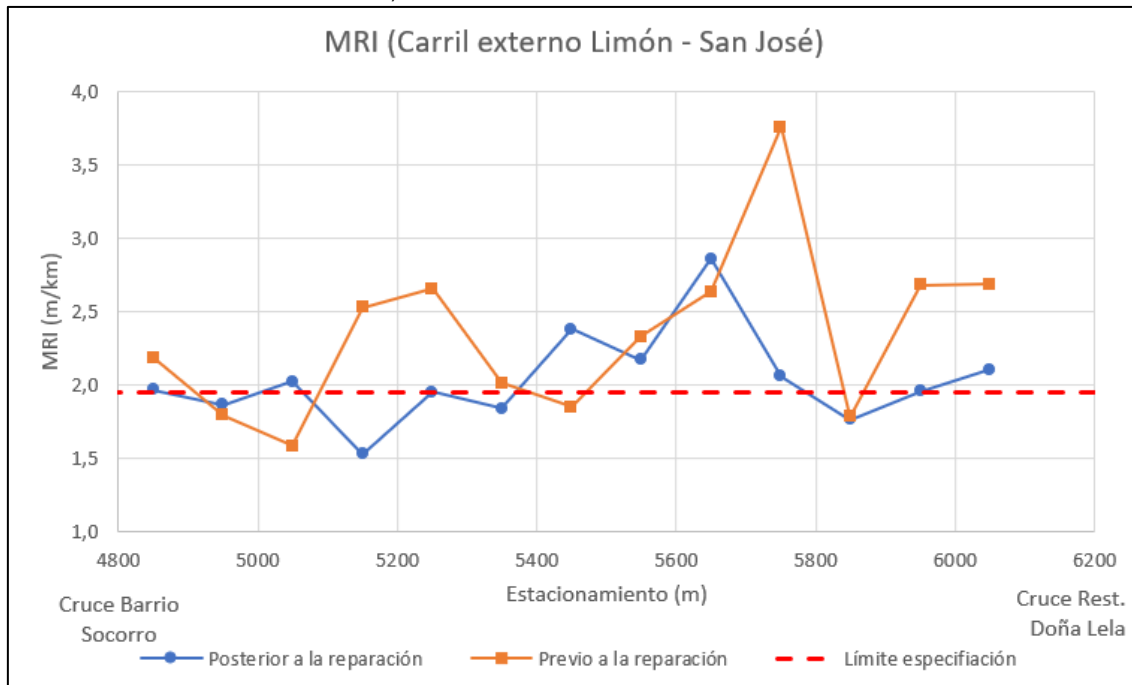
Sentido	Est. Inicial	Est. Final	IRI (valor individual)	IRI (media fija)	Cumplimiento (valor individual)	Cumplimiento (media fija)
San José - Limón (carril interno)	4728	4828	No se considera			
	4828	4928	1,7	2,1	Cumple	No Cumple
	4928	5028	2,1		No cumple	
	5028	5128	2,3		No cumple	
	5128	5228	2,6		No cumple	
	5228	5328	1,7		Cumple	
	5328	5428	2,1		No cumple	
	5428	5528	2,2		No cumple	
	5528	5628	1,6		Cumple	
	5628	5728	1,6		Cumple	
	5728	5828	2,7		No cumple	
	5828	5928	1,7	Tramo menor a 1 km	Cumple	No aplica
	5928	6028	1,4		Cumple	
	6028	6128	No se considera			

Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023



- En el carril externo, correspondiente al sentido Limón – San José, se observó que con las reparaciones realizadas el IRI promedio de todo el carril pasó de 2,3 m/km a 2,0 m/km (ver Figura 5). Sin embargo, al analizar los tramos individuales de 100 m se evidenció que 9 de los 13 tramos de 100 m evaluados presentan valores de IRI superiores a 1,9 m/km. Adicionalmente, al evaluar el carril mediante el criterio de media fija se determinó un incumplimiento, ya que el IRI promedio de 10 tramos individuales de 100 m fue de 2,1 m/km (superior a los 1,9 m/km) (ver Tabla 6).

Figura 5. Regularidad superficial, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, calculada en tramos base de 100 m, carril externo sentido Limón – San José.



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023



Tabla 6. Regularidad superficial evaluada mediante los criterios de valor individual y media fija, carril externo sentido Limón – San José.

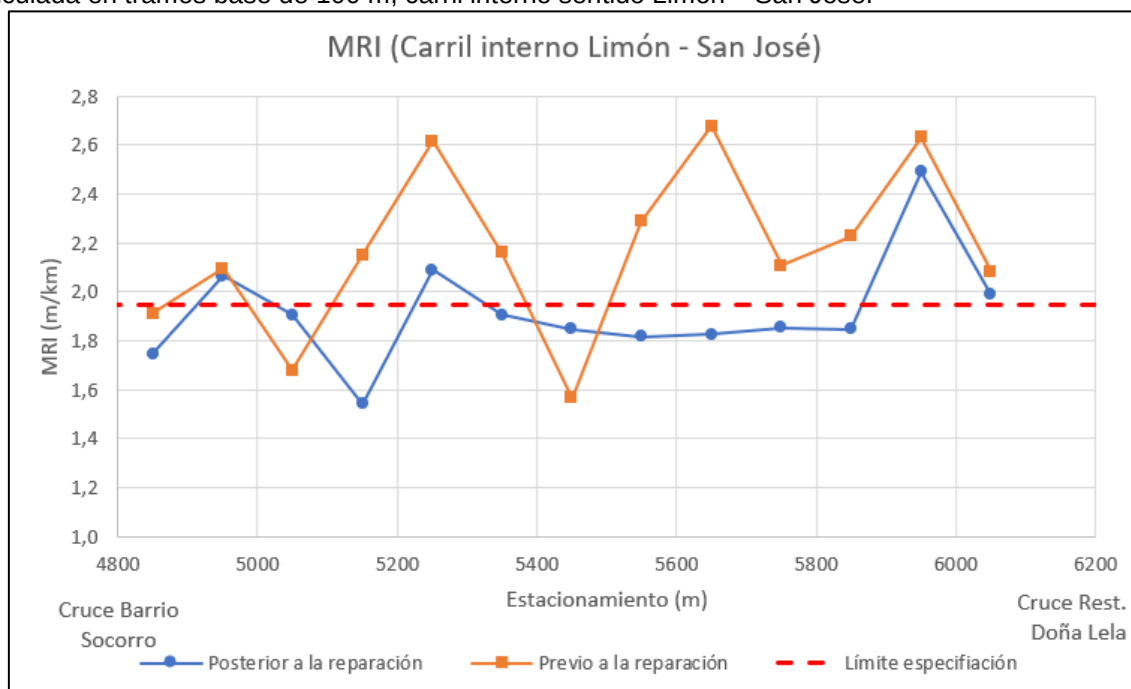
Sentido	Est. Inicial	Est. Final	IRI (valor individual)	IRI (media fija)	Cumplimiento (valor individual)	Cumplimiento (media fija)
Limón - San José (carril externo)	6200	6100	No se considera			
	6100	6000	2,1	2,1	No cumple	No Cumple
	6000	5900	2,0		No cumple	
	5900	5800	1,8		Cumple	
	5800	5700	2,1		No cumple	
	5700	5600	2,9		No cumple	
	5600	5500	2,2		No cumple	
	5500	5400	2,4		No cumple	
	5400	5300	1,8		Cumple	
	5300	5200	2,0		No cumple	
	5200	5100	1,5		Cumple	
	5100	5000	2,0	Tramo menor a 1 km	No cumple	No aplica
	5000	4900	1,9		Cumple	
	4900	4800	2,0		No cumple	
	4800	4728	No se considera			

Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

- Por último, en el carril interno, correspondiente al sentido Limón – San José, se observó que con las reparaciones realizadas el IRI promedio de todo el carril pasó de 2,2 m/km a 1,9 m/km (ver Figura 6). Sin embargo, al analizar los tramos individuales de 100 m se evidenció que 4 de los 13 tramos de 100 m evaluados presentan valores de IRI superiores a 1,9 m/km. Por otra parte, al evaluar este carril mediante el criterio de media fija se observó que el IRI promedio de 10 tramos individuales de 100 m es inferior a 1,9 m/km (ver Tabla 7).



Figura 6. Regularidad superficial, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, calculada en tramos base de 100 m, carril interno sentido Limón – San José.



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

Tabla 7. Regularidad superficial evaluada mediante los criterios de valor individual y media fija, carril interno sentido Limón – San José.

Sentido	Est. Inicial	Est. Final	IRI (valor individual)	IRI (media fija)	Cumplimiento (valor individual)	Cumplimiento (media fija)
Limón - San José (carril interno)	6200	6100	No se considera			
	6100	6000	2,0	1,9	No cumple	Cumple
	6000	5900	2,5		No cumple	
	5900	5800	1,8		Cumple	
	5800	5700	1,9		Cumple	
	5700	5600	1,8		Cumple	
	5600	5500	1,8		Cumple	
	5500	5400	1,8		Cumple	
	5400	5300	1,9		Cumple	
	5300	5200	2,1		No cumple	
	5200	5100	1,5		Cumple	
	5100	5000	1,9	Tramo menor a 1 km	Cumple	No aplica
	5000	4900	2,1		No cumple	
	4900	4800	1,7		Cumple	
	4800	4728	No se considera			

Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023



Estos resultados fueron comunicados a la Administración mediante los oficios EIC- Lanamme-547-2023 (del 5 de julio de 2023) y EIC-Lanamme-1264-2023 (del 15 de diciembre de 2023). La Administración brindó respuesta al oficio EIC- Lanamme-547-2023 mediante el oficio DRC-02-2023-1402 (0655) (de fecha 18 de agosto de 2023), donde indicó que los resultados de regularidad superficial obtenidos por el laboratorio encargado de la verificación de la calidad, tras la primera medición de regularidad superficial realizada, son coincidentes con los obtenidos por el LanammeUCR, por lo que se le solicitó en primera instancia a la empresa contratista una propuesta de reparación. Por otro lado, la Administración no brindó respuesta al oficio EIC-Lanamme-1264-2023, que presenta los resultados de regularidad superficial luego de las reparaciones realizadas por la empresa contratista. En este oficio se solicitaron las acciones que considerará la Administración para el tratamiento de los tramos de la carretera que siguen presentando incumplimientos. Además, se solicitó el informe de medición del perfil longitudinal realizado por el laboratorio de verificación de calidad (luego de las reparaciones), así como el envío del archivo que genera directamente el perfilómetro inercial.

Por otra parte, y ante la aparente persistencia de tramos con incumplimientos en su regularidad superficial, se recomienda a la ingeniería de proyecto hacer cumplir lo establecido en el cartel de licitación 2014LN-000018-OCV00, que sobre este tema señala lo siguiente:

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra el Ingeniero de Proyecto ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación definitiva.

La aceptación de este trabajo se realizara (sic) según Evaluación estadística del trabajo y determinación del respectivo factor de pago, según sección 107.05 del CR-2010.

Fuente: cartel de licitación 2014LN-000018-OCV00

En cuanto a las consecuencias de un incremento en la regularidad superficial esperada de un proyecto, se considera relevante citar lo indicado en el reporte NCHRP 720 “*Estimating the Effects of Pavement Condition on Vehicle Operating Costs*”. Este documento señala que, un incremento en el IRI de 1 m/km representa un aumento en el consumo de combustible de 2 % en vehículos livianos y entre 1-2 % en vehículos pesados. Adicionalmente, este incremento en la regularidad superficial se asocia a un incremento de 1 % en el desgaste de neumáticos tanto en vehículos livianos como pesados.

Por otro lado, es importante señalar que la causa de los incumplimientos de regularidad superficial señalados en este hallazgo es incierta, ya que existen múltiples factores que podrían afectar la regularidad superficial, por ejemplo: controles topográficos insuficientes durante el proceso constructivo de las capas subyacentes del pavimento, interrupciones en la continuidad del proceso de colocación de la mezcla asfáltica, variabilidad en la temperatura o en la consistencia de la mezcla asfáltica colocada y/o la necesidad de implementar sensores en la pavimentadora que permitan mejorar su acabado. Sin embargo, es relevante destacar que la suspensión de labores en este proyecto favoreció la aparición de deterioros prematuros en varios de sus elementos (superficie de ruedo, márgenes de la vía y la base estabilizada),



tal como se señala en el Hallazgo 2 del informe [EIC-LANAMME-INF-009-2021](#). La aparición de estos deterioros prematuros, a criterio de esta unidad de auditoría, es una de las principales causas asociadas a los incumplimientos de IRI evidenciados en el presente hallazgo.

En síntesis, se recomienda a la ingeniería de proyecto dar seguimiento al desempeño de este tramo, con el fin de descartar la posible formación de deterioros que puedan surgir a causa de las labores de microfresado realizadas en la vía.

HALLAZGO 2. SE EVIDENCIARON ASPECTOS DEL PROYECTO QUE PONEN EN RIESGO LA SEGURIDAD VIAL DE LAS PERSONAS USUARIAS

1. Sobre los márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular

En una visita realizada al proyecto, el pasado 14 de diciembre de 2023, fue posible identificar deficiencias en cuanto al sistema de contención vehicular (SCV) instalado en el proyecto. En primer lugar, se observó que la distancia entre la barrera metálica y los peligros presentes en el sitio es insuficiente para garantizar la seguridad de los usuarios.

Para comprender esta situación, es necesario saber que el ancho de trabajo (W) es la distancia entre la cara más cercana al tráfico antes del impacto y la posición lateral más alejada durante el impacto de cualquier parte del sistema, por lo tanto, para garantizar que un sistema de contención vehicular funcione adecuadamente se debe respetar que la distancia entre un objeto rígido y la barrera de seguridad debe ser mayor al ancho de trabajo (W) del sistema para evitar que los vehículos sean enganchados por el obstáculo (Valverde González, 2011).

En concordancia, según la ficha técnica del SCV instalado el ancho de trabajo corresponde al denominado W4, que de acuerdo con la norma EN1317 corresponde a una distancia entre $1\text{ m} < W < 1,3\text{ m}$ (Asociación Española de Normalización, 2011). A su vez, la distancia mínima entre la barrera de seguridad y un talud crítico debe ser mayor a 50 cm del obstáculo (Valverde González, 2011).

En este contexto, se observa en la Figura 7 que no existe distancia suficiente entre la ubicación lateral de la barrera y el peligro identificado, que en este caso corresponde a un talud pronunciado y un árbol, dado que aproximadamente existen apenas 15 cm que separan la barrera del talud con pendiente no traspasable.



Figura 7. Distancia aproximada de 15 cm entre la barrera metálica instalada y el talud en el margen de la vía. Ruta Nacional 32, Sección de Control 40500, Estacionamiento 4+728. Fecha: 14 de diciembre de 2023.



Ante esta situación, en caso de colisión, el sistema de contención vehicular instalado no redireccionaría los vehículos antes del impacto con el obstáculo, lo que podría provocar vuelcos o caídas por el talud. Sobre este aspecto, es importante destacar que esta auditoría, mediante el oficio EIC-Lanamme-1065-2023 (del 1 de noviembre de 2023), solicitó a la ingeniería de proyecto la memoria de cálculo con el análisis de los márgenes de la vía y el diseño detallado de los sistemas de contención vehicular, sin embargo, estos documentos no fueron enviados como parte de la respuesta remitida por la Administración.

Por lo tanto, se recomienda a la ingeniería de proyecto seguir los lineamientos establecidos en la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde González, 2011). Al respecto, se destaca que esta guía es de carácter contractual según los términos de referencia de la contratación bajo la cual se realizaron estas labores (2022CD-000145-0006000001).

Por otra parte, se evidenció que el tipo de terminal instalado en el extremo final del sistema de contención vehicular es empotrado en un talud. Aunque esta práctica resulta eficiente, es necesario destacar que, en este caso específico, el terminal no está correctamente anclado al talud. La Figura 8 evidencia que su extremo no está completamente protegido por el talud ni se colocó el terminal correspondiente, sino que en su lugar se cubrió parcialmente con concreto.

Figura 8. Uso de dispositivos no normados como elementos de canalización en las zonas de control temporal del tránsito. Ruta Nacional 32, Sección de Control 40500, Estacionamiento 4+728. Fecha: 14 de diciembre de 2023.



Tras analizar la instalación del terminal en el extremo del SCV, se observa que, a pesar de estar empotrado en un talud, presenta deficiencias en su anclaje, lo que compromete su efectividad. Es esencial recalcar la importancia de un anclaje correcto para garantizar la protección integral de los usuarios de la vía. Al respecto, se recomienda a la ingeniería de proyecto apegarse a las fichas técnicas y manuales de instalación, para mejorar estas prácticas y prevenir siniestros por esta causa.

Por último, para el terminal empotrado en el talud, se evidenció una inadecuada práctica de instalación de la barrera metálica para lograr el esviaje deseado. En la Figura 9, se evidencia que se empleó soldadura para obtener el ángulo deseado, lo cual puede comprometer la efectividad del sistema porque no es congruente con las condiciones en las que fue ensayado y certificado el sistema de contención vehicular correspondiente.



Figura 9. Ejemplo de inadecuada instalación del sistema de contención vehicular. Ruta Nacional 32, Sección de Control 40500, Estacionamiento 4+728. Fecha: 14 de diciembre de 2023.



Ante esta situación, se recomienda a la ingeniería de proyecto reemplazar la unión hecha con soldadura por una acorde al manual de instalación del fabricante, con el fin de garantizar la efectividad de la barrera de contención y la seguridad de los usuarios.

2. Sobre la señalización vial del proyecto

En una visita realizada al proyecto, el pasado 9 de enero de 2024, se evidenció que no se había realizado su demarcación vial horizontal definitiva. Al respecto, se observó que el proyecto solo contaba con demarcación temporal que separaba el flujo vehicular en dos direcciones (mediante una doble línea amarilla). Sin embargo, esta demarcación no considera la separación del flujo vehicular que transita en un mismo sentido, mediante la colocación de líneas discontinuas color blanco (ver Figura 10). Lo anterior, pese a que habían transcurrido aproximadamente 11 meses luego de la colocación de la capa final de ruedo.

Figura 10. Condición superficial del pavimento que evidencia la falta de demarcación horizontal definitiva en el proyecto. Ruta Nacional 32, Sección de Control 40500, Estacionamiento 4+728. Fecha: 9 de enero de 2024.





Esta situación llama la atención del equipo auditor por el riesgo que representa a la seguridad vial de los usuarios, pues se tiene un tramo que posee una pobre o nula iluminación por alumbrado público, donde la conducción, principalmente en horario nocturno o con condiciones climáticas adversas, aumenta significativamente el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito.

Sobre este tema, en una reunión llevada a cabo con la ingeniería de proyecto, el pasado 2 de junio de 2023, en las instalaciones del LanammeUCR, se indicó al equipo auditor que la demarcación vial horizontal definitiva del proyecto se realizaría posterior a que la empresa contratista llevara a cabo las correcciones por concepto de incumplimientos en la regularidad superficial del proyecto (IRI). Posteriormente, el 5 de julio de 2023, esta condición fue comunicada formalmente a la ingeniería de proyecto mediante el oficio EIC-Lanamme-547-2023. Como respuesta a este documento se recibió el oficio DRC-02-2023-1402 (0655), del 18 de agosto de 2023, donde se señala lo siguiente:

La demarcación de este tramo se encuentra pendiente hasta realizar las reparaciones de IRI, únicamente se realizó una demarcación preventiva. Es importante indicar que el diseño de dicha demarcación fue actualizado por Ingeniería de Tránsito del MOPT y la licitación para realizar esta demarcación inicio hasta el 27 de marzo del presente año con la Contratación Directa No. 2022CD-000149-0006000001 Proyecto: "Mantenimiento Periódico y Rehabilitación del Pavimento de la Red Vial Nacional pavimentada" Línea 1, Zonas 1-1, 1-2 y 1-9.

En cuanto a la causa de la condición evidenciada, como se desprende de la cita anterior, la Administración señala que obedece a los incumplimientos de regularidad superficial por parte del contratista. Sin embargo, se destaca que, incluso 3 meses después de concluidas las reparaciones realizadas por el contratista, el tramo evaluado sigue sin contar con su demarcación vial definitiva.

Al respecto, y por el riesgo a la seguridad vial que representa, se considera oportuno citar la sección 634 del CR-2020 "Demarcación Vial Horizontal", donde se señala lo siguiente:

Complementariamente a lo indicado en la Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal INTE Q46, sobre el curado de las superficies nuevas de pavimento, tanto de asfalto como de concreto hidráulico y el tramo de prueba para demarcación, se debe realizar la demarcación vial pronta y oportuna antes de haber transcurrido 30 días de colocada la capa de rodadura en pavimento asfáltico y 50 días en el caso de pavimentos rígidos.

Se debe colocar demarcación temporal o dispositivos temporales desde el momento en que se coloca la capa de rodadura, para brindar a todos los usuarios condiciones seguras para transitar y movilizarse. La Administración deberá realizar la coordinación necesaria para que bajo ninguna circunstancia se exceda el plazo de 180 días sin la instalación de la demarcación y señalización vial definitiva.



Por otro lado, como parte de las condiciones que se buscan evidenciar en el presente hallazgo, se destaca que, al ampliar la cantidad de carriles de la vía (de un carril por sentido a dos), en el sentido Limón – San José, específicamente en el estacionamiento 4+728, la carretera pasó de dos carriles a uno, por lo que se genera un punto de convergencia donde se hace necesario el señalamiento de un “CEDA” (mediante señalamiento vertical y horizontal) que permita establecer claramente las prioridades de paso en este punto, donde actualmente, por las condiciones expuestas se considera que existe un punto de conflicto entre las personas usuarias de la vía, que podría incidir en un posible incremento en la ocurrencia de choques viales y de los tiempos de viaje (ver Figura 11). Al igual que el tema de demarcación vial horizontal, esta condición se comunicó a la Administración mediante el oficio EIC-Lanamme-547-2023, sin embargo, en este caso, la respuesta de la Administración no amplía respecto a las acciones a considerar en este punto.

Figura 11. Estacionamiento 4+728, punto de convergencia vehicular, donde la carretera pasa de dos carriles a uno.



Por último, se evidenció que el vinil adhesivo de algunos letreros de señalamiento vertical se encuentra en mal estado, despegado o en proceso de desprendimiento (ver Figura 12), lo cual, no es congruente con las disposiciones del Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2014). Esta situación puede provocar la desorientación de los usuarios que transiten durante la noche o en condiciones climáticas desfavorables como la niebla o lluvia. En este sentido, se recomienda brindar mantenimiento al señalamiento vial vertical, de tal forma que se asegure su desempeño adecuado.

Figura 12. Señalamiento vertical en mal estado. Ruta Nacional 32, Sección de Control 40500. Fecha: 14 de diciembre de 2023.



OBSERVACIÓN 1. SE DOCUMENTÓ UN USO EXTENSIVO DEL ÍTEM M41(A2) BACHEO A PROFUNDIDAD PARCIAL CON MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

Con base en un análisis de las estimaciones de pago correspondientes a la Línea 1 de licitación 2014LN-000018-OCV00, en un levantamiento fotogramétrico realizado, así como las visitas realizadas por personal de la Unidad de Auditoría Técnica a la ruta nacional 32 (sección de control 40500), se observó un uso extensivo del renglón de pago M41(A2) “bacheo a profundidad parcial con mezcla asfáltica en caliente”. Es importante señalar que este uso extensivo no fue un aspecto observado únicamente en la zona de conservación vial 1-1, ya que fue recurrente en diferentes zonas de conservación vial del país durante la ejecución de la contratación 2014LN-000018-OCV00. Por lo tanto, el objetivo de esta observación es recalcar la importancia de que a nivel de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes de CONAVI se sigan las recomendaciones emitidas previamente en los informes [LM-PI-AT-92-2017](#) y [LM-AT-98-2019](#) sobre este importante tema, el cual fue abordado desde el inicio de la contratación 2014LN-000018-OCV00 hasta su finalización, con los trabajos ejecutados y evaluados en el presente informe (Ruta Nacional 32, tramo río Virilla – cruce de San Miguel de Santo Domingo).

El ítem de bacheo a profundidad parcial consiste en reparar la superficie de un pavimento flexible, a partir de la remoción de la capa asfáltica deteriorada, mediante el uso de perfiladora. Esta capa se reemplaza con mezcla asfáltica nueva, la cual es colocada mediante pavimentadora y posteriormente compactada con maquinaria de rodillo metálico. Como resultado final, se obtiene una superficie con un acabado muy similar al de una sobrecapa de mezcla asfáltica. El “bacheo a profundidad parcial” representa una alternativa al ítem de: bacheo con mezcla asfáltica en caliente (M41(A)), conocido como “bacheo formal”, en secciones donde los deterioros no son puntuales y abarcan una mayor área. Con esta alternativa es posible lograr mejores acabados, pues el hecho de colocar mezcla asfáltica con pavimentadora permite mayor homogeneidad y regularidad y menor segregación, con respecto a la colocación manual de mezcla asfáltica que se lleva a cabo mediante el ítem de “bacheo



formal". Por otra parte, también permite mayor control y menor variabilidad del espesor colocado debido a la utilización de perfiladoras que permiten controlar la profundidad de la zona a reparar.

Sin embargo, pese a que el acabado superficial que se obtiene con la colocación de mezcla asfáltica a partir de este ítem de "bacheo a profundidad parcial" es bueno, el criterio que ha externado esta unidad de auditoría en múltiples ocasiones es que debe regularse su uso, para que no sea permitida su colocación extensiva, como si en lugar de un bacheo se tratara de una sobrecapa asfáltica. Lo anterior, principalmente porque esta actividad (bacheo a profundidad parcial) tiene un costo unitario por tonelada de mezcla asfáltica colocada, superior al de la colocación de una sobrecapa asfáltica. Adicionalmente, la colocación de una sobrecapa asfáltica puede complementarse con un diseño estructural del pavimento (que permita asociar los trabajos realizados con un periodo de vida útil) y permite realizar el control de la calidad de ruedo mediante el parámetro IRI. Estos controles adicionales hacen inconveniente la colocación mezcla asfáltica de manera extensiva mediante el ítem de bacheo a profundidad parcial.

En la Figura 13, se muestra un esquema de las distintas alternativas de uso de mezcla asfáltica con que contó la administración en los pasados contratos de conservación vial¹ (2014LN-000017-0CV00 y 2014LN-000018-0CV00). Adicionalmente, en la Figura 13 se muestran algunos usos y ventajas asociados a cada alternativa de colocación de mezcla asfáltica.

Figura 13. Esquema de las distintas alternativas de uso de mezcla asfáltica en los contratos de conservación vial



¹ Estas alternativas se mantienen vigentes con los contratos de conservación vial actuales, de modo que las recomendaciones que surgen de esta observación siguen teniendo validez.



Como se muestra en la Figura 13, el acabado y controles de la calidad de las actividades de colocación de mezcla asfáltica aumentan en el siguiente orden: bacheo de urgencia, bacheo formal, bacheo a profundidad parcial y sobrecapa, mientras que el precio unitario por tonelada de mezcla asfáltica colocada aumenta en orden inverso. Por lo tanto, la colocación de mezcla asfáltica mediante sobrecapa tiene el menor costo unitario por tonelada colocada. Además, cuenta con mayores controles de calidad y mejores acabados, en comparación con el resto de las actividades de colocación de mezcla asfáltica.

Al evaluar las opciones de mantenimiento vial, es importante destacar una diferencia entre la sobrecapa asfáltica y el bacheo a profundidad parcial. A pesar de que la sobrecapa asfáltica presenta un costo unitario por tonelada más bajo, su aplicación implica intervenir en toda el área de la calzada. Esta característica puede incrementar el costo total del proyecto, especialmente en situaciones donde la extensión completa de tramo de la carretera por intervenir no requiere reparación. Por otro lado, el bacheo, a pesar de su mayor costo unitario, es óptimo para la atención de deterioros puntuales o de extensión intermedia. Sin embargo, su aplicación en áreas extensas, puede llevar a un incremento en el costo total del proyecto y posiblemente a una menor efectividad de las obras a largo plazo, si se compara con la intervención total del área a reparar por medio de una sobrecapa.

Es importante señalar que los contratos de conservación vial no cuentan con lineamientos que definan los criterios que deban cumplirse y los elementos que debe contener un análisis técnico-económico que permita justificar la decisión de emplear bacheo a profundidad parcial o la colocación de una sobrecapa. Esto queda a criterio de la Unidad Supervisora o la Ingeniería de Proyecto. Como consecuencia, si bien la ingeniería de proyecto puede ser selectiva en los sitios donde se va a realizar el bacheo mediante un adecuado análisis técnico y económico, otras unidades supervisoras han empleado este ítem de manera extensiva, representando más bien un costo mayor, respecto a una posible utilización de una sobrecapa, situación que incide directamente en el presupuesto destinado para el mantenimiento de la Red Vial Nacional. Por otra parte, es relevante considerar dentro del costo de una intervención, el costo de oportunidad de dejar de intervenir muchas zonas pequeñas que, de acuerdo con la vida útil del pavimento existente, podrían deteriorarse en corto plazo, debiendo tener que programar una nueva intervención en el mismo tramo.

Por otra parte, es importante señalar la relevancia de establecer una uniformidad en los criterios de mantenimiento de la red vial nacional. La implementación de un conjunto estandarizado de criterios para el análisis técnico-económico permite garantizar que las decisiones tomadas en diferentes proyectos y zonas de conservación vial estén alineadas con una estrategia de mantenimiento y conservación más amplia, dependiente de la organización (CONAVI) y no del personal, que varía de zona en zona e incluso dentro de una misma zona podría variar a lo largo del tiempo.



En el caso específico de la sección de control 40500, se observó un uso extensivo del ítem de bacheo a profundidad parcial, en un tramo de 890 m, ubicado entre el puente del río Virilla y el cruce de Barrio Socorro (ver Figura 14). En este tramo se evidenció la colocación de mezcla asfáltica en prácticamente toda la calzada, donde se abarcó con bacheo a profundidad parcial cerca del 90 % de la superficie. Para ilustrar de mejor manera la condición de los trabajos ejecutados, la Figura 15 muestra un esquema, elaborado a partir de un levantamiento fotogramétrico, que detalla las áreas intervenidas mediante el ítem de bacheo a profundidad parcial. A partir de este esquema, es posible observar la distribución del bacheo a lo largo del tramo (superficie sombreada en color rojo).

Figura 14. Ubicación del tramo intervenido en un 90 % de su superficie mediante el ítem de bacheo a profundidad parcial.

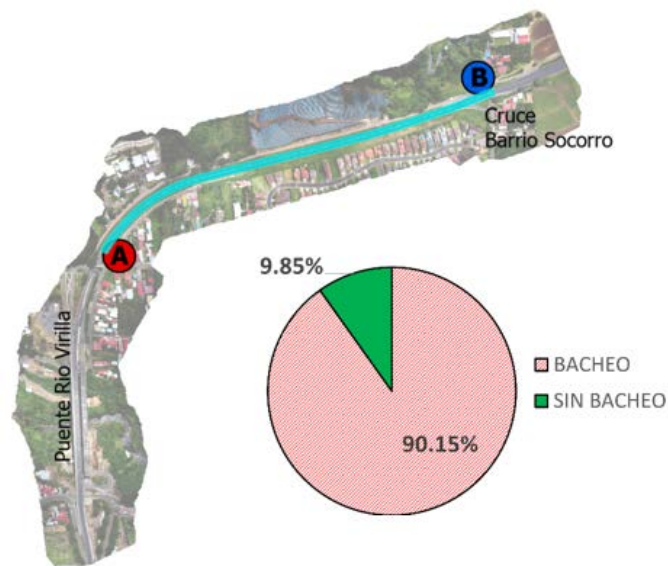
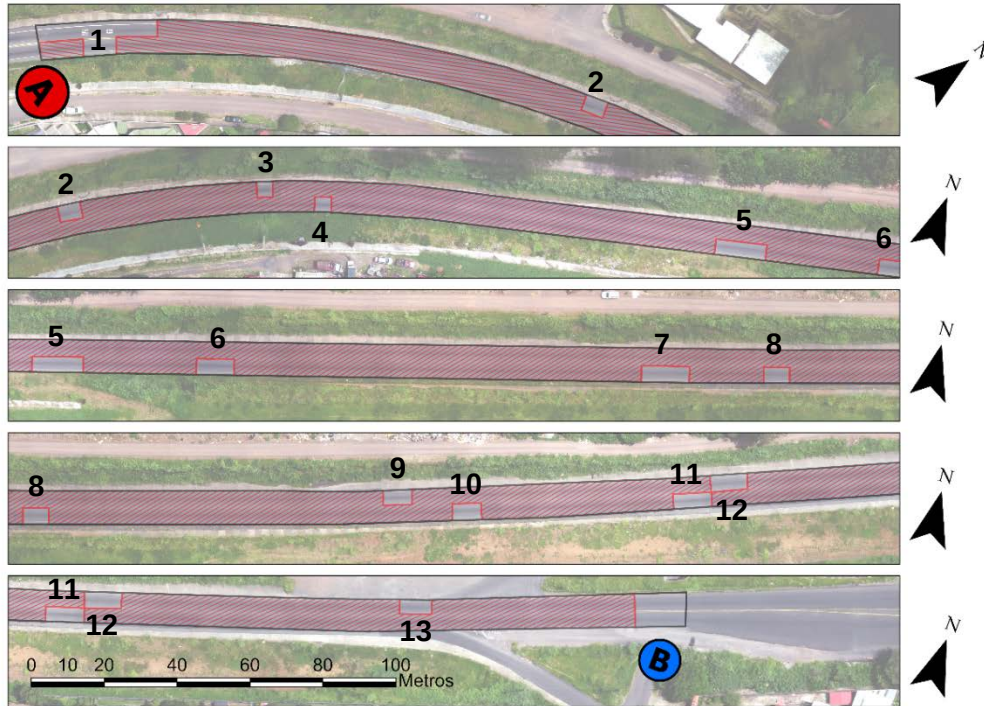


Figura 15. Esquema detallado de las áreas intervenidas mediante el ítem de bacheo a profundidad parcial, en el tramo Puente río Virilla – cruce Barrio Socorro. Se enumeran de 1 a 13 las áreas que no fueron intervenidas.



En cuanto a los costos de la intervención realizada entre el puente sobre el río Virilla y el cruce de Barrio Socorro, se determinó que el bacheo a profundidad parcial realizado tuvo un costo de 87,3 millones de colones², correspondientes a la colocación de 1.438 toneladas de mezcla asfáltica. Como se muestra en la Figura 16, y más ampliamente en el esquema de la Figura 15, las áreas no atendidas mediante el ítem de bacheo a profundidad parcial son muy puntuales a lo largo de la sección de 890 m. Al respecto, es criterio del equipo auditor que en estos casos resulta más conveniente la colocación de una sobrecapa, ya que permite atender la totalidad de la superficie, lo cual es beneficioso en términos de uniformidad estructural, permite contar con mejores controles de regularidad superficial y además resulta más económico. Por ejemplo, en este caso específico, si se hubiese atendido la superficie mediante la colocación de una sobrecapa de 8 cm, el costo aproximado de la intervención habría sido de 74 millones de colones³ (ver Tabla 8). Lo anterior, hubiese permitido contar con más recursos para la atención integral de este proyecto que ha presentado limitantes a causa de restricciones presupuestarias.

² A partir de las estimaciones de pago número 59 FV y 60 FV de la línea 1 de la licitación pública 2014LN-000018-OCV00.

³ Considerando los siguientes parámetros: longitud de la intervención 890 m (determinada mediante fotogrametría), ancho de la calzada 8,9 m (determinado mediante fotogrametría), espesor de la sobrecapa 8 cm, densidad de la mezcla asfáltica 2,4 t/m³.



Tabla 8. Desglose de costos unitarios y cantidades consideradas para la comparación entre el escenario de colocación de 8 cm de sobrecapa con respecto a los costos reales de la intervención.

Ítem	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Bacheo a profundidad parcial			
Bacheo a profundidad parcial (cobertura 90 % del área)	₡ 60 837,37	1438 ton	₡87 487 179,93
Sobrecapa			
Perfilado de pavimentos (cobertura 100 % del área)	₡ 877,38	7921 m ²	₡6 949 726,98
Mezcla asfáltica en caliente (cobertura 100 % del área)	₡ 43 913,14	1520,8 ton	₡66 784 508,53
Suma (perfilado + mezcla asfáltica)			₡73 734 235,51

Figura 16. Ejemplo de área no atendida. Ruta Nacional 32, Sección de Control 40500, Estacionamiento: 3+400. Fecha: 11 de enero de 2023.



La condición evidenciada anteriormente representa un ejemplo del uso extensivo del ítem de bacheo a profundidad parcial que se ha documentado durante la ejecución de los contratos de conservación vial. Como se mencionó al inicio de esta observación, el objetivo de este señalamiento es recalcar la importancia de que a nivel de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes de CONAVI se sigan las recomendaciones emitidas en informes anteriores de auditoría técnica, donde se señala la importancia de que a nivel de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes se generen lineamientos que definan los criterios que deban cumplirse y los elementos que debe contener un análisis técnico-económico que permita justificar la decisión de emplear bacheo a profundidad parcial o la colocación de una sobrecapa.

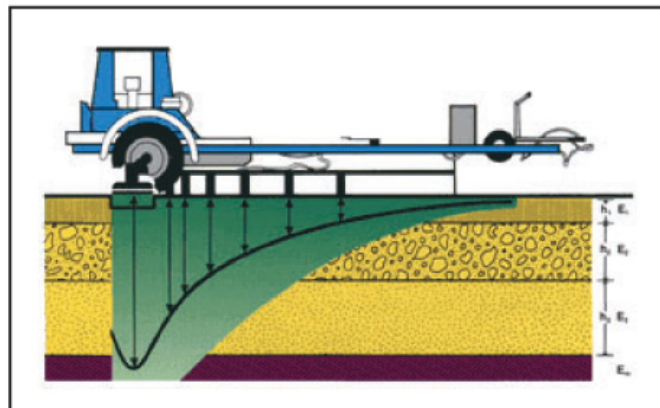
OBSERVACIÓN 2. EN TÉRMINOS GENERALES EL PROYECTO CUENTA CON UNA CAPACIDAD ESTRUCTURAL REGULAR

En esta observación se muestran los resultados de deflectometría del proyecto, determinados mediante el deflectómetro de impacto o FWD (*Falling Weight Deflectometer* por sus siglas en inglés). Sobre este apartado se señala que los resultados expuestos no son contractuales, sin embargo, se rescata su importancia como una herramienta para la Administración en aras de que se cuenten con indicadores de la capacidad estructural del proyecto tras la colocación de la capa final de ruedo.

El deflectómetro de impacto es un equipo que mide la deformación o deflexión instantánea que experimenta el pavimento en un punto, debido al golpe de un peso definido (en este caso de 40 kN o 566 MPa) lanzado desde un mecanismo diseñado específicamente con ese propósito. Esta carga cae sobre un plato circular cuya área de contacto es similar a la de una llanta de vehículo; las deflexiones obtenidas son registradas por 9 sensores, ubicados de tal manera que el primero se encuentra directamente bajo en el plato de carga, y los demás dispuestos en un arreglo lineal con una distancia máxima de 180 cm. Con esta disposición es posible relacionar el tamaño de las deflexiones con las características de los materiales que componen el pavimento.

Actualmente, existen diversas técnicas para relacionar estas deflexiones con la capacidad estructural de la carretera, las cuales se basan en la teoría del pavimento como una estructura multicapa, cuyo comportamiento sigue la teoría de elasticidad y muestra un patrón semejante al expuesto en la Figura 17.

Figura 17. Ilustración de la curva de deflexiones generada en el ensayo de deflectometría (FWD).



Fuente: LanammeUCR, 2008

Por último, el valor de la deflexión D0 fue corregido por temperatura utilizando como referencia a zonificación climática establecida por Orozco (2007). Además, para realizar la corrección por temperatura se emplean las metodologías y gráficos empleados por el *Asphalt Institute* (Temperatura del pavimento en función de la profundidad) y los gráficos de la SHRP (*Strategic Highway Research Program*) que asignan un Factor de Corrección en función del tipo de subrasante y la Temperatura Representativa del Pavimento.



El análisis realizado toma en cuenta distintos parámetros asociados al cuenco de deflexiones que se generan a partir del ensayo de FWD. Específicamente se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- **Deflexión máxima (D0):** este parámetro refleja el aporte a nivel de deflexiones de todas las capas del pavimento, así como la condición de la subrasante.
- **Indicador de curvatura superficial (BLI):** este indicador específicamente caracteriza la capacidad estructural de las capas superficiales (mezcla asfáltica) y capas de base (Horak, 2008).

$$BLI = d_0 - d_3$$

Donde:

BLI=Indicador de curvatura superficial.

d_0 , d_3 =deflexiones en mm medidas a la distancia 0 y 300 mm respectivamente, desde el centro de aplicación de la carga.

- **BDI indicador de daño base (MLI):** Este indicador caracteriza la rigidez de la parte intermedia o subbase del pavimento, considerando la diferencia de deflexión entre los 300 mm y 600 mm medidos desde el punto de aplicación de la carga, (Horak, 2008).

$$MLI = d_3 - d_5$$

Donde:

MLI=Indicador de daño base.

d_3 , d_5 =deflexiones en mm medidas a la distancia 300, 600, mm respectivamente, desde el centro de aplicación de la carga.

- **Indicador de curvatura base (LLI):** encargado de presentar la rigidez de la parte inferior del pavimento, específicamente en la subrasante, considerando la diferencia de deflexión entre las distancias de 600 mm y 900 mm, (Horak, 2008).

$$LLI = d_5 - d_6$$

Donde:

LLI=Indicador de curvatura base.

d_5 y d_6 =deflexiones en mm medidas a la distancia 600 y 900mm respectivamente, desde el centro de aplicación de la carga.



En la Tabla 9 se muestra la clasificación de la condición estructural para pavimentos con base estabilizada, en función de los indicadores descritos anteriormente, clasificación que fue presentada por (Horak, 2008).

Tabla 9. Clasificación de la condición estructural para pavimentos con base estabilizada.

Capa	Clasificación de condición estructural	Parámetros del cuenco de deflexión			
		D0	BLI	MLI	LLI
		(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
Base estabilizada	Buena	<200	<100	<50	<40
	Regular	200-400	100-300	50-100	40-80
	Severa	>400	>300	>100	>80

En cuanto a la frecuencia de medición de este ensayo, se tiene que esta depende del nivel para el cual se esté recabando la información. Según la guía *Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements* D 4695-03 de la organización ASTM (*American Standard for Testing Materials*), para una evaluación detallada y específica a nivel de proyecto, la cual se realiza con el propósito de localizar áreas que presenten altas deflexiones, las deflexiones son típicamente medidas con un espaciamiento de 10 m a 100 m. Por lo tanto, de acuerdo con las recomendaciones establecidas en esta guía, en el presente informe se analizaron datos de FWD registrados cada 50 m.

A continuación, se presenta la condición del proyecto con base en los parámetros D0, BLI, MLI y LLI:

1. Caracterización de las deflexiones máximas (D0):

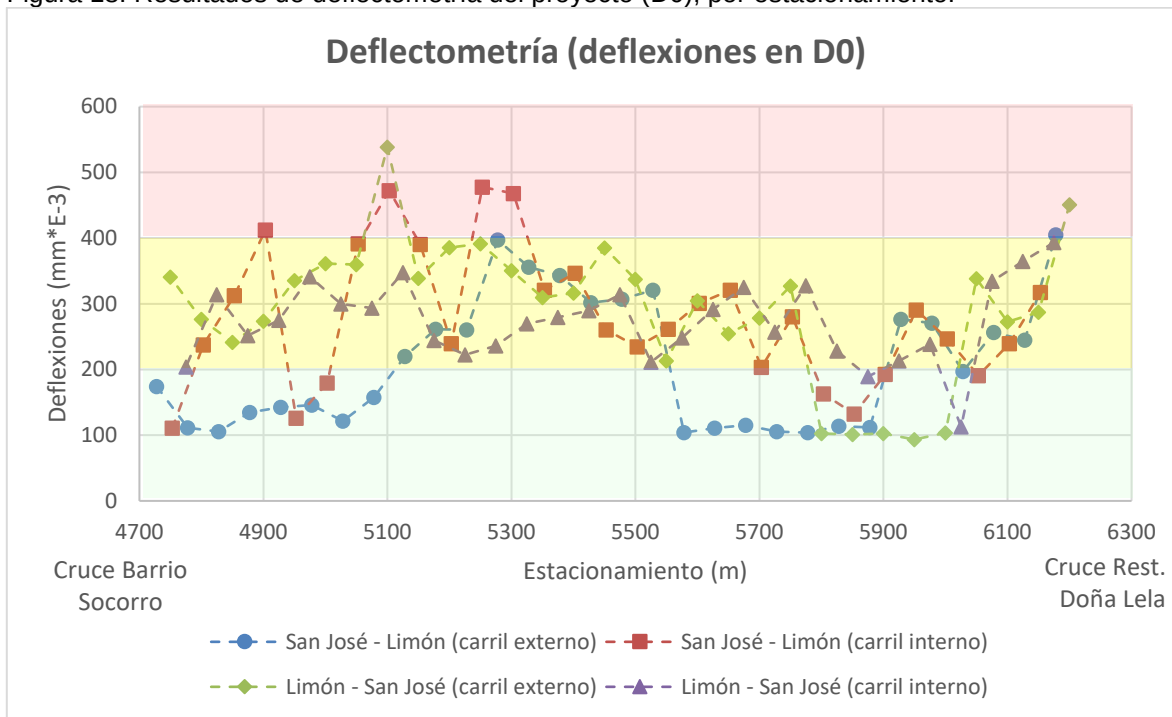
A partir de la información del ensayo de FWD se determinó que el parámetro D0, que es representativo de la condición estructural general del pavimento; presenta un 25 % de las deflexiones en condición buena, un 69 % en condición regular, mientras que un 6 % en condición severa (ver Tabla 10 y Figura 18).

Tabla 10. Desglose porcentual de la condición estructural de cada uno de los carriles del proyecto, mediante el parámetro D0.

Carril/Condición	Buena	Regular	Severa
Limón - San José (carril externo)	17%	77%	7%
Limón - San José (carril interno)	7%	93%	0%
San José - Limón (carril externo)	53%	43%	3%
San José - Limón (carril interno)	24%	62%	14%
Total general	25%	69%	6%



Figura 18. Resultados de deflectometría del proyecto (D0), por estacionamiento.



Fuente: Informe EIC-Lanamme-INF-0288-2023

2. Caracterización mediante el indicador de curvatura superficial (BLI)

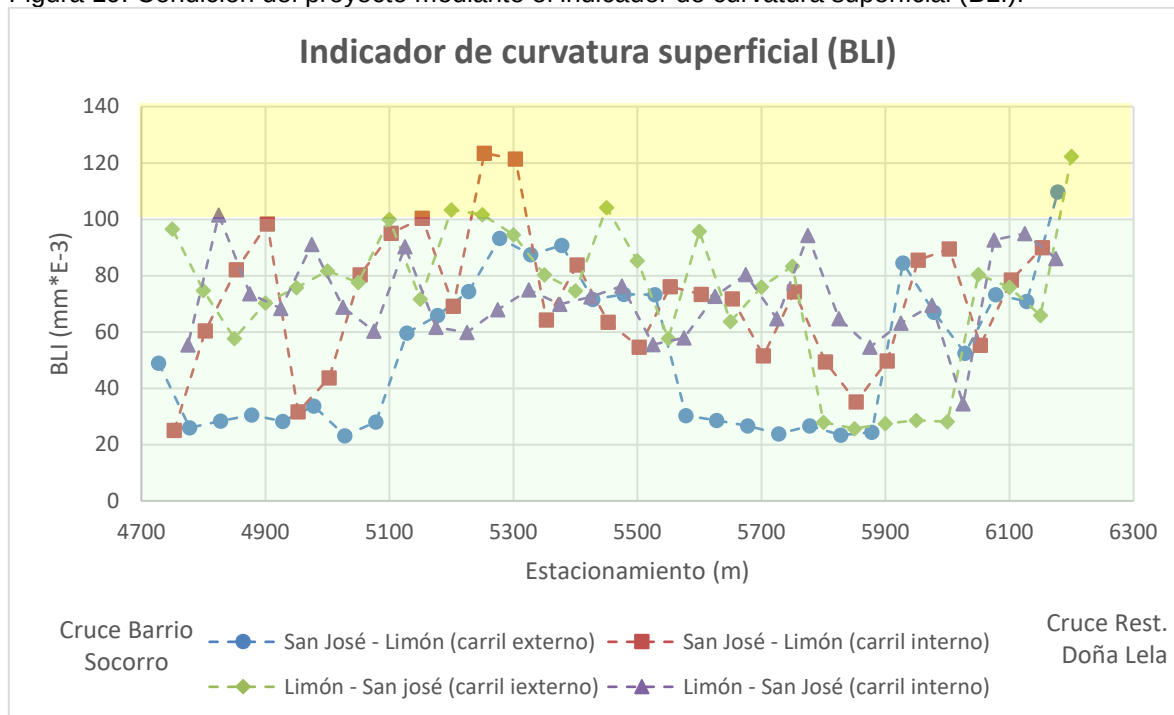
A partir de la información del ensayo de FWD se evidenció que el parámetro BLI, que es representativo de la condición estructural de la condición superficial del pavimento, presenta un 92 % de los tramos en condición buena y un 8 % en condición regular (ver Tabla 11 y Figura 19).

Tabla 11. Desglose porcentual de la condición estructural de cada uno de los carriles del proyecto, mediante el parámetro BLI.

Carril/Condición	Buena	Regular
Limón - San José (carril externo)	87%	13%
Limón - San José (carril interno)	97%	3%
San José - Limón (carril externo)	97%	3%
San José - Limón (carril interno)	90%	10%
Total general	92%	8%



Figura 19. Condición del proyecto mediante el indicador de curvatura superficial (BLI).



Fuente: Informe EIC-Lanamme-INF-0288-2023

3. Caracterización mediante el indicador de daño de base (MLI)

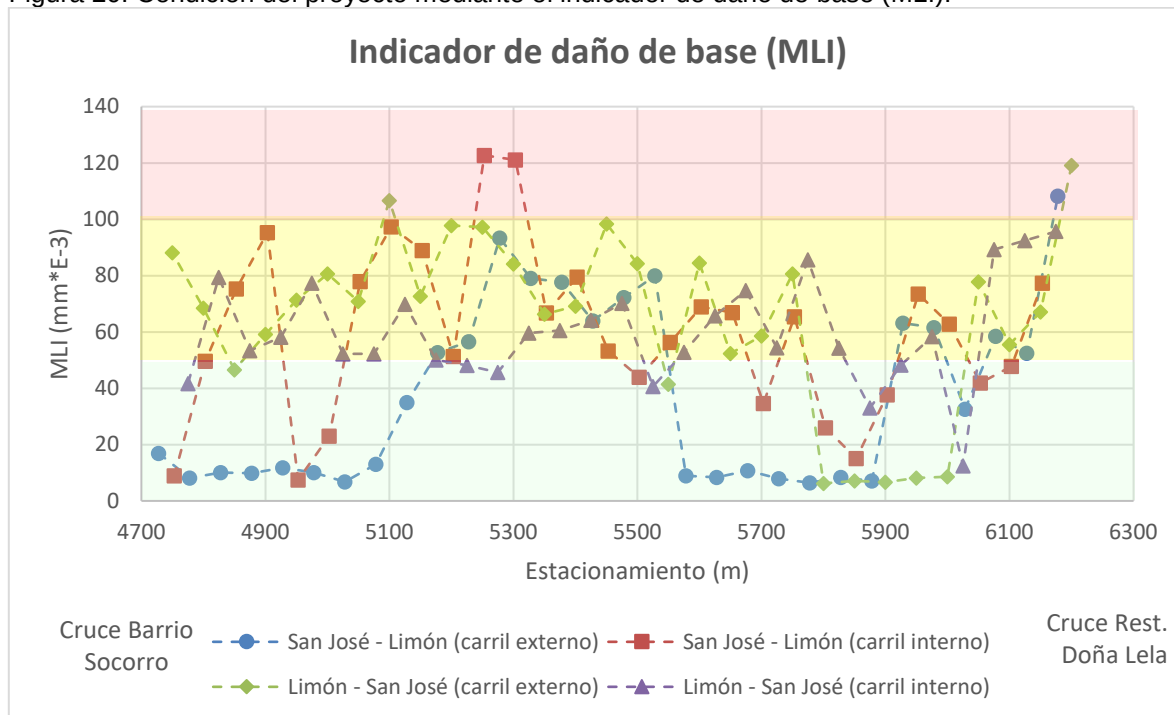
En cuanto a la caracterización del proyecto mediante el indicador de daño de base (representativo de la parte intermedia del pavimento), se pudo observar que la mayoría de los tramos se encuentran en condición regular (un 60%), un 36 % de los tramos se encuentran en la categoría buena, mientras que un 4 % se encuentra en la categoría de condición severa (ver Tabla 12 y Figura 20).

Tabla 12. Desglose porcentual de la condición estructural de cada uno de los carriles del proyecto, mediante el parámetro MLI.

Carril/Condición	Buena	Regular	Severa
Limón - San José (carril externo)	23%	70%	7%
Limón - San José (carril interno)	24%	76%	0%
San José - Limón (carril externo)	57%	40%	3%
San José - Limón (carril interno)	38%	55%	7%
Total general	36%	60%	4%



Figura 20. Condición del proyecto mediante el indicador de daño de base (MLI).



Fuente: Informe EIC-Lanamme-INF-0288-2023

4. Caracterización mediante el indicador de curvatura de base (LLI)

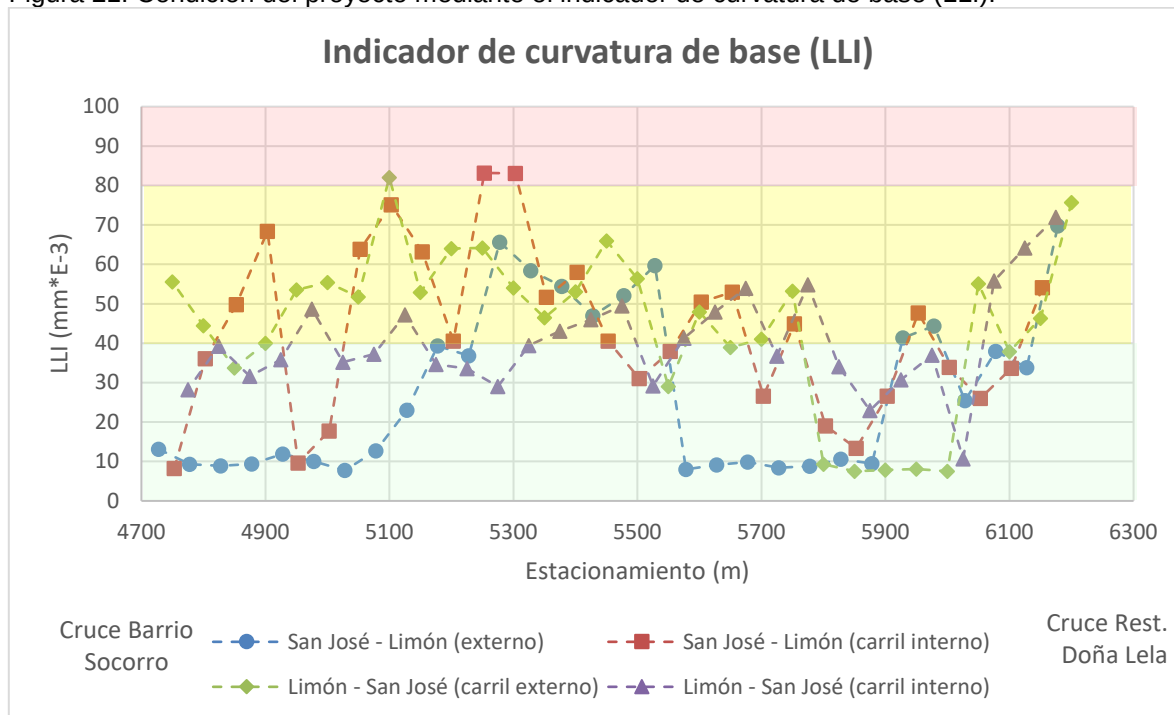
Tomando en cuenta el indicador de curvatura de base, que es representativo de la condición estructural de la parte inferior del pavimento (subrasante) se observó que el 51 % de los tramos se encuentran en condición buena, el 47 % de los tramos en condición regular, mientras que un 3 % de los tramos se ubican en la categoría de condición severa (ver Tabla 13 y Figura 21).

Tabla 13. Desglose porcentual de la condición estructural de cada uno de los carriles del proyecto, mediante el parámetro LLI.

Carril/Condición	Buena	Regular	Severa
Limón - San José (carril externo)	30%	67%	3%
Limón - San José (carril interno)	59%	41%	0%
San José - Limón (carril externo)	70%	30%	0%
San José - Limón (carril interno)	45%	48%	7%
Total general	51%	47%	3%



Figura 21. Condición del proyecto mediante el indicador de curvatura de base (LLI).



Fuente: Informe EIC-Lanamme-INF-0288-2023

A manera de resumen, la Tabla 14 muestra la categorización porcentual de la condición estructural del proyecto, para cada uno de los parámetros evaluados. Sobre esta información, al considerar el parámetro D0, representativo de la condición estructural general del pavimento, se puede concluir que en términos generales el proyecto al finalizar contaba con una capacidad estructural regular.

Tabla 14. Categorización porcentual de la condición estructural del proyecto para cada parámetro evaluado.

Condición	D0	BLI	MLI	LLI
Buena	25%	92%	36%	51%
Regular	69%	8%	60%	47%
Severa	6%	0%	4%	3%

En cuanto a las causas de la condición estructural observada, es importante mencionar que existen múltiples factores que podrían haber propiciado una condición regular o severa. A criterio de esta unidad de auditoría, uno de estos factores es la suspensión de labores en el proyecto. Esta suspensión favoreció la saturación y erosión de las capas subyacentes del pavimento, lo cual está directamente relacionado con su capacidad estructural.



Por último, en cuanto a las consecuencias de los resultados obtenidos de esta evaluación, se destaca la presencia de algunos tramos puntuales en condición severa, principalmente entre los estacionamientos 5+100 y 5+300, estos tramos tienen una mayor propensión a presentar deterioros prematuros, riesgo que aumenta si se considera la condición de alto volumen de tránsito pesado que circula sobre la ruta intervenida en este proyecto. Considerando esto, se recomienda a la ingeniería de proyecto dar seguimiento al desempeño de estos tramos con el fin de identificar y atender deterioros prematuros dentro del periodo de garantía de las obras.

OBSERVACIÓN 3. LAS CORRECCIONES DE REGULARIDAD SUPERFICIAL REALIZADAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE MICROFRESADO Y SELLO DE NIEBLA REPRESENTARON UNA MEJORA EN LA FRICCIÓN SUPERFICIAL DEL PROYECTO

En esta observación se evaluó la condición de fricción superficial del proyecto, con base en los resultados de los ensayos de *Grip Number* realizados en el tramo: cruce de Barrio Socorro – intersección de San Miguel de Santo Domingo. Lo anterior, con el objetivo de determinar si el microfresado aplicado y la colocación del *sello de niebla*, empleados como medida para la corrección de la regularidad superficial, provocaron alguna afectación en relación con la fricción superficial de la carretera.

A partir de la medición realizada se observó una mejoría generalizada en la fricción superficial de la carretera. Dicha mejoría se evidencia al comparar la Tabla 15 y Tabla 16, que muestran la clasificación porcentual de la fricción superficial del proyecto antes y después de las reparaciones realizadas por la empresa contratista. En concreto, se determinó que, al inicio el proyecto contaba predominantemente con tramos en condición buena o poco deslizante (55 % del proyecto) y regular o deslizante (40 % del proyecto)⁴. Es importante considerar que no se contaba con tramos en una condición muy buena. En la actualidad el proyecto cuenta predominantemente con tramos en condición muy buena o no deslizante (30 % del proyecto) y buena o poco deslizante (65 % del proyecto).

Tabla 15. Clasificación porcentual de la fricción superficial del proyecto mediante el parámetro GripNumber (antes de las reparaciones realizadas por la empresa contratista).

Carril/Condición	Muy buena	Buena	Regular	Mala
Limón - San José (carril externo)	0%	0%	83%	17%
Limón - San José (carril interno)	0%	41%	59%	0%
San José - Limón (carril externo)	0%	85%	15%	0%
San José - Limón (carril interno)	0%	100%	0%	0%
Total general	0%	55%	40%	4%

⁴ Según los rangos establecidos en el informe de evaluación de la red vial nacional que publica el LanammeUCR (ver Tabla 16).



Tabla 16. Clasificación porcentual de la fricción superficial del proyecto mediante el parámetro GripNumber (después de las reparaciones realizadas por la empresa contratista).

Carril/Condición	Muy buena	Buena	Regular	Mala
Limón - San José (carril externo)	29%	64%	4%	4%
Limón - San José (carril interno)	64%	36%	0%	0%
San José - Limón (carril externo)	4%	92%	4%	0%
San José - Limón (carril interno)	21%	71%	4%	4%
Total general	30%	65%	3%	2%

Tabla 17. Rangos de clasificación de fricción superficial mediante el parámetro GripNumber.

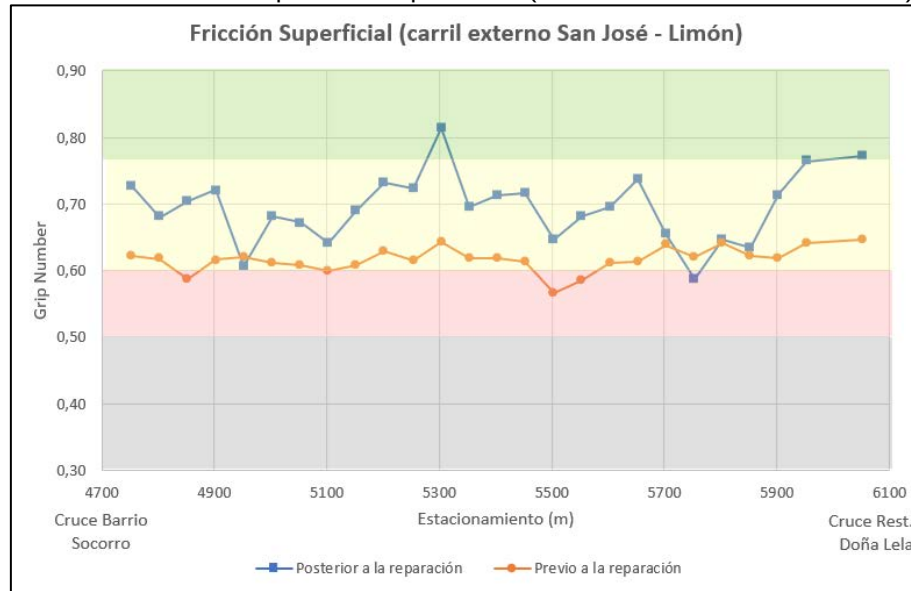
Condición de Agarre	Rango de GN	Nivel			Tipo de Pavimento característico
		Deslizamiento	Probabilidad de accidentes	Riesgo medio de accidentabilidad*	
Malo	< 0,50	Muy deslizante	Muy alta probabilidad	mayor a 20	Pavimento flexible compuesto de agregado pulimentable ej.: calizo
Regular	0,50 – 0,60	Deslizante	Alta probabilidad	16 a 20	Pavimento flexible con alto grado de exudación y pérdida de textura
Bueno	0,60 – 0,78	Poco deslizante	Moderada probabilidad	10 a 16	Pavimento rígido y flexible con buena textura
Muy Bueno	> 0,78	No deslizante	Poca probabilidad	menor a 10	Pavimento nuevo o sobrecapas

Fuente: Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional, LanammeUCR (2017).

Por otra parte, es importante señalar que, pese a que en términos generales hubo una mejoría en la fricción superficial de la carretera (ver Figuras 22, 23, 24 y 25), se generaron tramos puntuales cuya resistencia a la fricción superficial disminuyó y podrían representar un riesgo a la seguridad vial de los usuarios, un ejemplo de esto es el tramo ubicado en el estacionamiento 5+600 del carril interno en el sentido San José – Limón, donde se observó que el coeficiente de fricción GripNumber pasó de 0,68 a 0,36 (ver Figura 23).

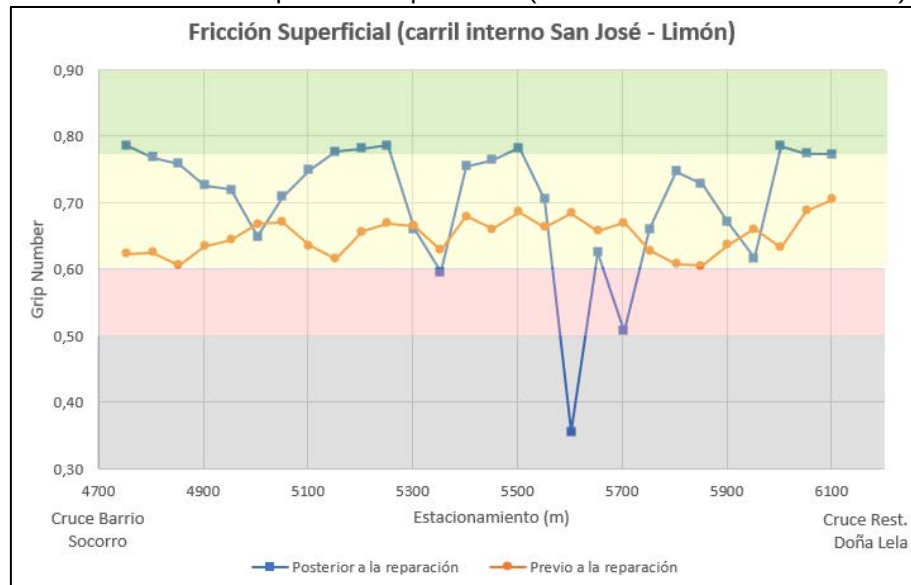


Figura 22. Condición del proyecto, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, mediante el indicador de fricción superficial GripNumber (carril externo San José - Limón).



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

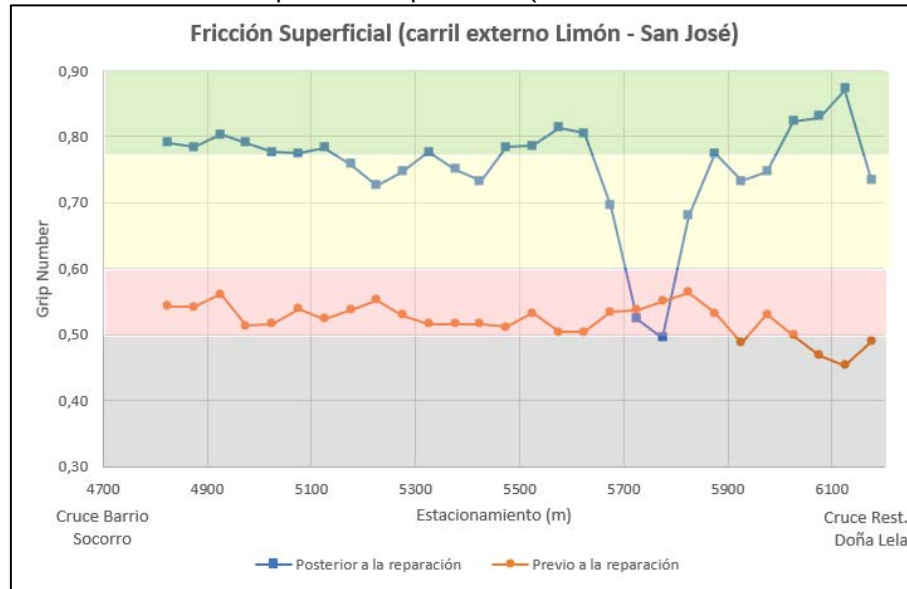
Figura 23. Condición del proyecto, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, mediante el indicador de fricción superficial GripNumber (carril interno San José - Limón).



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

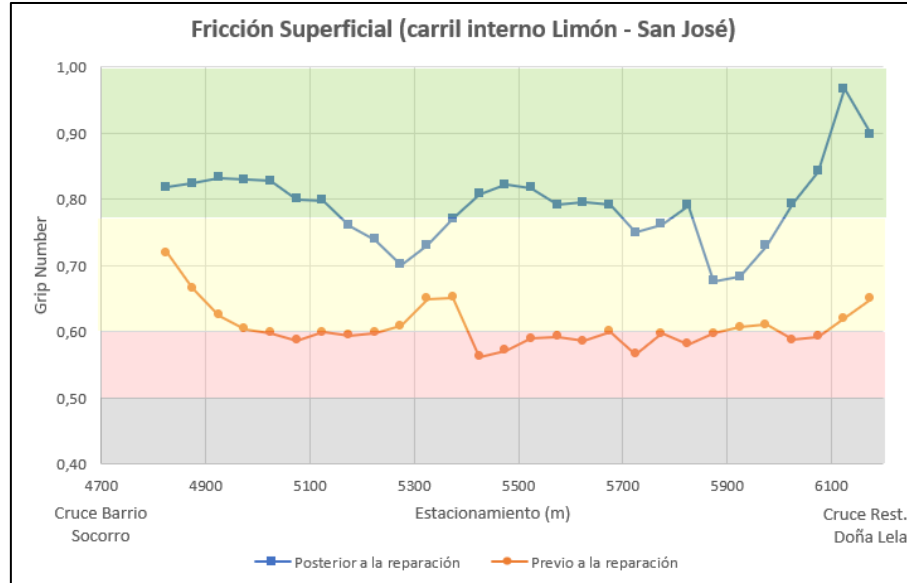


Figura 24. Condición del proyecto, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, mediante el indicador de fricción superficial GripNumber (carril externo Limón – San José).



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023

Figura 25. Condición del proyecto, antes y después de las reparaciones realizadas en el pavimento, mediante el indicador de fricción superficial GripNumber (carril interno Limón – San José).



Fuente: Informe EIC-Lanamme- INF-1557-2023



La condición evidenciada en esta observación se considera como un efecto positivo que aparentemente se asocia a las labores de microfresado realizadas en la vía. Sin embargo, se advierte a la Administración sobre el riesgo a la seguridad vial de los usuarios que podrían representar los tramos en donde se cuantificó una disminución en la fricción superficial de la carretera, especialmente del estacionamiento 5+600 al 5+700 del carril interno en el sentido San José – Limón. Se recomienda a la ingeniería de proyecto la evaluación y monitoreo de estos tramos, con el propósito de valorar si es necesario remover algún exceso de emulsión asfáltica que pueda desfavorecer la fricción superficial en estos puntos.

11. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la evaluación realizada por parte del laboratorio del LanammeUCR, se observaron incumplimientos en la regularidad superficial del proyecto. Estos incumplimientos podrían asociarse a varias causas, entre las cuales se considera relevante destacar la aparición de deterioros prematuros debido a la suspensión de labores que tuvo esta obra.
2. Como parte de las acciones correctivas consideradas por la empresa contratista, para mejorar la regularidad superficial de la vía, se realizó un microfresado de la superficie sobre el cual se colocó un sello de niebla “fog seal”. Como resultado, se observó que esta medida correctiva mejoró la fricción superficial de la calzada, sin embargo, se observaron algunos tramos puntuales en los que la fricción superficial disminuyó considerablemente.
3. Se observó un uso extensivo del ítem de bacheo a profundidad parcial en el tramo ubicado entre el puente sobre el río Virilla y el cruce de Barrio Socorro. En este tramo se evidenció la colocación de mezcla asfáltica en prácticamente toda la calzada, donde se abarcó con bacheo a profundidad parcial cerca del 90 % de la superficie. Lo anterior, obedece a una ausencia de lineamientos que definan los criterios que deben emplearse para decidir entre la colocación de mezcla asfáltica mediante una sobrecapa o mediante el ítem de bacheo a profundidad parcial. Además, a criterio de esta auditoría, se destaca que en este caso específico resultaba más conveniente la colocación de una sobrecapa, ya que permite atender la totalidad de la superficie, lo cual es beneficioso en términos de uniformidad estructural, permite contar con mejores controles de regularidad superficial y además resulta más económico.
4. En cuanto a la seguridad vial de proyecto, se evidenció que, pese a que habían transcurrido 11 meses luego de la colocación de la capa final de ruedo, la calzada no contaba con su demarcación horizontal definitiva. Además, se observó que en algunos puntos la distancia entre el sistema de contención vehicular colocado y los peligros presentes en el sitio era insuficiente para garantizar la seguridad de los usuarios. Por



otra parte, se evidenció que el terminal instalado en el extremo final del sistema de contención vehicular no está correctamente anclado al talud.

5. Por último, se observó que en términos generales el proyecto cuenta con una capacidad estructural regular. Además, se destaca la presencia de algunos tramos puntuales en condición severa, principalmente entre los estacionamientos 5+100 y 5+300, estos tramos tienen una mayor propensión a presentar deterioros prematuros, riesgo que aumenta si se considera la condición de alto volumen de tránsito pesado que circula sobre la ruta intervenida mediante este proyecto.
6. Tal y como se indicó en el informe EIC-LANAMME-INF-009-2021, este proyecto ha mostrado una serie de desventajas, al llevarse a cabo a través de contratos de mantenimiento vial y no como una obra nueva. El proyecto debió considerar un objetivo integral, para atender las necesidades existentes, de la mano con el establecimiento de un monto presupuestario y plazo claramente definido. Esto ha llevado a que actualmente la obra siga sin concluirse, a pesar de que ya han pasado 3 años y medio desde su inicio. A la fecha, se mantienen zonas con riesgos de seguridad vial, taludes inconclusos, y condiciones que no son óptimas respecto al cómo debería recibirse una obra nueva.



12. RECOMENDACIONES

A la Ingeniería de Proyecto de CONAVI:

1. Se recomienda valorar los resultados mostrados en el presente informe respecto a la regularidad superficial del proyecto, con el propósito de definir el estatus de cumplimiento de las obras según lo establecido en el cartel de licitación 2014LN-000018-0CV00.
2. Se recomienda dar seguimiento al desempeño del proyecto, con el fin de descartar la posible formación de deterioros que puedan surgir a causa de las labores de microfresado realizadas en la vía.
3. Se recomienda instalar los sistemas de contención vehicular de acuerdo con las indicaciones del manual de instalación y la ficha técnica correspondiente, esto incluye tanto la barrera metálica, uniones, postes y el terminal.
4. Se recomienda realizar las gestiones necesarias para llevar a cabo la demarcación vial horizontal y vertical definitiva del proyecto a la mayor brevedad.
5. Se recomienda brindar mantenimiento al señalamiento vial vertical, de tal forma que se asegure su desempeño adecuado.
6. Se recomienda dar seguimiento al desempeño de los tramos que presentaron una condición estructural severa con el fin de identificar y atender deterioros prematuros dentro del periodo de garantía de las obras.
7. Se recomienda evaluar y monitorear los tramos donde se cuantificó una disminución en la fricción superficial de la carretera, especialmente del estacionamiento 5+600 al 5+700 del carril interno en el sentido San José – Limón. Lo anterior, con el propósito de valorar si es necesario remover algún exceso de emulsión asfáltica que pueda desfavorecer la fricción superficial en estos puntos.

A la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes:

1. Se recomienda que en la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes se generen lineamientos que definan los criterios que deben cumplirse y los elementos que debe contener un análisis técnico-económico que permita justificar la decisión de emplear bacheo a profundidad parcial o la colocación de una sobrecapa.
2. Se recomienda valorar la atención de obras que pueden escapar del alcance de intervenciones a través de ítems de conservación o mantenimiento vial, por la magnitud de la necesidad existente, de tal manera que se puedan atender como obras que se ajusten a carteles específicos y a la medida de estas, atendiendo integralmente la totalidad de la obra, luego que se pacte un plazo y un objeto de contrato definidos.



13. REFERENCIAS

- American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements ASTM D4695-03. Estados Unidos: ASTM.
- Araya Villalobos, J. (2014). Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.
- Asamblea Legislativa (1998). Ley de Creación del Consejo de Vialidad (CONAVI) Creación del Consejo Nacional de Vialidad No. 7798. San José, Costa Rica,
- Asamblea Legislativa (2017). Reforma Ley de Creación del Consejo de Vialidad (CONAVI) N° 9484 MODIFICACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS DE LA LEY N.º 7798. San José, Costa Rica.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (2011). Sistemas de contención para carreteras. UNE-EN 1317. Madrid, España.
- Chatti, K., & Zaabar, I. (2012). *Estimating the effects of pavement condition on vehicle operating costs* (Vol. 720). Transportation Research Board.
- Consejo Nacional de Vialidad (2016). Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00 "MP Y R: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada". CONAVI, San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad (2016). Licitación Pública No. 2014LN-000017-0CV00 "Mantenimiento rutinario y rehabilitación del sistema de evacuación pluvial de la red vial nacional pavimentada". CONAVI, San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad (2016). Licitación Pública No. 2014LN-000016-0CV00 "Mantenimiento rutinario sin maquinaria especializada". CONAVI, San José, Costa Rica.
- González, G. V. (2011). Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera.
- Horak, E. (2008). Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. Journal of the South African Institution of Civil Engineering, 50(2), 2-9.
- LanammeUCR (2008). Desarrollo de herramientas de gestión con base en la determinación de índices Red Vial Nacional. San Pedro, Montes de Oca: Unidad de Investigación.
- LanammeUCR (2015). Informe de evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica años 2014 - 2015. San Pedro, Montes de Oca: Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional.
- LanammeUCR (2017). LM-PI-AT-92-2017: Prácticas constructivas en obras de conservación de la Red Vial Nacional Pavimentada. San Pedro, Montes de Oca: Unidad de Auditoría Técnica.
- LanammeUCR (2019). LM-PI-AT-150-18: Experiencia costarricense en la aplicación del parámetro de regularidad superficial IRI como criterio aceptación en proyectos de conservación vial. San Pedro, Montes de Oca: Unidad de Auditoría Técnica.



LanammeUCR (2020). LM-AT-98-19: Estudio de las estimaciones de pago de obra y gestión de los renglones de pago que respaldan a la Licitación Pública Número 2014LN-000018-0CV00. San Pedro, Montes de Oca: Unidad de Auditoría Técnica.

LanammeUCR (2022). EIC-LANAMME-INF-009-2021: Evaluación de las actividades desarrolladas en el proyecto TOPICS: ampliación y rehabilitación del tramo Río Virilla – Cruce de San Miguel de Santo Domingo de Heredia en la Ruta Nacional 32. San Pedro, Montes de Oca: Unidad de Auditoría Técnica.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2010). Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010. San José Costa Rica: MOPT.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2015). Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes MCV 2015. San José Costa Rica: MOPT.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2020). Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2020. San José Costa Rica: MOPT.

Orozco, E. (2007). Zonificación Climática de Costa Rica para la Gestión de Infraestructura Vial. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Luis Diego Herra Gómez, MSc Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Mauricio Salas Chaves Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Jairo Sanabria Sandino Auditor Técnico
Revisión legal por: Lic. Giovanni Sancho Sanz Asesor Legal LanammeUCR	Aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona Ph.D Director LanammeUCR



14. ANEXOS

14.1. Proceso de valoración de resultados de la auditoría realizada

Con el objetivo de brindar una herramienta para que las instituciones a las cuales el LanammeUCR debe informar sus resultados, según lo establecido en el artículo 6 de la Ley 8114, de forma tal que puedan priorizar la atención de las recomendaciones que surgen de los análisis desarrollados en el presente informe, se presenta la siguiente valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y carácter contractual.

El Equipo Auditor categorizó el impacto, la urgencia de atención de las recomendaciones y el carácter contractual según lo establecido en la Tabla 18 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, de acuerdo con el resultado que la auditoría generó en la calidad de la obra. Por su parte, la urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido según las recomendaciones emitidas por el LanammeUCR. La línea titulada “Carácter contractual” denota si el incumplimiento es parcial o total, y el resultado de la auditoría se basa en una cláusula de carácter contractual o si su respaldo técnico no necesariamente tiene un carácter contractual para el proyecto.

Tabla 18. Rangos de valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y cumplimiento contractual.

	Categoría	Valoración
Impacto	Bajo	1
	Medio	3
	Alto	5
Urgencia ¹	Largo plazo	1
	Mediano plazo	3
	Corto plazo	5
Carácter contractual	No contractual	1
	Incumplimiento contractual parcial	3
	Incumplimiento contractual total	5

¹El corto plazo se considera un plazo menor a un año desde la emisión del informe. El mediano plazo se entiende por un plazo comprendido entre 1 y 5 años. El largo plazo se entiende por un plazo mayor a 5 años.

Posteriormente, se obtuvo el promedio de las valorizaciones obtenidas según cada categoría y se determinó la prioridad de atención sugerida, a las partes interesadas, según lo establecido en la Tabla 19.

Tabla 19. Prioridad de atención sugerida según la valoración de los resultados de la auditoría realizada por el Equipo Auditor.

Prioridad de atención sugerida	Rango de valoración
Baja	1 – 2
Media	2 – 3
Alta	3 - 4
Muy alta	4 - 5