



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

Informe EIC-Lanamme- INF-0509-2022

Informe de Auditoría Técnica

Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)- Limón



Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica 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

Noviembre, 2022



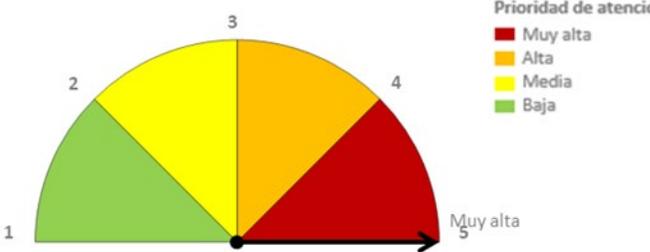
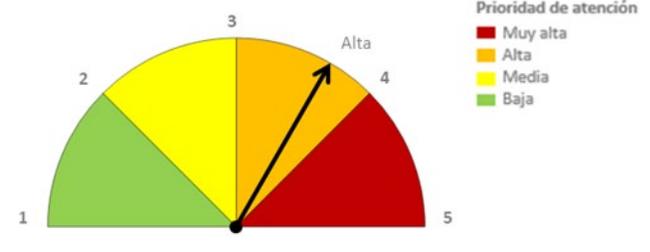
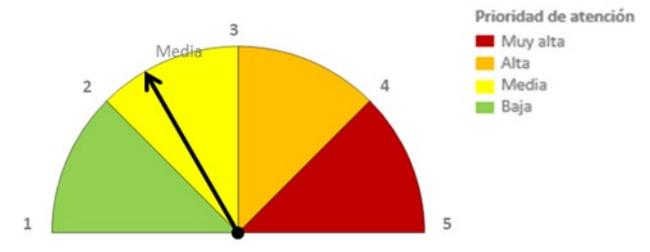
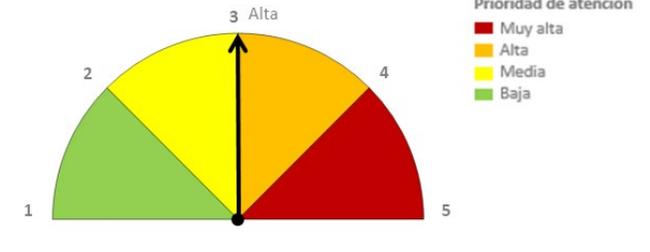


1. Informe final EIC-Lanamme-INF-0509-2022	2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de los trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón	4. Fecha del Informe NOVIEMBRE 2022
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
6. Notas complementarias N/A	
7. Resumen <p>El Informe de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-0509-2022 recopila hallazgos y observaciones sobre la auditoría externa realizada al proyecto para la Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón durante el periodo comprendido entre los meses de enero 2020 y agosto 2022. Dentro del estudio realizado se abordaron temas relacionados con la seguridad vial para los usuarios de la ruta y colaboradores del Contratista en los frentes de trabajo, así como los procesos constructivos y el desempeño de la estructura de pavimento.</p> <p>Sobre los procesos constructivos: Durante las visitas realizadas por el Equipo Auditor se evidenciaron colocaciones de mezcla asfáltica en las cuales se utilizó traba, la cual consiste en una capa delgada que es considerada una mala práctica constructiva. Además, se estaban realizando cortes en algunas secciones de base estabilizada que se encontraban por encima del límite de resistencia especificado. Adicionalmente, se evidenció que en algunos frentes de trabajo se colocaban capas de espesor suelto de base estabilizada mediante medios manuales previo a la colocación de la capa estabilizada con pavimentadora. Finalmente, se observaron varias prácticas constructivas adecuadas, las cuales, a partir del criterio del Equipo Auditor, se deben difundir en aras de que se mejoren las técnicas constructivas en el país.</p> <p>Sobre la seguridad vial: Se han identificado distintas oportunidades de mejora en el control temporal del tránsito en obra, la definición de zonas de trabajo y espacios de amortiguamiento de estas, la canalización de usuarios de trabajo en las zonas de proyecto, así como en el uso de dispositivos de tránsito en conformidad con la normativa existente y el plan de manejo de tránsito definido para el proyecto.</p> <p>Sobre el desempeño del pavimento: Se evidenció que a partir de las pruebas realizadas sobre los tramos concluidos a nivel de segunda capa a la fecha de ejecución de los ensayos (octubre, 2021), en términos generales los valores obtenidos de fricción mediante el parámetro GripNumber, capacidad estructural mediante parámetros de área de Horak y regularidad superficial mediante el parámetro IRI se encuentran dentro de los rangos esperados para un proyecto de obra nueva.</p>	





8. Valoración de resultados

Detalle	Prioridad de atención
<p>Hallazgo 1. Se identificaron deficiencias técnicas y de ejecución en el control y manejo temporal del tránsito y usuarios vulnerables en las zonas temporales de obra</p>	 <p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Observación 1. Se evidenció el corte de las capas de base estabilizada con cemento que presentaban resistencias superiores al límite establecido, lo cual puede provocar el reflejo de estos cortes a la carpeta asfáltica.</p>	 <p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Observación 2. Se evidenciaron oportunidades de mejora en la metodología constructiva empleada en algunos frentes de trabajo para las capas de base estabilizada con cemento.</p>	 <p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja
<p>Observación 3. Se identificó el uso de una capa de "traba" o capa de espesor reducido sobre el riego de liga previo a la colocación de la primera y segunda capa de mezcla asfáltica.</p>	 <p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy alta Alta Media Baja





<p>Observación 4. Se evidenciaron algunas técnicas y detalles constructivos favorables relacionados con la colocación de base estabilizada y mezcla asfáltica que atienden a las buenas prácticas de la ingeniería.</p>		
<p>Hallazgo 2. En términos generales, el proyecto presenta una condición de regularidad superficial en cumplimiento con los valores IRI y MRI especificados. Mas de un 95 % de los valores individuales de IRI posee un valor inferior a 3,0 m/km.</p>		
<p>Observación 5. En términos generales, el proyecto cuenta con una buena capacidad estructural en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos.</p>		
<p>Observación 6. En términos generales, el proyecto cuenta con una buena fricción en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos. Se obtienen tramos terminados con un coeficiente de fricción superior (GripNumber) al mínimo recomendado.</p>		
<p>En el Anexo A1. se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración.</p>		
<p>9. Palabras clave Auditoría Técnica, prácticas constructivas, seguridad vial, Ruta 32, desempeño.</p>	<p>10. Nivel de seguridad: Ninguno</p>	<p>11. Núm. de páginas 127</p>





INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de los trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón

Departamento encargado del proyecto: Unidad Ejecutora Ruta 32, CONAVI

Supervisión del proyecto: CACISA

Laboratorio de verificación de calidad: CACISA

Empresa Contratista: CHEC China Harbour Engineering Company

Laboratorio de control de calidad: OJM Consultores de Calidad y Laboratorios.

Monto original del contrato: US \$ 465.593.387,06

Plazo original de ejecución: 42 meses

Plazo actual del proyecto: 74,5 meses (agosto, 2022)

Fecha de inicio del diseño: 14 de diciembre del 2016

Fecha de inicio de la construcción: 20 de noviembre del 2017

Longitud del proyecto: 107,24 km

Proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)- Limón

Director General LanammeUCR:

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Asesoría Legal LanammeUCR:

Lic. Nidia Segura Jimenez

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Equipo Auditor:

Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA, Auditor Técnico Líder

Ing. Álvaro Cerdas Murillo, Auditor Técnico Adjunto

Ing. Diego Herra Gómez, Auditor Técnico Adjunto

Ing. Victor Cervantes Calvo, Auditor Técnico Adjunto



TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción..... 12

2. Objetivo general de las auditorías técnicas..... 12

3. Objetivos específicos de la auditoría técnica..... 13

4. Alcance del informe 13

5. Antecedentes 14

6. Metodología 18

7. Descripción del proyecto.....20

8. Audencia a la parte auditada para el análisis del informe en su versión preliminar.....21

9. Resultados de la auditoría técnica22

 Sobre la seguridad vial22

 Hallazgo 1. Se identificaron deficiencias técnicas y de ejecución en el control y manejo temporal del tránsito y usuarios vulnerables en las zonas temporales de obra22

 Sobre las prácticas y procesos constructivos39

 Observación 1. Se evidenció el corte de las capas de base estabilizada con cemento que presentaban resistencias superiores al límite establecido, lo cual puede provocar el reflejo de estos cortes a la carpeta asfáltica.....39

 Observación 2. Se evidenciaron oportunidades de mejora en la metodología constructiva empleada en algunos frentes de trabajo para las capas de base estabilizada con cemento.43

 Observación 3. Se identificó el uso de una capa de “traba” o capa de espesor reducido sobre el riego de liga previo a la colocación de la primera y segunda capa de mezcla asfáltica. ...50

 Observación 4. Se evidenciaron algunas técnicas y detalles constructivos favorables relacionados con la colocación de base estabilizada y mezcla asfáltica que atienden a las buenas prácticas de la ingeniería.55

 Sobre el desempeño del pavimento65

 Hallazgo 2. En términos generales, el proyecto presenta una condición de regularidad superficial en cumplimiento con los valores IRI y MRI especificados. Mas de un 95 % de los valores individuales de IRI posee un valor inferior a 3,0 m/km.....65

 Observación 5. En términos generales, el proyecto cuenta con una buena capacidad estructural en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos.....73





Observación 6. En términos generales, el proyecto cuenta con una buena fricción en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos. Se obtienen tramos terminados con un coeficiente de fricción superior (GripNumber) al mínimo recomendado.81

10. Conclusiones 85

Sobre la seguridad vial 85

Sobre las prácticas y procedimientos constructivos 85

Sobre el desempeño del pavimento 86

11. Recomendaciones 87

Para la unidad ejecutora del proyecto 87

Para la dirección ejecutiva del conavi 88

12. Referencias 89

13. Anexos 91

A1. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada 91

A2. Análisis del descargo del informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0509-2022 93

A3. descargo del informe preliminar EIC-Lanamme-INF-0509-2022 106





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA RN No. 32	20
FIGURA 2. SEÑAL PARA REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN ZONAS DEL PROYECTO. FECHA: 02 DE JULIO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020.....	23
FIGURA 3. SEÑALES COMPUESTAS POR LAMINAS ADHESIVAS. FECHA: 28 DE OCTUBRE DEL 2020. FUENTE: LM- IC-D-1063-2020.....	23
FIGURA 4. DEMARCACIÓN HORIZONTAL CONFUSA. FECHA: (A) 28 DE OCTUBRE DEL 2020 EST. 82+080, (B) 24 DE FEBRERO DEL 2022 EST. 64+500.....	24
FIGURA 5. SEÑAL OBSTRUIDA POR VEGETACIÓN. FECHA: 02 DE JULIO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020	25
FIGURA 6. SEÑAL DE BANDERILLERO CON VISIBILIDAD LIMITADA POR VEGETACIÓN. FECHA: 08 DE SETIEMBRE DEL 2021. FUENTE: REPORTE DE GIRA.....	25
FIGURA 7. BARRERA DE SEGURIDAD OCULTOS POR VEGETACIÓN. FECHA: 08 DE SETIEMBRE DEL 2021. FUENTE: REPORTE DE GIRA.....	25
FIGURA 8. SEÑAL DE BANDERILLERO SIN NINGÚN BANDERILLERO CERCA. FECHA: 21 DE MAYO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020.....	26
FIGURA 9. SEÑAL DE BANDERILLERO SIN LA PRESENCIA DE PERSONAL DE LA OBRA. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA, 2022.....	27
FIGURA 10. COMBINACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD. FECHA: 21 DE MAYO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D- 1063-2020	28
FIGURA 11. BARRERAS DE CONCRETO AISLADAS. FECHA: 21 DE MAYO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020	29
FIGURA 12. BARRERAS PLÁSTICAS COLOCADAS DE MANERA DISCONTINUA. FECHA: 21 DE MAYO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020.....	29
FIGURA 13. ELEMENTOS DE CONCRETO COLOCADOS INDIVIDUALMENTE. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA.....	29
FIGURA 14. “BOLARDOS” PARA CANALIZACIÓN DEL TRÁNSITO. FECHA: (A) 08 DE SETIEMBRE DEL 2021. FUENTE: EIC-LANAMME-947-2021 (B) 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA	30
FIGURA 15. “BOLARDOS” EN MAL ESTADO. FECHA: 08 DE SETIEMBRE DEL 2021. FUENTE: REPORTE DE GIRA. 31	
FIGURA 16. PILA DE PUENTE PEATONAL SIN PROTECCIÓN. FECHA: 02 DE JULIO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D- 1063-2020, 2020.....	32
FIGURA 17. AUSENCIA DE BARRERAS TEMPORALES EN LA APROXIMACIÓN DE UN PUENTE. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA	32
FIGURA 18. TERMINACIÓN DE BARRERA DE CONTENCIÓN SIN PROTECCIÓN. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA.....	33
FIGURA 19. PEATONES CIRCULANDO EN LAS ZONAS DE AMPLIACIÓN. FECHA: 21 DE MAYO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020.....	33
FIGURA 20. CICLISTAS EN EL SITIO DE LAS OBRAS. FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2021. FUENTE: EIC- LANAMME-947-2021.....	34
FIGURA 21. ESCOLARES EN EL SITIO DE OBRA. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA	34
FIGURA 22. USUARIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO EN EL BORDE DEL CARRIL. FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2021. FUENTE: EIC-LANAMME-947-2021.....	34
FIGURA 23. ESCOLARES EN EL SITIO DE OBRA. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA	35





FIGURA 24. TRABAJADORES EN EL LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO. FECHA: 21 DE MAYO DEL 2020. FUENTE: LM-IC-D-1063-2020..... 36

FIGURA 25. TRABAJADORES AL COSTADO DE LA VÍA. FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2021. FUENTE: EIC-LANAMME-947-2021..... 36

FIGURA 26. DESVÍO SIN ZONA DE TRANSICIÓN. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022. FUENTE: REPORTE DE GIRA 37

FIGURA 27. BARRERAS CANALIZADORAS FLEXIBLES. FUENTE: PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO, 2018 38

FIGURA 28. MÁRGENES CON DESNIVELES IMPORTANTES SIN SISTEMAS DE CONTENCIÓN. FECHA: (A) 28 DE OCTUBRE DEL 2020, (B) 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2021 38

FIGURA 29. CORTES EN BASE ESTABILIZADA EN EL ESTACIONAMIENTO 75+870. FECHA 8 DE ABRIL DE 2021.. 40

FIGURA 30. ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR EL REFLEJO DE GRIETAS. FUENTE PCA (2003)..... 41

FIGURA 31. RESTRICCIÓN LATERAL DEBIDO A LA COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL ENTRE CAPAS 42

FIGURA 32. MODO DE AGRIETAMIENTO POR ABERTURA. FUENTE: LEIVA, 2016 42

FIGURA 33. CAPA DE MATERIAL ESTABILIZADO DE ESPESOR VARIABLE COLOCADA Y EN CONDICIÓN SUELTA. EST. 81+070 LI. FECHA. 17 DE MARZO DEL 2022 43

FIGURA 34. CAPA DE ESPESOR SUELTO ENTRE SUBBASE – BASE ESTABILIZADA EN EST. 81+070 LI. FECHA. 17 DE MARZO DEL 2022 44

FIGURA 35. CAPA DE ESPESOR SUELTO DE BASE ESTABILIZADA DISTRIBUIDA CON CARGADOR FRONTAL EST. 81+400 LI. FECHA. 18 DE MARZO DEL 2022 45

FIGURA 36. CAPA DE ESPESOR SUELTO DE BASE ESTABILIZADA DISTRIBUIDA CON CARGADOR FRONTAL EST. 81+400 LI. FECHA. 18 DE MARZO DEL 2022 45

FIGURA 37. COLOCACIÓN DE CAPA DE ESPESOR SUELTO EST. 78+680 LI. FECHA. 29 DE MARZO DEL 2022... 46

FIGURA 38. COLOCACIÓN DE CAPA DE ESPESOR SUELTO EST. 73+580 LI. FECHA. 12 DE ABRIL DEL 2022 46

FIGURA 39. (A) CAMIÓN TRANSPORTE No. 78 EN EST. 78+680 LI HORA 9:17 AM (B) BOLETA DE SALIDA DEL CAMIÓN No. 78 INDICANDO DESPACHO DE PLANTA HORA 6:57 AM 47

FIGURA 40. COLOCACIÓN DE “TRABA” EN EL ESTACIONAMIENTO 75+870. FECHA: 8 DE ABRIL DE 2021 50

FIGURA 41. COLOCACIÓN DE “TRABA” EN EL ESTACIONAMIENTO 81+930. FECHA: 30 DE ABRIL DE 2021 51

FIGURA 42. COLOCACIÓN DE “TRABA” EN EL ESTACIONAMIENTO 71+750. FECHA: 20 DE OCTUBRE DEL 2021. 51

FIGURA 43. AGREGADO TRITURADO EN LA “TRABA” DEL ESTACIONAMIENTO 71+750. FECHA: 20 DE OCTUBRE DEL 2021..... 52

FIGURA 44. COLOCACIÓN DE “TRABA” EN TRAMO DEL ESTACIONAMIENTO 103+050 AL 103+810. FECHA: 24 DE FEBRERO DEL 2022 52

FIGURA 45. COLOCACIÓN DE “TRABA” PARA COLOCACIÓN DE SEGUNDA CAPA EN TRAMO 117+570 AL 118+200. FECHA: 09 DE JUNIO DEL 2022 53

FIGURA 46. COLOCACIÓN DE “TRABA” PARA COLOCACIÓN DE SEGUNDA CAPA EN RAMA 2. FECHA: 21 DE JUNIO DEL 2022 53

FIGURA 47. PRODUCCIÓN DE BASE ESTABILIZADA EN PLANTEL BARBILLA – RAMA 2. 57

FIGURA 48. COLOCACIÓN CON LÍNEA GUÍA ESTACIONAMIENTO 116+300. FECHA 3 DE MARZO DE 2020..... 58

FIGURA 49. COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA CON DOS PAVIMENTADORAS EN ESTACIONAMIENTO 110+400 LI. FECHA: 30 DE MARZO DEL 2022 58

FIGURA 50. COLOCACIÓN MANTAS PARA CURADO DE BASE ESTABILIZADA 68+500. FECHA 3 DE MARZO DE 2020 59

FIGURA 51. COLOCACIÓN CON DOS PAVIMENTADORAS ESTACIONAMIENTO 121+300. FECHA 1 DE JUNIO DE 2021 61

FIGURA 52. DELIMITACIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL EN CAPA DE MEZCLA ASFÁLTICA ESTACIONAMIENTO 50+700. FECHA: 27 DE MAYO DEL 2021 61





FIGURA 53. COMPACTACIÓN DE LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON EQUIPO ALTERNATIVO ESTACIONAMIENTO 50+700. FECHA: 27 DE MAYO DEL 2021	62
FIGURA 54. CONTROL DE NIVELES EN JUNTA DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL ESTACIONAMIENTO 50+700. FECHA: 27 DE MAYO DEL 2021	63
FIGURA 55. TREN DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CONTINUO EN ESTACIONAMIENTO 111+200. FECHA 03 DE JUNIO DEL 2021	63
FIGURA 56. DEMARCACIÓN DE ZONAS DE LA MAC EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA ESTACIONAMIENTO 97+400. FECHA: 29 DE MARZO DEL 2022	64
FIGURA 57. LIMPIEZA CON COMPRESOR DE AIRE. FECHA 16 DE SETIEMBRE DE 2021.....	65
FIGURA 58. REGULARIDAD SUPERFICIAL EN TRAMOS DE 100 M EN EL CARRIL EXTERNO DEL SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN	68
FIGURA 59. REGULARIDAD A LO LARGO DE LOS ESTACIONAMIENTOS SEGÚN EL CRITERIO DE MEDIA MÓVIL EN EL CARRIL EXTERNO DEL SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN	68
FIGURA 60. REGULARIDAD SUPERFICIAL EN TRAMOS DE 100 M EN EL CARRIL INTERNO DEL SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN	69
FIGURA 61. REGULARIDAD EN LOS TRAMOS EVALUADOS SEGÚN EL CRITERIO DE MEDIA MÓVIL EN EL CARRIL EXTERNO DEL SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN.....	70
FIGURA 62. REGULARIDAD SUPERFICIAL EN TRAMOS DE 100 M EN EL CARRIL INTERNO DEL SENTIDO LIMÓN-SAN JOSÉ.....	71
FIGURA 63. REGULARIDAD EN LOS TRAMOS EVALUADOS SEGÚN EL CRITERIO DE MEDIA MÓVIL EN EL CARRIL EXTERNO DEL SENTIDO LIMÓN-SAN JOSÉ.....	71
FIGURA 64. UBICACIÓN DE TRAMOS POR CONDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (A) SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL EXTERNO, (B) SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL INTERNO, (C) SENTIDO LIMÓN-SAN JOSÉ CARRIL INTERNO.....	72
FIGURA 65. RESULTADOS DE DEFLEXIÓN MÁXIMA (D0) EN EL SENTIDO (A) SAN JOSÉ-LIMÓN (B) LIMÓN-SAN JOSÉ	75
FIGURA 66. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE TRAMOS POR CONDICIÓN ESTRUCTURAL SEGÚN DEFLEXIÓN MÁXIMA (D0).....	76
FIGURA 67. UBICACIÓN DE TRAMOS POR CONDICIÓN ESTRUCTURAL SEGÚN D0 (A) SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL EXTERNO (B) SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL INTERNO (C) SENTIDO LIMÓN-SAN JOSÉ CARRIL INTERNO.....	76
FIGURA 68. RESULTADOS DE INDICADOR CAPA BASE (BLI) EN EL SENTIDO (A) SAN JOSÉ-LIMÓN (B) LIMÓN-SAN JOSÉ.....	77
FIGURA 69. RESULTADOS DE INDICADOR CAPA INTERMEDIA (MLI) EN EL SENTIDO (A) SAN JOSÉ-LIMÓN (B) LIMÓN-SAN JOSÉ.....	79
FIGURA 70. RESULTADOS DE INDICADOR CAPA INFERIOR (LLI) EN EL SENTIDO (A) SAN JOSÉ – LIMÓN (B) LIMÓN – SAN JOSÉ	80
FIGURA 71. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA CONDICIÓN DE FRICCIÓN SUPERFICIAL.....	82
FIGURA 72. RESULTADOS DE GRIPNUMBER EN EL SENTIDO (A) SAN JOSÉ-LIMÓN (B) LIMÓN-SAN JOSÉ	83
FIGURA 73. UBICACIÓN DE TRAMOS POR CONDICIÓN DE FRICCIÓN EN EL SENTIDO (A) SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL EXTERNO, (B) SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL INTERNO, (C) LIMÓN-SAN JOSÉ CARRIL INTERNO	84



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA*	15
TABLA 2. REQUERIMIENTOS IRI DEL PROYECTO. FUENTE: UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179).....	66
TABLA 3. RESUMEN MEDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL TRAMOS SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL EXTERNO.....	67
TABLA 4. RESUMEN MEDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL TRAMOS SENTIDO SAN JOSÉ-LIMÓN CARRIL INTERNO.....	69
TABLA 5. RESUMEN MEDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL TRAMOS SENTIDO LIMÓN-SAN JOSÉ CARRIL EXTERNO.....	70
TABLA 6. RANGOS DE CLASIFICACIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI) SEGÚN INFORMES DE EVALUACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL.....	72
TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL PARA PAVIMENTOS CON BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO. FUENTE: HORAK, 2008 (MODIFICADO POR EL AUTOR).....	74
TABLA 8. CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DE LA FRICCIÓN SUPERFICIAL SEGÚN GRIPNUMBER	82



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de los trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón

1. INTRODUCCIÓN

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, en cumplimiento del Plan Anual de Auditorías de la Unidad de Auditoría Técnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

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.” (El subrayado no es del texto original)

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.

Para este informe en particular se busca de forma general evaluar los procesos constructivos de la estructura de pavimento, puentes, obras de protección geotécnica, obras de drenaje y otras estructuras consideradas dentro del proyecto comprendido en el contrato de **“Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón”** con el fin de fiscalizar la eficiencia en la gestión y ejecución del proyecto así como el control de los riesgos potenciales a la seguridad vial en los frentes de trabajo, desempeño y durabilidad requerida por las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas para el proyecto así como con las mejores prácticas de la ingeniería de carreteras.



3. OBJETIVOS ESPECIFICOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

- Verificar si las prácticas constructivas se ajustan y cumplen tanto con la normativa vigente como con las mejores prácticas de la ingeniería mediante diferentes visitas al proyecto en el periodo de ejecución de esta Auditoría.
- Informar oportunamente a la Administración sobre prácticas constructivas que no se ajusten a la normativa vigente y las buenas prácticas de la ingeniería.
- Realizar una comparación entre lo observado en los planos y documentación técnica aprobada con las prácticas y procedimientos constructivos del proyecto.
- Evaluar el manejo temporal del tránsito y las medidas ejecutadas para garantizar la seguridad vial de los usuarios vulnerables y del personal del Contratista.
- Evaluar la gestión de la Administración en el proceso de ejecución del proyecto según las disposiciones cartelarias y las buenas prácticas de ingeniería.
- Analizar los parámetros de desempeño de la estructura de pavimentos construida: regularidad superficial (IRI), capacidad estructural (FWD) y fricción del pavimento construido (GRIP).

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del estudio que desarrolla esta Auditoría Técnica consistió en recopilar todos los hallazgos y observaciones que se evidenciaron durante el periodo de ejecución de la Auditoría relacionadas con las prácticas y procedimientos constructivos, así como con el desempeño de la estructura de pavimento, puentes, obras de protección geotécnica, obras de drenaje y otras estructuras consideradas dentro del proyecto.

La evaluación de los procesos constructivos se realizó mediante visitas técnicas puntuales y aleatorias y se valoró de conformidad con la normativa vigente en el contrato del proyecto y sus órdenes de modificación, así como con las mejores prácticas de la ingeniería. El periodo de análisis de este informe de Auditoría contempla los meses comprendidos entre setiembre del 2020 y agosto del 2022 durante la etapa constructiva del proyecto.

Respecto a las prácticas constructivas, los hallazgos y observaciones consideraron todas las evidencias recopiladas por el Equipo Auditor mediante las diferentes visitas de campo, así como la revisión de los planos y documentos del diseño de las distintas obras que componen el proyecto.

Finalmente se destaca que, la Auditoría Técnica que realiza el LanammeUCR, no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual, le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración.



5. ANTECEDENTES

El proyecto auditado corresponde a la “**Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón**”, la cual se encuentra a cargo de la Unidad Ejecutora Ruta Nacional No. 32 (UE32) del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Este proyecto forma parte de la *Ley No. 9293: Aprobación del financiamiento al proyecto rehabilitación y extensión de la Ruta Nacional No. 32 sección cruce Ruta 4-Limón*, en la cual se facultó oficialmente al CONAVI a formalizar el contrato comercial con la empresa China Harbour Engineering Company Ltd. (CHEC) como la empresa que había sido designada para la elaboración de diseños y la construcción de las obras. Se debe destacar que, el 18 de febrero del 2013 el CONAVI y la empresa CHEC firmaron el Memorandum de acuerdo, que luego se oficializaría mediante la firma del Contrato entre ambas partes el 03 de junio del 2013.

Para este proyecto en específico, el Contratista a cargo de las labores de diseño y de construcción de las obras en su totalidad corresponde a la empresa China Harbour Engineering Company Ltd. (CHEC), sin embargo, el proyecto fue dividido en tres sectores principales denominados Rama 1, Rama 2 y Rama 3, este último fue posteriormente subcontratado a dos empresas distintas por parte del Contratista CHEC. Por su parte, las empresas CACISA y Camacho y Mora Ingenieros Consultores conforman el consorcio supervisor del proyecto en apoyo a la Unidad Ejecutora.

Además, como parte del proceso de Auditoría Técnica, el Equipo Auditor emitió el informe:

- LM-INF-IC-D-0014-20: “Análisis de los estudios previos y la calidad de los materiales del Proyecto Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No4 (Cruce de Sarapiquí)- Limón” (ver informe en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2201/Informe%20Final%20LM-INF-IC-D-0014-20%20Ruta%2032%20-3.pdf?sequence=2&isAllowed=y>)

Se debe destacar que el alcance de ese informe abarca el periodo comprendido entre junio 2018 y setiembre 2020, este se enfocó en la evaluación de los estudios preliminares, el análisis de calidad de distintos materiales utilizados a la fecha y la evaluación de algunos procesos de ensayo.

Adicionalmente, como parte de la Auditoría Técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto y en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración, durante el desarrollo de este proceso se emitieron varios oficios o notas informe, en los cuales se trataron temas relacionados con el contenido de este informe y otros informes y cuyo fin era evidenciar situaciones relevantes identificadas por el Equipo Auditor durante la etapa de ejecución de la Auditoría e informarlos oportunamente a la UE32 previo a la emisión de este informe. En Tabla 1, se muestran los oficios y las notas informe que han sido enviados durante la ejecución de la auditoría y que tienen relación con los temas tratados en este y otros informes de Auditoría al proyecto.



Tabla 1. Resumen de oficios enviados a la Administración durante el proceso de auditoría*

Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-IC-D-0921-20	23/11/2020	Resultado de ensayos a varillas de acero	UE-DRA-RN32-009-2020-2259 (179)
LM-IC-D-1077-2020	04/12/2020	Remisión de informe preliminar LM-INF-IC-D-0014B-2020	UE-DRA-RN32-009-2021-064 (179)
LM-IC-D-1078-2020	07/12/2020	Resultado de ensayos de base estabilizada y mezcla asfáltica	UE-DRA-RN32-009-2021-069 (171)
LM-IC-D-1093-2020	10/12/2020	Colocación de mezcla asfáltica en Rama 1	UE-DRA-RN32-009-2021-065 (171)
LM-IC-D-0016-21	07/01/2021	Observaciones de gira del 17 de diciembre	UE-DRA-RB32-009-2021-141 (171)
LM-IC-D-0031-21	07/01/2021	Respuesta a Oficio DMAT 239-2020	No requiere respuesta
LM-IC-D-0072-2021	28/01/2021	Reubicación de poliducto de RECOPE	UE-DRA-RN32-009-2021-0240 (179)
LM-IC-D-0089-2021	28/01/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada y mezcla asfáltica	UE-DRA-RN32-009-2021-0280(171)
LM-EIC-D-0227-2021	16/03/2021	Denuncia sobre el poliducto de RECOPE en la ampliación de la Ruta 32	No requiere respuesta
LM-IC-D-0158-2021	22/02/2021	Envío de informe final "Análisis de los estudios previos y la calidad de los materiales del Proyecto Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No 4 (Cruce de Sarapiquí) - Limón"	UE-DRA-RN32-009-2021-0678 (179)
LM-IC-D-0154-2021	01/03/2021	Resultado de ensayos de mezcla asfáltica y solicitud de información	Respuesta por correo electrónico
LM-IC-D-0181-21	05/03/2021	Respuestas a consultas planteadas por la Comisión de la Provincia de Limón	No requiere respuesta
LM-IC-D-0090-21	25/03/2021	Resultado de ensayo de regularidad en la primera capa de Mezcla asfáltica	UE-DRA-RN32-009-2021-0680 (171)
LM-EIC-D-0272-2021	26/03/2021	Resultados de ensayos de base estabilizada y colocación de base estabilizada en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32	UE-DRA-RN32-009-2021-0677 (179)
LM-EIC-D-0287-2021	05/04/2021	Resultados de ensayos al asfalto en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-001-2021-0754 (179)



Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-EIC-D-0323-2021	14/04/2021	Resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico modificado en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0764 (179)
LM-EIC-D-0317-2021	14/04/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada, Informe I-0428-2021	UE-DRA-RN32-009-2021-0790(179)
LM-EIC-D-0318-2021	15/04/2021	Resultados de ensayos de base estabilizada y prácticas constructivas en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0790
LM-EIC-D-0366-2021	29/04/2021	Resultados de muestreo mezcla asfáltica y ligante asfáltico modificado proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0894 (179)
LM-EIC-D-383-2021	02/06/2021	Resultados de ensayo y solicitud de información	CSRN32-0731-2021
LM-EIC-D-0501-2021	16/06/2021	Medidas de protección contra la socavación en puente sobre río Dos Novillos, uso de traba y resultados de asfalto	UE-DRA-RN32-009-2022-092 (179)
LM-EIC-D-0578-2021	05/07/2021	Resultados de ensayos de mezcla asfáltica y núcleos proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32"	UE-DRA-RN32-002-2021-1629
LM-EIC-D-0589-2021	14/07/2021	Respuesta consulta sobre singularidades en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	No requiere respuesta
LM-EIC-D-0643-2021	04/08/2021	Recomendaciones y observaciones sobre: compactación de mezcla asfáltica bajo lluvia, capacidad hidráulica del drenaje longitudinal, erosión de estructura de pavimento existente y la ampliación, manejo temporal de aguas pluviales, perfilado de carpetas asfáltica en est 121+800 y solicitud de información	UE-DRA-RN32-009-2022-016 (179)
LM-EIC-D-0709-2021	27/08/2021	Intervención de la socavación en puente sobre río Dos Novillos y colocación de base estabilizada	UE-DRA-RN32-009-2022-094 (179)
EIC-Lanamme-831-2021	04/10/2021	Agrietamiento losa del puente sobre el río Reventazón y ausencia de compactación de mezcla asfáltica mediante llanta de hule	UE-DRA-RN32-009-2021-1950 (179)



Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
EIC-Lanamme-997-2021	17/11/2021	Respuesta sobre la no aplicación de ensayos de Fatiga en el proyecto	UE-DRA-RN32-009-2022-018-(171) / UE-DRA-RN32-002-2022-0312
EIC-Lanamme-131-2022	08/03/2022	Resultados de la evaluación de desempeño de las estructuras de pavimento terminados (a nivel de segunda capa) al día 18 de octubre del 2021 en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179)
EIC-Lanamme-178-2022	01/04/2022	Solicitud de información y observaciones sobre trabajos de colocación de base estabilizada/mezcla asfáltica los días 24 – 25 de febrero y 17 – 18 de marzo del 2022	UE-DRA-RN32-009-2022-0817 (179)
EIC-Lanamme-88-2022	04/04/2022	Respuesta a oficio UE-DRA-RN32-009-2022-018 (171)	UE-DRA-RN32-002-2022-0312
EIC-Lanamme-349-2022	03/05/2022	Observaciones sobre trabajos de colocación de base estabilizada/mezcla asfáltica y respuesta a oficio UE-DRARN32-009-2022-0547 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-0859 (179)
EIC-Lanamme-386-2022	11/05/2022	Respuesta a oficio UE-DRA RN32-002-2022-0312	UE-DRA-RN32-009-2022-0877 (179) / UE-DRA-RN32-002-2022-1345
EIC-Lanamme-411-2022	30/05/2022	Remisión de informes de resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico del proyecto "Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional N° 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí) - Limón" y respuesta a UE-DRA-RN32-009-2022-0817 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-0992 (179)
EIC-Lanamme-512-2022	17/06/2022	Remisión de informes de resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico del proyecto "Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional N° 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí) - Limón" y observaciones de gira del 08 y 09 de junio del 2022	UE-DRA-RN32-009-2022-1099 (179)



Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
EIC-Lanamme-577-2022	11/07/2022	Remisión de informes de resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico del proyecto "Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional N° 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí) - Limón" y atención a oficio UE-DRA-RN32-009-2022-0992 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-1234 (179)
EIC-Lanamme-613-2022	19/07/2022	Observaciones de Gira 12 y 13 de julio 2022 y remisión de informes de laboratorio	UE-DRA-RN32-009-2022-1370 (179)
EIC-Lanamme-634-2022	03/08/2022	Pérdida de material granular en diferentes elementos constructivos del proyecto	UE-DRA-RN32-009-2022-1441 (179)
EIC-Lanamme-639-2022	08/08/2022	Atención a oficio UE-DRA-RN32-009-2022-1234 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-1434 (179)
EIC-Lanamme-731-2022	24/08/2022	Respuesta a oficio UE-DRA-RN32-002-2022-1345 y solicitud de informes de ensayos a las almohadillas de neopreno	UE-DRA-RN32-009-2022-1611 (179)

*Este resumen incluye oficios de distintos temas que son considerados para otros informes de auditoría

6. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad y durabilidad del proyecto. Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, los cuales se detallan más adelante

El inicio de la ejecución de la auditoría se comunicó a la Unidad Ejecutora por medio del oficio LM-AT-137-17 del 8 de noviembre del 2017, donde se convocó a las partes involucradas a una reunión el 21 de noviembre del 2017, en la cual se expuso el alcance, los criterios de evaluación del estudio y se solicitó acceso a la información del proyecto durante la fase constructiva.

Las actividades que fueron desarrolladas por el Equipo Auditor consistieron en visitar los diversos frentes de trabajo, hacer una revisión de los documentos contractuales y de diseño del proyecto, programar muestreos a los materiales y analizar los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto para la verificación de la calidad de los materiales y de las prácticas constructivas.

En relación con los criterios utilizados en la ejecución del estudio, estos corresponden con la normativa técnica especificada en el siguiente listado de documentos, el cual se encuentra establecida de la misma forma en el Contrato.



- Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-2010).
- El código de construcción.¹
- La norma “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications”, de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), edición 2010 o última versión.
- El documento titulado: “Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial”, contiene las disposiciones generales emitidas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
- Estudio de Impacto Ambiental
- Manual de construcción para caminos, carreteras y puentes (MC-2012).¹
- Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes.
- El Código de Cimentaciones de Costa Rica, edición 2009.
- Las Normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras y demás disposiciones contractuales
- Manual de diseño estándar para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (DE-2010) o última versión.¹
- Reglamento de disposiciones de seguridad para protección de obras, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 103 del 30 de mayo de 1997, Decreto No. 26041-MOPT.
- Manual técnico de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.
- Dispositivos obligatorios de visualización de MOPT.
- Manual Centroamericano de Gestión del Riesgo en Puentes, Edición 2010.
- Manual Centroamericano de Normas para Diseño Geométrico de carreteras (SIECA, 3a edición-2011).
- Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA,2000).
- Pesos y Dimensiones, Decreto N° 33773-MOPT, publicado en La Gaceta N° 99 de fecha 24 de mayo de 2007 y sus modificaciones.
- Componentes de seguridad vial, implementación regulada mediante Decreto Ejecutivo No. 33148 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 100 del 25 de mayo del 2006.
- Normas y diseños para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.

Finalmente, se destaca que, cuando el Equipo Auditor identificó una evidencia que se consideraba necesario alertar oportunamente a la Administración previo a la emisión de este informe final, se emitieron notas informes donde se indicaron las situaciones observadas. En cada nota informe emitida se brindó un periodo hábil para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de la nota. Una vez analizadas las respuestas de la Administración, se procedió a la confección de este informe.

¹ Esta normativa se indica tal cual, en el documento del Contrato, no obstante, corresponden a documentos no oficializados, por lo que no fueron contemplados por el Equipo Auditor.



Aunado a lo anterior, se destaca que en el periodo comprendido por el presente proceso de Auditoría, se han realizado más de 64 visitas técnicas al proyecto, se han emitido 44 oficios o notas informes y se han realizado más de 138 muestreos de diferentes materiales tales como acero, base estabilizada, concreto, ligante asfáltico, materiales granulares, agregados para concreto y mezcla asfáltica. Finalmente se debe mencionar que, los resultados de dichos muestreos se analizan en otro informe de auditoría técnica que se enfoca en el tema de calidad de los materiales utilizados en el proyecto.

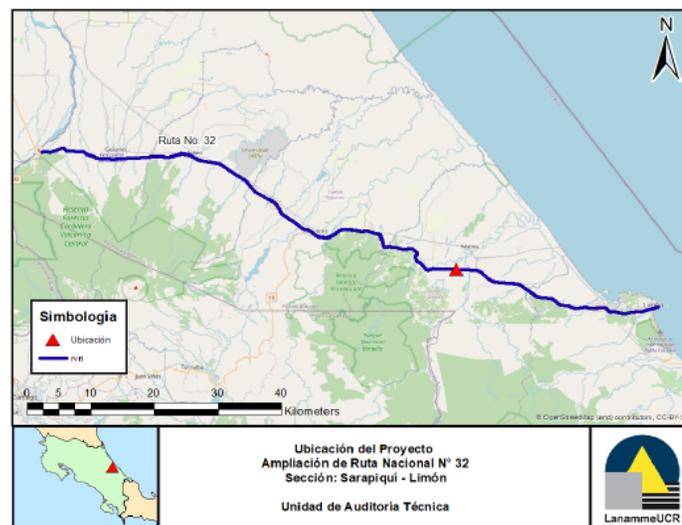
7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es realizar la ampliación de la calzada existente y la rehabilitación del pavimento existente en la Ruta Nacional N°32, en la sección comprendida entre: Intersección Ruta Nacional N°4 (Cruce de Sarapiquí) - Limón (Figura 1). El proyecto tiene una longitud de 107,24 km e incluye las siguientes actividades:

- 107,24 kilómetros de ampliación a cuatro carriles sobre la base de siete secciones transversales típicas, incluyendo ciclovías y aceras
- 5 intersecciones de dos niveles
- 36 puentes nuevos y los existentes a ser rehabilitados
- 23 puentes peatonales
- 176 bahías para autobuses
- 18 accesos a calles existentes
- 26 kilómetros de marginales de 4 metros de ancho

Las obras fueron desarrolladas a partir de las actividades y procesos constructivos que fueron auditados tales como: movimiento de tierras, muros de concreto, elementos estructurales, obras de protección geotécnicas, topografía, obras de drenaje, pavimentos, señalización vial e iluminación.

Figura 1. Localización del proyecto de ampliación de la RN No. 32





8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR

A partir de los procedimientos y el marco metodológico con los que se realiza la auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022 fue remitido a la UE32 el día 26 de octubre del 2022 mediante el oficio EIC-Lanamme-822-2022, esto con el fin de que fuese analizado y donde se propuso que la presentación oral del informe preliminar se realizaría el día 3 de octubre, sin embargo, por disponibilidad del personal de la UE32, se determinó que la presentación sería llevada a cabo el día 6 de octubre del 2022 de forma virtual por medio de la plataforma Zoom.

La presentación del informe fue dirigida a la parte auditada con el fin de dar a conocer con mayor detalle el contenido de dicho informe y aclarar los puntos en los que fuese necesario ampliar en detalle. En la presentación participaron los ingenieros Kenneth Solano Carmona y Ronny Sánchez Chaves por parte de la Unidad Ejecutora de la Ruta 32 y el ingeniero Salvador Velazquez por parte del Consorcio Supervisor de la Ruta 32. Por otro lado, por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR estuvieron presentes los ingenieros Francisco Fonseca, Diego Herra, Víctor Cervantes y Álvaro Cerdas, así como la ingeniera Wendy Sequeira Rojas, MSc. como la coordinadora de la Unidad de Auditoría. Adicionalmente, se tuvo la presencia del ingeniero Javier Zamora Rojas como parte de los expertos técnicos de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes del LanammeUCR.

Se recibió el 20 de octubre del 2022 el documento UE-DRA-RN32-009-2022-1813 (179) en el cual se solicitaba una ampliación en el plazo de respuesta, posteriormente, se recibió el oficio UE-DRA-RN32-009-2022-1857 (179) el día 25 de octubre del 2022, en el cual la UE32 adjunta el oficio CSRN32-1304-2022 en el que se realiza el análisis de las observaciones y hallazgos presentados en el informe. Además, se destaca que, ambos oficios fueron analizados por el Equipo Auditor y considerados para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración.

Estos oficios fueron analizados y considerados por el Equipo Auditor para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración. Es importante mencionar que como está establecido, no fueron de recibo ni atendidas las observaciones de carácter subjetivo emitidas en dichos oficios.



9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Los hallazgos y observaciones declarados por el Equipo Auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las muestras extraídas y la recolección y análisis de 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 son necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las mejores prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, se destaca que una observación tiene la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas por parte de la Administración, planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimiento en proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.

SOBRE LA SEGURIDAD VIAL

HALLAZGO 1. SE IDENTIFICARON DEFICIENCIAS TÉCNICAS Y DE EJECUCIÓN EN EL CONTROL Y MANEJO TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y USUARIOS VULNERABLES EN LAS ZONAS TEMPORALES DE OBRA

El desarrollo de este hallazgo está basado en las observaciones realizadas en las diferentes visitas técnicas que se realizaron en el proyecto para evaluar aspectos vinculados con la seguridad vial, como parte de las labores de fiscalización y en acompañamiento del personal de la Unidad de Seguridad Vial y Transportes del LanammeUCR. Esto teniendo en consideración el factor de seguridad vial como un aspecto importante que se debe incorporar en las distintas etapas de desarrollo de un proyecto integral para los distintos usuarios. En vista de ello, se exponen a continuación algunos aspectos relacionados con el manejo temporal del tránsito y las zonas de paso de usuarios vulnerables que se han evidenciado en los sitios de obra durante la construcción del proyecto.

Sobre la señalización vertical y demarcación temporal

Durante algunas de las visitas realizadas al proyecto en el año 2020, se identificó en diferentes ocasiones el uso de señalización vertical temporal que no se encuentra conforme a lo establecido por el Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA), ni el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en la Vía. Algunas de las señales observadas, para la regulación de la velocidad



en las zonas de trabajo, no corresponden a elementos regulados por las normativas ya que se componen de una combinación de otras señales, tal y como se muestra en la Figura 2. En esta figura se compara con una señal del manual, y se puede determinar que la señal usada es una combinación de la señal de velocidad máxima y la de zona de trabajo, creando una señal que no está tipificada en la normativa.

Figura 2. Señal para regulación de velocidad en zonas del proyecto. Fecha: 02 de julio del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Nota: Tomado de Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en la Vía, 2015.

Asimismo, se han observado señales verticales conformadas por láminas adhesivas y cintas retro reflectivas para representar alguna prevención o información al conductor (Figura 3), que tampoco cumplen con lo establecido en la normativa, lo cual puede brindar un mensaje incorrecto a los conductores sobre las condiciones de la vía.

Figura 3. Señales compuestas por laminas adhesivas. Fecha: 28 de octubre del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



(a)



(b)

Por su parte, existen zonas con demarcación horizontal confusa para los usuarios, pues no se establece claramente cómo se debe realizar la circulación de la vía en términos de indicar las zonas por las que no se puede transitar, el sentido y la prioridad de circulación. Esto se detectó





inicialmente durante las visitas realizadas en el año 2020 (Figura 4 (a)), sin embargo, se destaca que dicha situación se ha mantenido en el tiempo, ya que durante las giras realizadas en febrero de 2022 también se identificaron algunas zonas con demarcación horizontal confusa (Figura 4 (b)):

Figura 4. Demarcación horizontal confusa. Fecha: (a) 28 de octubre del 2020 Est. 82+080, (b) 24 de febrero del 2022 Est. 64+500



(a)



(b)

Cabe destacar que el uso de señalización no uniforme o demarcación confusa produce un aumento en el tiempo requerido para que los conductores detecten e interpreten el mensaje que se desea transmitir en la señal o la demarcación, lo cual tiene un impacto negativo en la seguridad vial.

Respecto a esto, en el Plan de Manejo de Tránsito (PMT) del proyecto, se indica que:

“Los usuarios de la vía deben ser guiados de manera clara utilizando dispositivos de seguridad, durante la aproximación, tránsito y salida del área de construcción en cuestión, mediante el uso de demarcación horizontal, señales verticales, elementos de canalización, tanto en condiciones variables de luz y clima, de acuerdo con la regulación vigente.” Fuente: Plan de Manejo de Tránsito, 2018

Además, el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la ejecución de trabajos en vías establece que:

“En las áreas de control temporal de tránsito se deberá mantener una adecuada demarcación del pavimento”

Por otro lado, se identificaron algunas señales cuya visibilidad se encuentra obstruida por la vegetación, tal y como se muestra en la Figura 5 y Figura 6. Esta situación se ha observado en diferentes puntos del proyecto no solo para la señalización, sino que, además, existen dispositivos de control de obra como barreras de concreto que han sido invisibilizados por el crecimiento de la vegetación (Figura 7). Esto refleja deficiencias en el mantenimiento para el control de vegetación, lo cual a su vez puede estar relacionado con una falta de inspección rutinaria sobre el estado de estos elementos.



Figura 5. Señal obstruida por vegetación. Fecha: 02 de julio del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Figura 6. Señal de banderillero con visibilidad limitada por vegetación. Fecha: 08 de setiembre del 2021. Fuente: Reporte de gira



Figura 7. Barrera de seguridad ocultos por vegetación. Fecha: 08 de setiembre del 2021. Fuente: Reporte de gira





Asimismo, se debe tener en consideración que el Plan de Manejo de Tránsito (PMT) establece la necesidad de:

“monitorear continuamente las vías dentro del área de influencia del proyecto, de manera tal que se garantice la seguridad de la misma de forma continua” Fuente: Plan de Manejo de Tránsito, 2018

Sobre este tema, es necesario indicar que la señalización vertical no visible pierde su efectividad precisamente porque no puede advertir correctamente a los conductores sobre las situaciones que se presentan en los sitios de obra, esto pone en peligro tanto al personal del proyecto como a los usuarios de la vía.

Igualmente, en las distintas visitas, se observó el uso de señales que previenen o advierten sobre alguna situación en la vía que no está presente o que no corresponde a lo observado en la obra. Se toma como ejemplo la Figura 8, en la cual se muestra una señal de advertencia sobre un banderillero en la vía, sin embargo, al realizar el recorrido no fue posible evidenciar la presencia de este en las zonas cercanas a la señal:

Figura 8. Señal de banderillero sin ningún banderillero cerca. Fecha: 21 de mayo del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Esta condición se ha observado que sucede constantemente en los diferentes sitios de obra durante el periodo de desarrollo del proyecto, inclusive en la visita realizada los días 24 y 25 de febrero del 2022, se identificó nuevamente una señal que advierte la misma situación, tal y como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Señal de banderillero sin la presencia de personal de la obra. Fecha: 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira, 2022



En relación con esto, el Manual de SIECA (2014) establece que aquellos dispositivos de control del tránsito que no se utilicen deben removerse de la vía, esto debido a que puede afectar la efectividad del señalamiento durante la construcción, ya que los usuarios de la vía pueden habituarse a esta práctica y comenzar a suponer que lo advertido en las señales no representa la situación real que está sucediendo en las obras, por lo que dejarían de acatar las indicaciones de seguridad vial, lo cual evidentemente aumenta el riesgo al que se expone el personal del proyecto y los usuarios de la vía, precisamente por la ineficiencia del señalamiento.

Finalmente, se debe destacar que, en el documento de descargo CSRN32-1304-2022 remitido por la UE32, se hace referencia a que en materia de señalización se ha velado por el uso correcto de las señales de control temporal en cumplimiento con la normativa vigente, debido a que se ha procurado la eliminación de aquellas señales elaboradas artesanalmente con las láminas reflectivas, además, se indica que se ha implementado una cuadrilla de mantenimiento de los desvíos y al corte y limpieza de zonas con vegetación. No obstante, tal y como se evidencia en las figuras anteriores, las deficiencias en señalización han persistido durante un lapso considerable de la ejecución del proyecto, razón por la cual, se mantiene este aspecto del hallazgo.



Sobre dispositivos de seguridad y elementos de contención

En relación con este particular, durante las diferentes visitas realizadas en el periodo de la Auditoría se evidenciaron en distintas zonas la combinación de varios tipos de dispositivos de seguridad, destaca el uso de barreras plásticas y barreras de concreto combinadas como elementos laterales para el control de obra, tal y como se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Combinación de dispositivos de seguridad. Fecha: 21 de mayo del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Se considera que, el uso de estos dispositivos debe ser conforme a lo establecido en el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en la Vía, así como a lo establecido por el PMT. Sin embargo, durante la revisión de estos documentos, no fue posible identificar el criterio técnico ni las recomendaciones que sustenten el uso de estas combinaciones.

Además, en la Figura 11, se evidencia el uso de elementos individuales de concreto, lo cual no corresponde a ningún criterio de diseño de sistemas de contención temporal. Esto es de importancia debido a que expone a los usuarios de la vía a un mayor riesgo, en caso de un choque contra estos elementos. Del mismo modo, se han encontrado elementos de plástico colocados individualmente como elementos de contención lateral y de manera discontinua (Figura 12), a diferencia del caso anterior, el uso de estas barreras plásticas normalmente es para dirigir el tráfico, pues en caso de ser impactadas no brindan protección al conductor para evitar su salida de la vía. Cabe destacar que esta condición ha sido una práctica constante durante el lapso constructivo del proyecto, tal y como se aprecia en la Figura 13 en la visita del 24 de febrero del 2022.



Figura 11. Barreras de concreto aisladas. Fecha: 21 de mayo del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Figura 12. Barreras plásticas colocadas de manera discontinua. Fecha: 21 de mayo del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Figura 13. Elementos de concreto colocados individualmente. Fecha: 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira



Además, se identificó el uso de otro tipo de dispositivos para el control temporal del tránsito denominados “bolardos”, los cuales consisten en un tubo de plástico de color blanco sobre una base de concreto y en el tope del tubo se coloca una lámina adhesiva reflectiva; sin embargo, estos elementos no se encuentran normados por el Manual de SIECA (2014), ni se toman en consideración en el PMT del proyecto. Este criterio fue remitido mediante la nota **EIC-Lanamme-947-2021** con fecha del 01 de diciembre del 2021, ante lo cual, la Administración



por medio del oficio **UE-DRA-RN32-009-2022-0398 (179)** del 7 de marzo del 2022, el cual hace referencia al oficio **CSRN32-0198-2022** de la Supervisión indicó que estos elementos eran de uso normado y especial en este proyecto para canalización del tránsito.

Figura 14. “Bolardos” para canalización del tránsito. Fecha: (a) 08 de setiembre del 2021. Fuente: EIC-Lanamme-947-2021 (b) 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira



(a)



(b)

Sin embargo, en la documentación recibida, no se incluye la justificación técnica para el uso de estos elementos, no se establece claramente bajo qué condiciones se recomienda su uso, ni se incluye la separación máxima para la colocación de los mismos. Además, no se cuenta con las dimensiones especificadas con las cuales son fabricados.

Por otra parte, en la nota enviada por el Consorcio Supervisor, se establece que estos dispositivos son muy susceptibles a destruirse con facilidad, ya que suelen ser arrastrados por el paso de vehículos pesados y que deben ser sustituidos, sin embargo, no se indica claramente cual es protocolo o tratamiento que se realiza cuando son destruidos ni se define el plazo de su reposición. Con relación a estos bolardos, en las visitas realizadas se ha observado que estos han sido golpeados, por lo cual pierden su utilidad, tal y como se muestra en la Figura 15.



Figura 15. “Bolardos” en mal estado. Fecha: 08 de setiembre del 2021. Fuente: Reporte de gira.



En relación con este tema, se establece en el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en las Vías, en la sección 2.3 Área de actividad, lo siguiente:

“Barreras de contención vehicular

Se utilizan en las zonas de trabajo con el propósito de contener a un vehículo que pierda el control se salga de su vía de circulación...

...Las barreras de contención siempre deben utilizarse como un sistema, y, por lo tanto, su instalación en las zonas de trabajo debe hacerse según las recomendaciones del fabricante y de acuerdo con un diseño de instalación. No deben utilizarse elementos aislados de una barrera de contención, ni instalar sistemas de forma inapropiada, ya que se puede generar una falsa sensación de seguridad tanto en los conductores como en los trabajadores o terceros. Las barreras de contención más utilizadas en los sitios de obra son las barreras de concreto temporales o portátiles. También existen barreras de contención temporales fabricadas de otros materiales como plástico y acero; que pueden ser utilizadas y resultar efectivas en las zonas de trabajo.

El diseño de una barrera de contención para una zona de trabajo debe tomar en consideración el tipo de trabajo que se realiza, el nivel de riesgo presente en la zona de intervención que depende del volumen de tráfico, la velocidad de operación y el tipo de obstáculos o peligros presentes en las vías de paso; el espacio eventualmente necesario para la deformación de la barrera en caso de impacto, y la duración de los trabajos.”

Por lo cual, se reitera que, el uso de los dispositivos de control debe realizarse en función de un diseño que considere las condiciones propias de cada zona, los diferentes sistemas disponibles, la seguridad del usuario y la normativa relacionada.



Sobre la señalización y dispositivos de seguridad en puentes y estructuras en construcción

También, durante las visitas realizadas en el año 2020, se identificaron algunos puntos críticos en las obras, como en las zonas de construcción y rehabilitación de puentes, que no cuentan con la configuración de dispositivos de seguridad, ni señalamiento correcto para alertar a los usuarios de la vía y proteger adecuadamente a los conductores durante el desarrollo del proyecto (Figura 16). Esta condición es crítica en términos de seguridad vial de los conductores de la vía, pues representa un mayor peligro ante posibles colisiones contra estos elementos.

Figura 16. Pila de puente peatonal sin protección. Fecha: 02 de julio del 2020. Fuente: LM-IC-D-1063-2020, 2020



Nuevamente, se observa la combinación de distintos dispositivos de seguridad y que no responden a un diseño del mismo, además, no delimitan completamente la zona de riesgo. Se debe agregar que esta situación se presenta en las obras de construcción de distintos elementos, tales como: puentes, barreras de contención, así como pilas de puentes peatonales dicha situación ha sido recurrente en las visitas realizadas en el presente año al proyecto, tal y como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 17. Ausencia de barreras temporales en la aproximación de un puente. Fecha: 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira





Figura 18. Terminación de barrera de contención sin protección. Fecha: 24 de febrero del 2022.
Fuente: Reporte de gira



Sobre la canalización de usuarios vulnerables

Por otro lado, ha sido posible evidenciar la circulación de usuarios vulnerables como peatones y ciclistas dentro de las zonas de trabajo temporal, esto como una consecuencia directa de que en los sitios donde se realizan las intervenciones, no es posible identificar zonas de canalización adecuadas que permitan movilizarse de manera segura. Se muestra en la Figura 19 algunos ejemplos de esto, donde nuevamente se destaca que ha sido una situación recurrente en el lapso de ejecución del proyecto.

Figura 19. Peatones circulando en las zonas de ampliación. Fecha: 21 de mayo del 2020.
Fuente: LM-IC-D-1063-2020





Figura 20. Ciclistas en el sitio de las obras. Fecha: 08 de septiembre del 2021. Fuente: EIC-Lanamme-947-2021



Figura 21. Escolares en el sitio de obra. Fecha: 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira



De manera adicional se ha observado que en algunos sitios se observan personas caminando prácticamente en el borde del carril de circulación, ante la ausencia de un espacio seguro para el abordaje de los autobuses. Esto representa un riesgo elevado para los peatones pues tienen mayor exposición que aumenta la posibilidad de un atropello, tal y como se ejemplifica en la Figura 22 y la Figura 23.

Figura 22. Usuarios de transporte público en el borde del carril. Fecha: 08 de septiembre del 2021. Fuente: EIC-Lanamme-947-2021





Figura 23. Escolares en el sitio de obra. Fecha: 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira



Estas observaciones se incluyeron en la nota **EIC-Lanamme-947-2021**, por lo cual, en la respuesta del Consorcio Supervisor **CSRN32-0198-2022**, se menciona que se han tratado de colocar “bolardos” en algunos sitios pero que estos se destruyen con facilidad, lo cual no solo cuestiona la eficiencia de estos dispositivos, sino que además refuerza la afirmación del riesgo al que se exponen los usuarios del transporte público, además, en ese oficio también indican que, la demarcación de las paradas le corresponde al Consejo de Transporte Público.

Sin embargo, estas respuestas no son de recibo, ya que, tal y como se indica en la nota **LM-IC-D-1063-2020** enviada el 27 de noviembre del 2020, el Manual de SIECA (2014) establece que:

“Los peatones deben contar con accesos y pasadizos seguros a través de las zonas de control temporal de tránsito en todo momento” Fuente: SIECA, 2014

Además, el PMT menciona lo siguiente sobre los usuarios vulnerables:

“Los peatones, conductores u otros usuarios de la vía deben ser guiados de manera clara utilizando dispositivos de seguridad vial, durante la aproximación, tránsito y salida de construcción en cuestión” Fuente: Plan de Manejo de Tránsito, 2018

Sobre la seguridad de los trabajadores y el establecimiento de las zonas temporales de control de tránsito para la canalización de usuarios vulnerables

De forma similar a las observaciones mencionadas anteriormente, se ha evidenciado en algunos sitios la presencia de trabajadores en el límite de las zonas temporales de trabajo (Figura 24), lo cual aumenta el riesgo al que se ven expuestos los colaboradores ante un atropello como consecuencia de la circulación de los vehículos, en especial para las vías con un alto tránsito de pesados como es el caso de este proyecto.



Figura 24. Trabajadores en el límite de las zonas de trabajo. Fecha: 21 de mayo del 2020.

Fuente: LM-IC-D-1063-2020



Figura 25. Trabajadores al costado de la vía. Fecha: 08 de septiembre del 2021. Fuente:

EIC-Lanamme-947-2021



A pesar de que se advirtió sobre el peligro al que se ven expuestos los trabajadores al estar muy cerca de las zonas de trabajo mediante la nota **LM-IC-D-1063-2020**, dicha circunstancia se ha seguido observando en reiteradas ocasiones en el proyecto, en el transcurso del periodo que comprende este análisis, tal y como se muestra en la Figura 24 y en la Figura 25, donde hay un trabajador sentado al borde de una zona de trabajo.

En principio es necesario tomar en consideración que el establecimiento de las zonas de trabajo debe contemplar no solo la continuidad del flujo vehicular, sino que además salvaguardar la integridad de los trabajadores mediante el establecimiento de espacios de trabajo y amortiguamiento del tránsito. De acuerdo con el Manual de SIECA uno de los sectores que debe definirse con más precaución en las obras es el espacio de amortiguamiento lateral, el cual está diseñado para separar el área de tránsito de las zonas destinadas para el trabajo.

Además, hay sectores que no cuentan con zonas de transición para redireccionar la trayectoria común de los vehículos de manera segura tal y como se aprecia en la Figura 26; sobre esto, el



Manual de SIECA destaca que deben evitarse cambios abruptos en la circulación del tránsito mediante el establecimiento de zonas de transición que evitan las maniobras rápidas.

Figura 26. Desvío sin zona de transición. Fecha: 24 de febrero del 2022. Fuente: Reporte de gira



Respecto a lo anterior, dentro del objetivo general del PMT se encuentra lograr un ambiente seguro para el personal que desarrolla la obra. Además, el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la ejecución de Trabajos en las Vías que establece que:

“La seguridad de los trabajadores que realizan las distintas tareas dentro del área de trabajo es de igual importancia que la seguridad del público que atraviesa dicha área.”

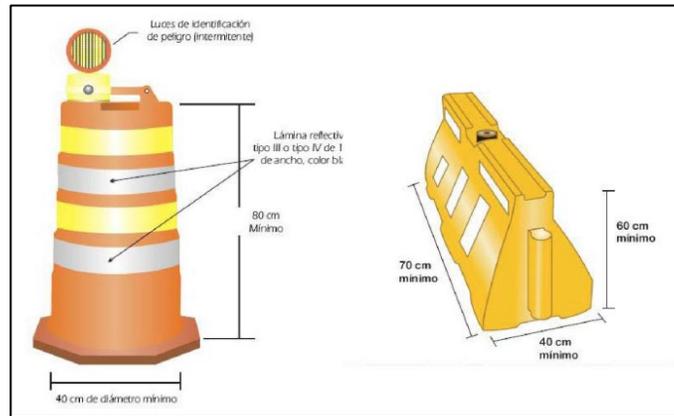
Sobre la ausencia de elementos de seguridad en zonas con diferencias de nivel en los márgenes de las zonas intervenidas

Para finalizar, se han identificado sectores que presentan desniveles con alturas importantes en los márgenes de la carretera, sin la inclusión de un sistema de contención vehicular temporal que brinde seguridad a los conductores y que, además, pueda disminuir la gravedad de un accidente ante una eventual salida de la vía. Con relación a este tema el PMT establece que:

“Cuando la diferencia de niveles entre dos carriles adyacentes sea menor o igual a 50 cm, se deben de utilizar barriles plásticos flexibles similares a los mostrados en la Ilustración. Cuando la diferencia de niveles entre dos carriles adyacentes sea mayor a 50 cm, se deben de utilizar barreras plásticas flexibles similares a las mostradas en la Ilustración, sin perjuicio de que según el desnivel y peligrosidad de la obra se amerite la instalación de barreras rígidas de concreto, tal es el caso de la excavación para el viaducto y la protección de las rampas aledañas.” Fuente: Plan de Manejo de Tránsito, 2018

Cabe destacar que, los elementos a los que el texto anterior hace referencia como barriles plásticos flexibles, corresponde al mostrado en la Figura 27.

Figura 27. Barreras canalizadoras flexibles. Fuente: Plan de manejo de tránsito, 2018



Sin embargo, como se muestra en la Figura 28, estas indicaciones no se cumplen en algunos sitios del proyecto.

Figura 28. Márgenes con desniveles importantes sin sistemas de contención. Fecha: (a) 28 de octubre del 2020, (b) 08 de septiembre del 2021



(a)



(b)

Conviene destacar que las observaciones expuestas anteriormente fueron alertadas a la Administración por la Unidad de Seguridad Vial y Transportes del LanammeUCR mediante la nota **LM-IC-D-1063-2020** con fecha del 27 de noviembre del 2020, ante la cual, la Unidad Ejecutora del proyecto envió respuesta por medio del oficio **UE-DRA-RN32-009-2021-0134 (179)** con fecha del 21 de enero del 2021, en el cual se destaca la intención de la aplicación de multas por 6 eventos relacionados con inconsistencias con el Plan de Manejo de Tránsito en los desvíos realizados. Además, se destaca que:

“Esta Unidad Ejecutora se encuentra avocada en la subsanación de los hallazgos y observaciones contemplados en el informe LM-IC-D-1063-2020 de fecha 27 de noviembre de 2020, pues se reconoce que es de vital importancia asegurar la seguridad vial de todos los usuarios involucrados, el manejo adecuado del tránsito y evitar eventuales incidentes que podrían generar múltiples complicaciones de los cuales destacan los atrasos en la construcción de la vía.” Fuente: UE-DRA-RN32-009-2021-0134 (179), 2021



Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las situaciones destacadas se han presentado recurrentemente durante el periodo de ejecución del proyecto, por lo cual, como seguimiento de este tema, se remitió un oficio con un análisis actualizado de la situación de seguridad vial en el proyecto, relacionada con los usuarios vulnerables, señalamiento vertical, demarcación, dispositivos de seguridad y seguridad, mediante la nota **EIC-Lanamme-947-2021** del 01 de diciembre del 2021, en la cual se destaca que no ha sido posible identificar una mejora o cambio sustancial en las condiciones inicialmente mencionadas en el oficio **LM-IC-D-1063-2020**.

Además, en esa nota se consultó por las gestiones que han sido realizadas por la Administración para implementar mejoras en la seguridad vial de los usuarios durante la ejecución del proyecto. En respuesta a estas consultas, la Ingeniería del Proyecto envió el oficio **UE-DRA-RN32-009-2022-0398 (179)** del 07 de marzo del 2022, en el cual se hace referencia al **CSRN32-0198-2022** del 23 de febrero del 2022 emitido por la Supervisión.

En este último se indicó que se han enviado diferentes “memorándums” solicitando al Contratista solucionar lo planteado en cada caso, además, se indicó que con el fin de subsanar las deficiencias antes expuestas se realizará un resumen mensual de estos “memorándums”. Sin embargo, de acuerdo a los alcances de esta auditoría, que pretende fiscalizar la ejecución de un contrato relacionado a una vía nacional, se reitera que es necesario implementar acciones concretas, mediante mecanismos eficaces, que garanticen la seguridad de los usuarios en el proyecto.

Finalmente se destaca que, las deficiencias detalladas anteriormente, corresponden a aspectos que se han evidenciado constantemente durante el plazo de ejecución de la obra y que el Equipo Auditor considera relevante incluir como parte del informe con la finalidad de que se contemplen como una oportunidad mejora por resolver y de esta forma evitar que sean replicadas en otros frentes de trabajo.

SOBRE LAS PRÁCTICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIÓ EL CORTE DE LAS CAPAS DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO QUE PRESENTABAN RESISTENCIAS SUPERIORES AL LÍMITE ESTABLECIDO, LO CUAL PUEDE PROVOCAR EL REFLEJO DE ESTOS CORTES A LA CARPETA ASFÁLTICA.

La presente observación se fundamenta en las diferentes visitas técnicas realizadas al proyecto, donde se evidenciaron cortes transversales y longitudinales en los paños de base estabilizada que presentaban resultados de resistencia a la compresión mayores al límite superior establecido en las especificaciones del proyecto (Orden de modificación No. 6).

En específico, durante la gira realizada el 8 de abril de 2021 al frente de obras ubicado en el estacionamiento 75+870, en el cual se había colocado una capa de base estabilizada con cemento, se evidenció que el Contratista había realizado cortes transversales y longitudinales en la superficie del material estabilizado tal y como se aprecia en la Figura 29.



Figura 29. Cortes en base estabilizada en el estacionamiento 75+870. Fecha 8 de abril de 2021



Al consultar con el personal de inspección destacado en el sitio, este indicó que dichos cortes se realizaron de forma preventiva, con el objetivo de evitar que el paño estabilizado con cemento presentara agrietamientos por contracción y resistencias altas, de manera aleatoria en la superficie, esto debido a que el material de base colocado en el tramo indicado había alcanzado resistencias mayores al límite superior de las especificaciones del proyecto, el cual para ese momento era una resistencia máxima de 3,9 MPa (39,8 kg/cm²). Esto, es coincidente con los resultados obtenidos por el LanammeUCR para el material de base estabilizada colocado en un estacionamiento cercano 77+660, construido en el mismo período, para el cual se obtuvo una resistencia a la compresión de 56,1 kg/cm² (Informe I-0426-2021).

Al respecto, es criterio del Equipo Auditor que, los cortes realizados en la base estabilizada representan una alternativa para prevenir un agrietamiento descontrolado y aleatorio en la superficie de la base estabilizada, en el sentido de que constituyen una técnica que permite aliviar de manera temporal la concentración de esfuerzos a tensión en la capa estabilizada. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que su función es crear una abertura o discontinuidad en la superficie que permite predefinir de manera controlada en que sectores se generarán los primeros agrietamientos en el material, lo cual no elimina la posibilidad de que estos se reflejen sobre la carpeta asfáltica, de manera similar a una grieta.

Esta información fue comunicada a la Unidad Ejecutora (UE) oficio **LM-EIC-D-0318-2021** del 15 de abril de 2021, en el que se destacó que fuentes internacionales resaltan la importancia de realizar tratamientos para evitar el reflejo de grietas o discontinuidades. Ante lo cual, por medio del oficio **UE-DRA-RN32-009-2021-0790 (179)** del 27 de abril de 2021 la Unidad Ejecutora remite oficio **CSR32-0487-2021** del Consorcio Supervisor en el cual indicaron lo siguiente:

“Lo expresado por Lanamme al respecto de las grietas reflectivas no coincide con lo escrito en el documento citado de la PCA. no necesariamente deben tratarse los cortes controlados como si fueran grietas de contracción, hay diferencias sustanciales entre ambos conceptos, las grietas por contracción se originan de manera natural, aleatoria, generalmente cruzan todo el espesor de la capa de material estabilizado (lo que propicia movimiento vertical relativo, que es lo que activa el mecanismo de reflejo de la grieta en la superficie de la capa de rodamiento), además de ser de aberturas variables. En el caso de los cortes controlados realizados en el proyecto, la profundidad del corte se limita a 7cm.

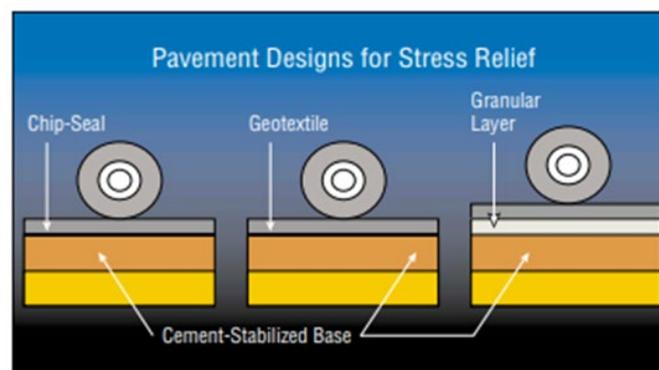
...

Por otra parte, es válido mencionar que posterior a la realización de los cortes controlados se aplica el riego de imprimación y el material de secado (1/4”), lo que cierra las aberturas de los cortes controlados.”

Sobre el documento citado por el LanammeUCR en la nota **LM-EIC-D-0318-2021** y señalado por la Supervisión, la Asociación Americana de Cemento Portland (PCA) indica que el agrietamiento en las capas de base estabilizada provoca concentraciones de esfuerzos a tensión en la superficie asfáltica, ante lo cual para evitar su reflejo recomiendan la ejecución de las siguientes medidas:

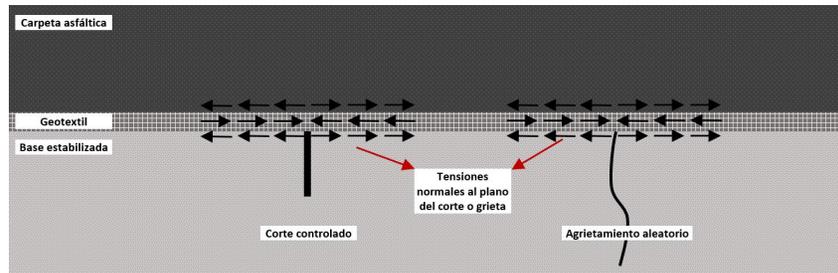
- Colocar un geotextil entre las capas.
- Aplicar un tratamiento superficial tipo “Chip Seal”.
- Poner una capa de material granular.

Figura 30. Alternativas para minimizar el reflejo de grietas. Fuente PCA (2003)



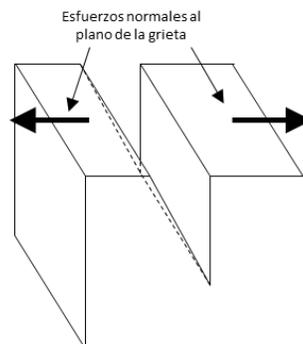
Además, Leiva (2016) destaca que, la colocación de geotextiles como un sistema intercapa para retardar el reflejo de grietas permite el bloqueo o entramamiento de los agregados que componen la zona de interacción entre la base estabilizada y la mezcla asfáltica, lo cual genera una restricción lateral del movimiento que disminuye el potencial de propagación de la discontinuidad o grieta tal y como se muestra en la Figura 31.

Figura 31. Restricción lateral debido a la colocación de geotextil entre capas



Por lo cual siendo que estas medidas lo que buscan es evitar o retardar el reflejo de las grietas, se debe señalar que, si bien los cortes en la base estabilizada no son una grieta que se desarrolla de forma aleatoria, estos presentan características similares, en el sentido que representan una discontinuidad definida en la base estabilizada. Además, teniendo en consideración que, según la mecánica de fractura de los sólidos existen distintos modos de agrietamiento, donde destaca el modo de apertura en el cual la grieta se ve sometida a esfuerzos normales al plano de la grieta como se muestra en la Figura 32, por lo que debido a la configuración de los esfuerzos que se desarrollan en los pavimentos, tanto las grietas que se desarrollan de forma aleatoria como los cortes realizados de manera controlada se pueden ver sometidos a este fenómeno y no únicamente al movimiento vertical relativo que se indica en el oficio **CSR32-0487-2021**.

Figura 32. Modo de agrietamiento por apertura. Fuente: Leiva, 2016



De manera que, el corte puede presentar el mismo comportamiento que una grieta, razón por la cual, el criterio indicado por la Supervisión no es de recibo por parte del Equipo Auditor, en el sentido de que ambos se ven sometidos al modo de apertura, siendo que esto implica un riesgo a futuro del eventual desarrollo de grietas y el proceso de reflejo de estas en la carpeta de rueda, afectando el buen desempeño de la superficie de rueda del pavimento.

En virtud de lo anterior, es criterio del Equipo Auditor, que se debe solicitar al Contratista ejecutar medidas que permitan garantizar que las labores ejecutadas y sus procesos constructivos no representan una reducción o desmejora en la calidad del proyecto, en especial porque los cortes en la base estabilizada consisten en una medida que supone ser correctiva ante un incumplimiento, en la calidad del material estabilizado, que es directamente atribuible al Contratista.



OBSERVACIÓN 2. SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA EMPLEADA EN ALGUNOS FRENTE DE TRABAJO PARA LAS CAPAS DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO.

Este hallazgo se fundamenta en las actividades de colocación de base estabilizada que han sido presenciadas por el Equipo Auditor, en las cuales se ha evidenciado en algunos frentes de trabajo la colocación de una capa de espesor variable de material de base estabilizada (principalmente en el sector denominado como Rama 1). Específicamente, se observó que, sobre esta capa de espesor variable en condición suelta extendida con niveladora y mediante métodos manuales, se colocaba una segunda capa de material de base estabilizada de espesor controlado mediante el uso de pavimentadora, completando el espesor total de la capa requerida por diseño.

En primer lugar, durante la visita realizada el día 17 de marzo del 2022, fue posible observar la construcción de un tramo de base estabilizada (cercano a la zona del estacionamiento 81+070 LI) por parte del Contratista CHEC. En esta visita se observó la colocación de una capa de espesor variable y suelta de material estabilizado, tal y como se muestra en la Figura 33, en el sitio de las obras se pudo observar que este era distribuido tanto manualmente como mediante el uso de maquinaria del tipo cargador frontal.

Figura 33. Capa de material estabilizado de espesor variable colocada y en condición suelta. Est. 81+070 LI. Fecha. 17 de marzo del 2022



Durante la estancia de esta Auditoría en el sitio de las obras en el estacionamiento 81+070 LI, se pudo constatar que dicha capa estaba conformada en un espesor variable entre 10 a 12 cm, lo cual se ilustra en la Figura 34. Esto se puede considerar como un espesor importante pues representa entre un 33 % a un 37 % del espesor final colocado de la base granular estabilizada.



Figura 34. Capa de espesor suelto entre subbase – base estabilizada en Est. 81+070 LI.
Fecha. 17 de marzo del 2022



Al respecto, se debe hacer hincapié que en las visitas realizadas en meses anteriores se logró observar que la colocación y distribución de todo el material granular estabilizado con cemento siempre se había realizado únicamente por medio de pavimentadoras debido a que el material era producido en planta, lo cual a criterio del Equipo Auditor representa una práctica constructiva adecuada. Razón por la cual, se realizó la consulta al personal de inspección destacado en el sitio de la obra, el cual manifestó al Equipo Auditor que la capa se estaba colocando como capa de pre-nivelación de la superficie como una medida de corrección de posibles diferencias de nivel en la capa subyacente de base granular.

Seguidamente, el día 18 de marzo del 2022, fue posible observar en sitio la extensión de una capa suelta de material estabilizado con cemento, en esa ocasión se identificó la práctica en el frente de colocación cercano a la estación 81+390 LI, en la visita se evidenció que la capa se colocaba a una longitud importante desde el equipo de pavimentación e incluso se observó que la base estabilizada se acumulaba en montículos de material para ser distribuido con el cargador frontal.

Figura 35. Capa de espesor suelto de base estabilizada distribuida con cargador frontal Est. 81+400 LI. Fecha. 18 de marzo del 2022



Figura 36. Capa de espesor suelto de base estabilizada distribuida con cargador frontal Est. 81+400 LI. Fecha. 18 de marzo del 2022



Posteriormente, se evidenció el uso reiterado de este procedimiento constructivo en las visitas técnicas realizadas los días 29 de marzo y 12 de abril del 2022 a los frentes de colocación de base estabilizada en las estaciones 78+680 LI y 73+580 LI respectivamente, tal y como se aprecia en la Figura 37 y Figura 38 incluso se identificaron zonas de la capa de espesor suelto con partículas de la mezcla base – cemento que ya han perdido la condición de humedad inicial.

Figura 37. Colocación de capa de espesor suelto Est. 78+680 LI. Fecha. 29 de marzo del 2022



Figura 38. Colocación de capa de espesor suelto Est. 73+580 LI. Fecha. 12 de abril del 2022



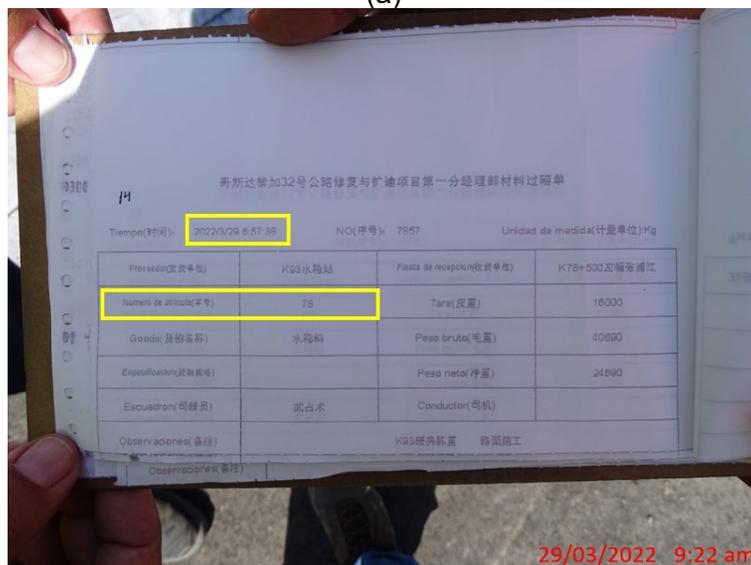
Aunado a lo anterior, en la visita del 29 de marzo del 2022, se evidenciaron algunos camiones con tiempos de transporte del material estabilizado con cemento superiores al máximo establecido en el CR-2010, tal y como se muestra en la Figura 39, se evidenciaron boletas de despacho que muestran que algunos camiones exceden las dos horas desde su salida de la planta hasta el momento de colocación en sitio, lo cual favorece el inicio de la fragua del cemento hidráulico para alcanzar la resistencia de diseño.



Figura 39. (a) Camión transporte No. 78 en Est. 78+680 LI hora 9:17 am (b) Boleta de salida del camión No. 78 indicando despacho de planta hora 6:57 am



(a)



(b)

En virtud de lo anterior, se remitió a la UE32 el oficio **EIC-Lanamme-178-2022** con fecha del 01 de abril del 2022, en el cual se mencionaron las condiciones evidenciadas y se solicitó el criterio técnico que privó sobre el uso y colocación de estas capas de espesor suelto. Ante lo cual, la UE32 emite su respuesta mediante el oficio **UE-DRA-RN32-009-2022-0817 (179)** con fecha del 16 de mayo del 2022 en el que se hace referencia al criterio emitido por el Consorcio Supervisor en el oficio **CSRN32-0444-2022** del 02 de mayo del 2022, en el cual, la Supervisión establece que la condición observada por el Equipo Auditor no corresponde a una capa de pre-





nivelación sino a una capa de espesor suelto para completar niveles debido a la capacidad del equipo de pavimentación. En la respuesta se destaca lo siguiente:

“Para aclarar lo dicho en el párrafo anterior le comunicamos que no se estaba realizando una pre - nivelación para corregir diferencias de nivel de la capa subyacente de subbase granular. Lo que se estaba ejecutando en realidad era una capa de 10 cm de espesor suelto, extendida con niveladora y ayudada por un cargador frontal (no con un back hoe) en una distancia de 40 m máximo, para ayudar al pavimentador (cuyo alcance no permitía colocar una sola capa suelta de 33 cm, necesaria para lograr los 28cm compactados que demanda el diseño de pavimento en esa zona del proyecto), de común acuerdo con la inspección se llegó a esa metodología.” (El destacado no es del original) Fuente: CSRN32-0444-2022, 2022

Además, sobre los tiempos de transporte y colocación de la base estabilizada la Supervisión indicó mediante el oficio CSRN32-0547-2022 del 10 de junio del 2022, que para la producción de la base estabilizada se estaba utilizando un aditivo retardante de fragua, pero que se implementarían medidas para evitar tiempos de colocación superiores a dos horas como los evidenciados por el Equipo Auditor.

Respecto a la colocación de la capa de espesor suelto, se debe comprender que el procedimiento constructivo observado produce que el material se vea expuesto a las condiciones climáticas del sitio (sol - alta temperatura - viento) por un lapso mayor previo a la compactación del material, lo cual provoca un proceso de disminución en el contenido de humedad en la mezcla base-cemento que puede generar un inicio prematuro del proceso de fraguado del cemento.

Cabe destacar que, si se tiene en consideración el tiempo de transporte (el cual en algunos casos se ha evidenciado es mayor a dos horas) y el lapso que el material estabilizado se mantiene expuesto al sol, no es posible garantizar técnicamente que la capa de espesor suelto mantiene las condiciones de humedad óptima con la que se produce en planta. Además, en algunos sitios la situación evidenciada difiere de lo mencionado en los párrafos anteriores por la Supervisión pues se han identificado tramos con distancias mayores a 40 m desde las pavimentadoras, asimismo, como se muestra en la Figura 36, se ubicaron montículos de material estabilizado que se dejan expuestos a las acciones climáticas, sin ninguna protección o acción de humedecimiento posterior.

Asimismo, a pesar de la inclusión del aditivo retardante del fraguado en la base estabilizada, el fenómeno de pérdida de humedad, que incluso se ha evidenciado en algunos sectores de la capa suelta colocada, afecta la formación de los enlaces químicos que rigen la adherencia entre las partículas de cemento y de la base, favoreciendo el endurecimiento y pérdida de trabajabilidad de la base estabilizada.

En relación con la humedad de la base estabilizada, la especificación nacional establece en el CR-2010 lo siguiente:



“Al inicio de la compactación (para ambos métodos de incorporación), el contenido de humedad deberá estar dentro de un rango de 2 % con respecto al contenido de humedad óptimo de la mezcla. Ningún sector se deberá dejar en reposo más de 30 minutos durante las operaciones de compactación. Todas las operaciones de compactación deberán completarse dentro de una hora desde el inicio de la mezcla, o hasta 2 horas si se utiliza retardador.” (El destacado no es del original)

Por su parte el procedimiento de distribución de la capa de base estabilizada suelta en un espesor variable mediante métodos manuales o con cargador frontal, puede favorecer la segregación de los agregados que componen la base estabilizada en comparación con el procedimiento de colocación con pavimentadora, esto tiene un efecto importante sobre la calidad del producto obtenido, dando lugar a una mezcla no homogénea y favoreciendo la formación de regiones con características físicas muy distintas (tamaño, forma, densidad, humedad) lo cual genera efectos desfavorables para los procesos posteriores de compactación.

Ante esto, es importante comprender que, la compactación consiste en un procedimiento mecánico mediante el cual se busca mejorar las características de resistencia y compresibilidad del material densificándolo en sitio. Además, se pretende garantizar un adecuado comportamiento esfuerzo-deformación del material compactado. Por su parte, el control de diversos aspectos establecidos en el tramo de prueba y ensayos de laboratorio (por ejemplo, la humedad, el porcentaje de compactación, tonelaje de la compactadora y cantidad de pasadas) durante el proceso de densificación procura garantizar que el comportamiento de la estructura sea el esperado en el plazo considerado de acuerdo al diseño de pavimento.

De este modo si no se realiza una compactación correcta, persiste la existencia de espacios vacíos entre partículas, ante lo cual existe el riesgo de que, estos al desaparecer posteriormente con la consolidación del material, podrían provocar asentamientos diferenciales en la estructura de pavimento y en consecuencia grietas que se pueden reflejar a las capas superiores, destacando que, estos problemas pueden materializarse en el mediano y largo plazo.

Es necesario destacar que el proceso constructivo observado requiere que posterior al proceso de distribución, el espesor total (capa suelta + capa con pavimentadora) sea compactado como si se tratase de una sola capa, por lo cual se debe garantizar que el paño alcance la densidad mínima establecida en las especificaciones en todo el espesor colocado, además, se debe asegurar que el equipo de compactación tenga el tonelaje y mecanismos de vibración competentes para lograr compactar todo el espesor.

Con relación a la corroboración de la eficacia de la compactación, llama la atención del Equipo Auditor que, si bien el espesor proyectado de la capa de material de base estabilizada a colocar es de 28 cm, de acuerdo con lo indicado por la Supervisión en el oficio **CSRN32-0444-2022**, la verificación de compactación únicamente se realiza con densímetro nuclear a una profundidad de 25 cm, lo que implicaría que hay capas en el fondo del espesor que no tienen un control de la compactación alcanzada.



Finalmente, se debe mencionar que, la práctica más común a nivel nacional, para la conformación y compactación de capas granulares es compactar un espesor máximo de 30 cm, precisamente por la capacidad de la compactadora y el daño que puede causar el equipo en los primeros centímetros de profundidad. Lo que se busca precisamente es evitar un porcentaje de compactación inferior al requerido en las capas granulares, lo que puede provocar una diferencia importante en la densidad de las capas más profundas y por ende en el comportamiento mecánico del material (en comparación con lo esperado según diseño).

OBSERVACIÓN 3. SE IDENTIFICÓ EL USO DE UNA CAPA DE “TRABA” O CAPA DE ESPESOR REDUCIDO SOBRE EL RIEGO DE LIGA PREVIO A LA COLOCACIÓN DE LA PRIMERA Y SEGUNDA CAPA DE MEZCLA ASFÁLTICA.

La presente observación se fundamenta en las distintas visitas técnicas realizadas al proyecto durante el periodo 2021 y 2022, en las cuales se presencié el procedimiento constructivo de colocación de la primera y segunda capa de la carpeta asfáltica. Durante algunas de estas visitas, se evidenció que el Contratista estaba utilizando la técnica conocida como “traba” o capas de espesor reducido (del tamaño máximo del agregado), la cual consiste en esparcir una capa delgada de mezcla asfáltica suelta sobre el riego de liga esparcido previo a la colocación de la carpeta de mezcla asfáltica.

En primer lugar, durante las giras realizadas el 8 y 30 de abril del 2021, se pudo presenciar la colocación de la primera capa en el sector de Rama 1 en los estacionamientos 75+870 y 81+930 respectivamente, durante la estancia del Equipo Auditor se observó que se estaba colocando una capa de mezcla asfáltica mediante “espolvoreo” en las zonas donde circulan los camiones transportadores del material, tal y como se observa en la Figura 40 y Figura 41 además, se destaca que esa práctica constructiva no había sido evidenciada por el Equipo Auditor previo a esa visita.

Figura 40. Colocación de “traba” en el estacionamiento 75+870. Fecha: 8 de abril de 2021



Figura 41. Colocación de “traba” en el estacionamiento 81+930. Fecha: 30 de abril de 2021



(a)



(b)

Asimismo, durante la visita realizada el 20 de octubre del 2021 al frente de trabajo que realizaba labores de pavimentación en el tramo cercano al estacionamiento 71+750, se pudo identificar nuevamente el uso de esta técnica constructiva previo a la colocación de la carpeta asfáltica. En este caso, se evidenció que la colocación de “traba” no se realizaba únicamente sobre las huellas de los vehículos de transporte, sino que se colocaba de manera generalizada en la sección intervenida a un espesor reducido tal y como se aprecia en la Figura 42.

Figura 42. Colocación de “traba” en el estacionamiento 71+750. Fecha: 20 de octubre del 2021



Aunado a lo anterior, en esa visita, el Equipo Auditor pudo constatar la presencia de agregado triturado en la mezcla asfáltica utilizada como “traba”, esto en consecuencia de la circulación de vehículos pesados y de la maquinaria de colocación directamente sobre el material, lo cual provoca la existencia de partículas sin recubrimiento de asfalto (Figura 43).



Figura 43. Agregado triturado en la “traba” del estacionamiento 71+750. Fecha: 20 de octubre del 2021



Posteriormente, en algunas de las visitas realizadas durante el año 2022, también se han identificado frentes de trabajo donde previo a la colocación de la carpeta asfáltica se estaba utilizando esta técnica, lo cual evidencia que el empleo de la “traba” ha sido constante durante el periodo de ejecución del proyecto. En la gira realizada el 24 de febrero del 2022 se evidenció en el tramo comprendido entre las estaciones 103+050 al 103+810 que se estaba colocando una capa de “traba” a una distancia superior a los 50 m desde el frente de pavimentación tal y como se aprecia en la Figura 44.

Figura 44. Colocación de “traba” en tramo del estacionamiento 103+050 al 103+810. Fecha: 24 de febrero del 2022





Asimismo, cabe señalar que, el uso de esta técnica no se ha limitado únicamente a las labores de pavimentación de la primera capa asfáltica, ya que se han identificado sectores donde se utiliza “traba” de previo a la colocación de la segunda capa asfáltica (capa de ruedo) tal y como se aprecia en las siguientes figuras.

Figura 45. Colocación de “traba” para colocación de segunda capa en tramo 117+570 al 118+200. Fecha: 09 de junio del 2022



(a)



(b)

Figura 46. Colocación de “traba” para colocación de segunda capa en Rama 2. Fecha: 21 de junio del 2022



Al respecto se debe comprender que, la colocación de “traba” o “capa de espolvoreo” previo al proceso de pavimentación es considerada una técnica constructiva inadecuada, ya que, por sus características de una capa de espesor reducido suelto, puede tener consecuencias negativas en el desempeño del material colocado. Cabe mencionar que la colocación de espesores reducidos no está considerada dentro de las actividades de la Sección 405. “Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente” del CR-2010.



Tal y como se ha indicado en diferentes informes de Auditoría Técnica para distintos proyectos, el uso de esta práctica presenta los siguientes riesgos:

- La capa no puede ser densificada correctamente lo cual puede provocar que algunos agregados se trituren generando partículas de polvo que limitan la adherencia en la matriz asfáltica.
- Al ser extendida en un espesor delgado, se favorece la pérdida de temperatura provocando una segregación térmica que limita la densificación de la capa y su adherencia con la capa colocada con pavimentadora.
- Debido a su excesiva manipulación y a su uso para la circulación de los camiones que transportan la mezcla asfáltica, es una capa que tiende a contaminarse con facilidad.
- Representa un potencial riesgo a la buena regularidad superficial del pavimento.

Adicionalmente, se debe tomar como referencia lo indicado en el Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes (MCV-2015 del MOPT), el cual establece que el espesor mínimo permitido para la colocación y compactación de una capa asfáltica no debe ser inferior a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica, lo que demuestra una afectación a nivel de compactación de la capa de “traba”.

Debido a lo anterior, la “traba” es una capa que representa un plano de falla que afecta la continuidad entre las capas del pavimento, limitando la adherencia y alterando la forma en la que a nivel de diseño se esperaría que se comporte la estructura del pavimento. Esta situación podría incidir en el desempeño esperado para las capas superiores del pavimento y por ende en la durabilidad de los trabajos ejecutados, por lo que es criterio del Equipo Auditor que se debe evitar su uso durante el proceso de pavimentación.

Estas observaciones han sido remitidas a la Unidad Ejecutora del proyecto (UE) mediante los oficios: **LM-EIC-D-318-2021** del 23 de abril del 2021, **EIC-Lanamme-178-2022** del 01 de abril del 2022 y **EIC-Lanamme-512-2022** del 17 de junio del 2022, señalando que su uso no es adecuado ni favorece la calidad de los trabajos de colocación de mezcla asfáltica.

Sobre esto, la UE emitió su respuesta en el oficio **UE-DRA-RN32-009-2021-0790** del 27 de abril del 2021 en el que se hace referencia al oficio de la Supervisión **CSRN32-0487-2021** del 26 de abril del 2021, en el cual se indicó:

- Que la colocación de “traba” no es una práctica común en el proyecto.
- Que se extrajeron núcleos en el estacionamiento 75+870 y que no se evidenciaron problemas en la capa colocada con una densificación aceptable dentro de los parámetros del proyecto.

Sobre estas observaciones se debe mencionar que, si bien la densidad de los núcleos de mezcla asfáltica en estos puntos de colocación de “traba” puede estar dentro de las especificaciones del proyecto, esto no implica que en específico la capa de “traba” se haya



compactado dentro de los límites de la especificación. Pues se debe comprender que, el espesor de dicha capa representa un bajo porcentaje del espesor total colocado, por lo que el porcentaje de vacíos que se obtiene mediante el ensayo de laboratorio pondera tanto la densificación del espesor colocado con pavimentadora como la densificación alcanzada en la capa de “traba”, razón por la cual el porcentaje de compactación puede no representar adecuadamente la condición de la capa de traba.

Adicionalmente, mediante el oficio **UE-DRA-RN32-009-2022-0817 (179)** con fecha del 16 de mayo del 2022, en el cual se hace referencia al oficio de la Supervisión **CSRN32-0444-2022** del 02 de mayo del 2022 donde se indicó:

- Que la situación evidenciada por el Equipo Auditor no corresponde a la colocación de “traba” sino a un espolvoreo del material.
- Que el uso de ese espolvoreo es con el objetivo de proteger la imprimación y la geomalla del arrastre por parte de las llantas de los vehículos, lo que permite evitar problemas de adherencia.

Al respecto se debe comprender que la colocación mediante la técnica de espolvoreo no elimina la condición de espesor suelto, por lo que, de igual manera, los riesgos mencionados anteriormente pueden presentarse en la estructura de pavimento. Por su parte, tal y como se evidencia en las figuras anteriores, la colocación de esta capa de mezcla asfáltica por sí misma representa una afectación directa sobre la emulsión asfáltica y sobre la adherencia entre las capas del pavimento, por lo cual, no se justifica su uso como protección del riego de liga o imprimación, pues se debe garantizar el tiempo suficiente para que se produzca el rompimiento de la emulsión de forma que no se vea afectada su colocación sobre la capa inferior.

Por lo tanto, se reitera el criterio del Equipo Auditor, respecto a la recomendación de no utilizar capas delgadas de mezcla asfáltica “traba” y las potenciales consecuencias negativas que podría generar su uso en el desempeño del pavimento, considerando además que estas consecuencias, como deterioros prematuros, no son visibles de manera inmediata.

OBSERVACIÓN 4. SE EVIDENCIARON ALGUNAS TÉCNICAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS FAVORABLES RELACIONADOS CON LA COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA Y MEZCLA ASFÁLTICA QUE ATIENDEN A LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA.

La presente observación se fundamenta en diversas visitas realizadas a los distintos sectores y frentes de trabajo activos en el proyecto, en el plazo de ejecución de la Auditoría a partir de las cuales se observaron prácticas constructivas que no se utilizan usualmente en los proyectos de construcción vial. Por lo cual, a criterio del Equipo Auditor, se consideran aspectos constructivos que contribuyen con la mejora en la obra vial por lo que deben destacarse con la finalidad de que se apliquen como buenas prácticas constructivas a nivel país. De manera tal que cuando se ha demostrado como una experiencia positiva, se estandarice dicha práctica en los proyectos que se desarrollan a nivel nacional. Se detallan a continuación algunos de estos aspectos constructivos.



Sobre la producción de base estabilizada con cemento en planta

Para este proyecto en específico se ha evidenciado la producción en planta del material de base estabilizada con cemento. En este proceso se cuentan con mecanismos específicos que permiten controlar con mayor detalle la dosificación del agregado por estabilizar, el cemento, el agua y cualquier aditivo (en caso de que se utilice) en la mezcla de base estabilizada. Lo cual permite el mezclado de los insumos que componen la mezcla de base estabilizada, mediante un procedimiento controlado integralmente en una planta de manufactura.

Por lo general, las plantas dosifican los materiales sólidos por peso (algunas plantas por volumen) mediante la regulación de las aberturas de las compuertas de las tolvas, velocidad de cintas o de tornillos alimentadores. Además, la producción en una planta de manufactura tiene la ventaja de que el mezclado se realiza con batidoras de aspas, que permiten controlar y homogenizar de mejor manera los materiales.

Ante esto, se debe tomar en consideración que las especificaciones nacionales mediante el CR – 2010 en su sección *302.05 Mezclado y colocación de bases estabilizadas con cemento* establece los lineamientos que regulan la producción de la base estabilizada mediante el uso de plantas de mezclado, en esta especificación se proveen parámetros para el control del mezclado, suministro y colocación en sitio del material.

Sin embargo, a nivel nacional, en los diferentes proyectos que involucran capas de base estabilizada con cemento, se ha optado en su mayoría por el uso de técnicas de mezclado en sitio, de las cuales, se han realizado distintas observaciones, por parte de la Unidad de Auditoría Técnica, sobre los procedimientos utilizados durante la construcción. Debido a lo anterior, es criterio de esta Auditoría que el uso de esta práctica constructiva debería implementarse en los demás proyectos que se ejecuten en el territorio nacional, en total apego a las buenas prácticas de ingeniería.

Durante las visitas realizadas por esta Auditoría a los distintos frentes del proyecto enfocados en la colocación de base estabilizada, se ha detectado la producción de la base estabilizada en planta en los sectores correspondientes a Rama 1 y Rama 2. Además, se han realizado inspecciones al proceso productivo, donde se evidenció que, la planta cuenta con las bandas transportadoras del material, el almacenamiento del cemento por medio de silos y la dosificación del agua de acuerdo con el contenido de humedad de los agregados y el requerido en el diseño, se puede observar en la Figura 47 la producción del material. Igualmente se ha identificado la presencia de personal del Contratista para el control visual del proceso productivo con el cual es posible detectar rápidamente cambios o interrupciones en el flujo de cada componente, que alteren las proporciones de la mezcla.



Figura 47. Producción de base estabilizada en Plantel Barbilla – Rama 2.



En vista de ello, se deben destacar las ventajas que supone la producción de este material en planta, de acuerdo con Garber, Rasmussen & Harrington (2011) algunas de estas son:

- Se puede mantener un control y dosificación homogénea del agregado utilizado para la estabilización, esto ya que se permite detectar algún posible sobre tamaño o variación en la estructura del material desde la etapa de producción.
- Permite un avance acelerado del proceso constructivo en conformidad con el ritmo de colocación en sitio.
- Presenta menor susceptibilidad a la humedad, esto ya que al tratarse de un proceso controlado mediante planta se tiene mayor certeza en la cantidad de agua dosificada y del efecto de la humedad natural en el agregado por estabilizar.
- Se disminuye la pérdida de cemento, a diferencia del proceso de mezclado en sitio en el cual el cemento debe ser esparcido en la zona. Para la producción en planta la dosificación se realiza directamente desde los silos de almacenamiento a la combinación de los agregados y se mezclan lo suficiente para evitar la formación de cúmulos o de concentraciones de cemento.

Asimismo, con el objetivo de garantizar que la producción de base estabilizada en planta atiende a las mejores prácticas de la ingeniería, se debe tomar en cuenta que la regularidad de las mediciones de los equipos de producción debe controlarse mediante su calibración periódica; además se debe acatar lo que se indica en el CR - 2010.

Sobre la colocación de base estabilizada con pavimentadora

Con relación al proceso constructivo de colocación y extendido de la base estabilizada en sitio el CR - 2010 establece lo siguiente:

“La mezcla se deberá colocar sin segregarla, esparciéndola con uno o más dispositivos aprobados en una cantidad por metro que produzca una capa uniforme.”

En virtud de lo anterior y a partir de las visitas realizadas por el Equipo Auditor se observó que en este proyecto se optó por el uso de pavimentadoras para la distribución, colocación y pre-



compactación del material de base estabilizada proveniente de planta, tal y como se muestra en la Figura 48.

Figura 48. Colocación con línea guía estacionamiento 116+300. Fecha 3 de marzo de 2020



Asimismo, se ha observado el uso de dos pavimentadoras para la distribución y colocación de base estabilizada en un mismo frente (Figura 49), esto ha permitido la colocación de paños sobre el ancho total de la sección en construcción, lo cual busca reducir las zonas con juntas longitudinales permitiendo cumplir con el tiempo máximo de 30 minutos estipulado en el CR - 2010 para la colocación de paños adyacentes. Esto permite un mejor acabado superficial y reduce la susceptibilidad a la aparición de grietas en la base estabilizada producto del manejo inadecuado de juntas de construcción.

Figura 49. Colocación de base estabilizada con dos pavimentadoras en estacionamiento 110+400 LI. Fecha: 30 de marzo del 2022





El uso de esta metodología constructiva para la colocación de la base estabilizada permite un proceso de distribución más homogéneo del material, lo cual evita la concentración de cemento y de partículas granulares en zonas específicas del paño estabilizado. Además, se puede tener un mejor control de la humedad durante la colocación ya que debido al proceso de producción resulta posible controlar, ajustar y mantener la humedad constante en todo el espesor de la capa. Otro aspecto por resaltar de la colocación con dos pavimentadoras es que se puede tener un control uniforme del espesor de la capa estabilizada mediante el uso de líneas guía y palpadores, tal como se muestra en la Figura 48.

Por otro lado, el uso de pavimentadoras supone un proceso más eficiente de colocación, esto al permitir abarcar una mayor colocación de material, en periodos más cortos. Además, se ha observado en sitio que para este proyecto ha permitido en algunos frentes disminuir el lapso comprendido entre la colocación y la finalización de la compactación, ya que el equipo de compactación avanza a una mayor rapidez de acuerdo con la velocidad del tren de distribución del material. Lo anterior permite evitar una mayor pérdida en el contenido de humedad en la mezcla base - cemento.

Sobre el uso de mantas de curado

Posterior a la finalización del proceso de compactación de la base estabilizada con cemento, se ha observado el uso de mantas para el curado. Ante esto, es necesario mencionar que, el procedimiento de curado se realiza con el objetivo de mantener una hidratación constante en la mezcla de base – cemento que fomente la ganancia de resistencia en la base estabilizada. Por su parte, el CR – 2010 establece únicamente que la capa se debe mantener continuamente húmeda hasta la colocación de la siguiente capa.

En este proyecto se ha observado, el uso de mantas de curado para procurar una menor pérdida de humedad en la totalidad de la sección cubierta, además, debido a la facilidad que supone la colocación de las mantas es posible tener un mejor control del curado en bordes y juntas de construcción, en la Figura 50 se puede apreciar el uso de las mantas para el curado.

Figura 50. Colocación mantas para curado de base estabilizada 68+500. Fecha 3 de marzo de 2020





Igualmente, en distintas visitas realizadas por esta Auditoría, se pudo constatar que la colocación de las mantas se realiza justo después de finalizado el proceso de compactación y sellado, por lo cual durante el lapso de ganancia de resistencia se ejecutan medidas de riego que mantienen la hidratación adecuada del paño de base, protegiendo del secado prematuro de la superficie y brindando la humedad suficiente para que se desarrollen las propiedades mecánicas del material.

Se debe tener en consideración al utilizar mantas de curado que, si bien estos tejidos permiten mantener la humedad, es recomendable que sean humedecidos periódicamente, con el riesgo de que, si no se mantiene la humedad en estas, el curado puede ser deficiente. Por otra parte, si las lonas se encuentran en condición seca podría suceder que estas absorban la humedad de la base estabilizada, afectando el curado. Asimismo, tal y como se ha evidenciado en el proyecto, las mantas se deben traslapar adecuadamente superpuestas entre sí y se debe sujetar los extremos de las mantas de manera que impida que el viento las levante y por ende queden descubiertas porciones del paño de base estabilizada.

Por último, el CR - 2010 permite el riego del paño estabilizado, sin embargo, resalta que se refiere a una aspersión fina y uniforme, sin embargo, se ha identificado en otros proyectos que esto puede provocar una acción erosiva sobre la base estabilizada, es por esto que, es criterio del Equipo Auditor que, el uso de mantas de curado constituye un detalle constructivo que atiende a las buenas prácticas de la ingeniería.

Sobre la colocación de MAC

Respecto a la colocación de mezcla asfáltica en este proyecto, en las diferentes visitas realizadas por el Equipo Auditor se observaron procedimientos constructivos favorables, en especial respecto al tren de pavimentación y labores de colocación de la mezcla asfáltica, lo cual a criterio del Equipo Auditor se debe incentivar su uso en este y demás proyectos de obra vial del país.

En varios de los frentes atendidos por el Contratista, en especial en los ubicados en los sectores denominados Rama 1 y Rama 2 se observó el uso de dos pavimentadoras, tal y como se muestra en la Figura 51. Esto ha permitido la colocación sobre el ancho total de la sección en construcción incluyendo la totalidad de los dos carriles y el espaldón.



Figura 51. Colocación con dos pavimentadoras estacionamiento 121+300. Fecha 1 de junio de 2021



El uso de esta práctica constructiva permite una adherencia adecuada entre las capas adyacentes al generarse una unión longitudinal en caliente, para la cual no es necesario ningún tratamiento mientras no exista ningún problema de contaminación. Asimismo, de acuerdo con el CR-2010 colocar las capas longitudinales por medio de dos pavimentadoras de forma paralela favorece la adherencia entre franjas adyacentes. Aunado a lo anterior, esta práctica permite tener una superficie más homogénea y asegura que todas capas de mezcla asfáltica sean compactadas en el mismo día.

Otro aspecto que se puede destacar es que, durante las visitas realizadas en los frentes de colocación de mezcla asfáltica, se observó un manejo adecuado de las juntas transversales de construcción en especial al iniciar colocaciones a partir de las mismas. Se identificó que el Contratista tenía delimitadas las zonas cercanas a la junta de construcción (Figura 52), lo cual tiene en consideración que estas deben compactarse teniendo la precaución de no desplazar la mezcla caliente o agrietar la mezcla previamente colocada.

Figura 52. Delimitación de junta de construcción transversal en capa de mezcla asfáltica estacionamiento 50+700. Fecha: 27 de mayo del 2021





Igualmente se observó que para las zonas cercanas a las juntas transversales de construcción el Contratista optó por el uso de equipo de menor tamaño para la compactación de la mezcla asfáltica recién colocada, esto se puede apreciar en la Figura 53, lo cual no solo permite alcanzar zonas donde el equipo convencional puede provocar algún deterioro, sino que además permite garantizar la compactación deseada en la totalidad de la sección en construcción.

Figura 53. Compactación de la junta de construcción con equipo alternativo estacionamiento 50+700. Fecha: 27 de mayo del 2021



En este sentido, se evidenció que el Contratista mantiene control del adecuado y correcto acabado de las juntas de construcción, esto debido a que se ha observado en diferentes frentes de colocación que personal de la obra revisa y mantiene el control riguroso sobre los niveles en dichas zonas. Tal y como se ilustra en la Figura 54 (a) y (b), donde se revisa que entre carpetas no exista la presencia de hundimientos, gradas o irregularidades. Ante esto es necesario comprender que, al quedar una irregularidad de nivel, los vehículos, principalmente los pesados, podrían generar una deformación en el borde lo cual puede aumentar la susceptibilidad al desprendimiento de partículas.

Figura 54. Control de niveles en junta de construcción transversal estacionamiento 50+700.
Fecha: 27 de mayo del 2021



(a)



(b)

Asimismo, se ha observado que, en los frentes de colocación de mezcla asfáltica, se ha logrado mantener un tren de pavimentación continuo en las actividades de descarga, distribución y compactación de la mezcla asfáltica. Tal y como se observa en la Figura 55, en algunos de los frentes de trabajo el Contratista ha procurado mantener constante la descarga de la mezcla asfáltica sobre la pavimentadora, lo cual previene la formación de alguna anomalía o desnivel que pueda incidir sobre la regularidad superficial de la carpeta asfáltica.

Figura 55. Tren de colocación de mezcla asfáltica continuo en estacionamiento 111+200.
Fecha 03 de junio del 2021



Asimismo, para las labores de compactación, se observó durante la colocación de MAC en los paños comprendidos en las zonas cercanas al estacionamiento 97+300 al 97+720 LD que se han empleado mecanismos para el control de la compactación en función de la temperatura. En este caso, se observó el uso de conos para delimitar los sectores en donde el equipo compactador puede iniciar labores de compactación y en donde no debe pasar por ser zonas donde la temperatura es superior a los 140 °C (establecida para ese momento), tal como se presenta en la Figura 56. Esto evita que sobre la carpeta asfáltica se generen desplazamientos



de la mezcla o se formen planos de compactación debido a la alta temperatura del material. Ante esto, el CR - 2010 establece, para mezclas modificadas, que para el inicio de la compactación la temperatura no puede ser menor a la establecida con los resultados del tramo de prueba y aprobada por la Administración.

Figura 56. Demarcación de zonas de la MAC en función de la temperatura estacionamiento 97+400. Fecha: 29 de marzo del 2022



Sobre limpieza y barrido de las zonas de trabajo

En relación con los trabajos de limpieza de las zonas de trabajo, durante las visitas realizadas por este Equipo Auditor se observó que el Contratista realiza la aplicación del barrido y limpieza mediante compresores de aire (Figura 57). Esto se lleva a cabo de previo a la colocación de capas posteriores, en especial para las capas de mezcla asfáltica.

Regularmente, en proyectos a nivel nacional se ha visto que previo a la colocación de mezcla asfáltica únicamente se aplica el barrido mecánico del paño para eliminar el material contaminante. Sin embargo, para este proyecto el uso de técnicas de soplado mediante compresor de aire constituye una buena práctica de limpieza para la preparación de la superficie. Esto permite eliminar sobre la superficie la presencia de partículas finas (polvo) que tienen una incidencia en la adherencia y desempeño de las capas posteriores, en especial porque facilita el desprendimiento del riego de liga.

De acuerdo con Guerrero (2015) la limpieza adecuada de la superficie de previo a la aplicación del riego de liga permite optimizar la adherencia entre capas y además disminuye el riesgo de fallas por delaminación o deslizamiento entre superficies con presencia de polvo o partículas contaminantes. Por lo cual, es criterio del Equipo Auditor, que el uso de herramientas como compresores de aire para el soplado de las superficies representa una práctica que debe estandarizarse en los demás proyectos de obra vial.



Figura 57. Limpieza con compresor de aire. Fecha 16 de setiembre de 2021



SOBRE EL DESEMPEÑO DEL PAVIMENTO

HALLAZGO 2. EN TÉRMINOS GENERALES, EL PROYECTO PRESENTA UNA CONDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EN CUMPLIMIENTO CON LOS VALORES IRI Y MRI ESPECIFICADOS. MAS DE UN 95 % DE LOS VALORES INDIVIDUALES DE IRI POSEE UN VALOR INFERIOR A 3,0 M/KM.

En este hallazgo se incluye el análisis realizado a los resultados obtenidos para la evaluación de la condición de regularidad superficial mediante el parámetro conocido como Índice de Regularidad Superficial (IRI). De acuerdo con la norma ASTM 867-06 “Standard Terminology Relating to Vehicle – Pavement Systems”, la regularidad superficial corresponde a la desviación de una superficie respecto a una superficie plana teórica.

Por su parte, el valor IRI se calcula con la finalidad de resumir matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie de camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros estándar. Además, es necesario comprender que, el concepto de perfil longitudinal de la carretera se refiere al corte en dos dimensiones de la superficie de la carretera, lo cual implica que se pueden tomar varios perfiles sobre distintos ejes longitudinales, sin embargo, para el cálculo del IRI interesa el perfil longitudinal ubicado bajo las huellas de las llantas de los vehículos, principalmente porque estos perfiles representan las franjas sobre las cuales se da el tránsito vehicular.

En vista de ello, es necesario definir cuantos perfiles longitudinales serán tomados en cuenta para el cálculo del IRI, por lo cual, al querer representar la condición superficial en las zonas bajo las huellas de los vehículos, se toman los perfiles en ambas huellas de las llantas de un



vehículo y se calcula el promedio de las huellas izquierda y derecha de un vehículo, este parámetro se conoce como Índice de Rugosidad Promedio (Mean Roughness Index (MRI)).

Esta evaluación se ejecutó en aquellos tramos que se encontraban concluidos con ambas capas de mezcla asfáltica colocada a la fecha de ejecución de los ensayos, es decir capa intermedia y de rodadura. Las pruebas se realizaron entre los días 18 y 22 de octubre del 2021 para los carriles en el sentido San José-Limón y sentido Limón-San José. Además, el criterio empleado para el análisis corresponde al indicado en la Tabla 2.

Tabla 2. Requerimientos IRI del proyecto. Fuente: UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179)

Parámetro	Pavimento flexible nuevo	Pavimento flexible rehabilitado
Valor individual	Máx. 3,0	Máx. 3,6
Media móvil	Máx. 2,0	Máx. 2,5
Percentil 80	Máx. 2,5	Máx. 3,0

Se debe resaltar que, los resultados de la evaluación de regularidad de los tramos concluidos se enviaron a la Unidad Ejecutora (UE) mediante la nota **EIC-Lanamme-131-2022** con fecha del 8 de marzo del 2022, ante la cual, en manera de respuesta la UE remitió el oficio **UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179)** del 30 de marzo del 2022, indicando que la evaluación de IRI se realiza por la metodología de media móvil por columna como el promedio de 10 valores individuales, además se solicitaron los resultados sin procesar de la medición y se indicó que los requerimientos de IRI para el proyecto son los que se muestran en la Tabla 2.

Por su parte, se toma en consideración el concepto de singularidad, el cual corresponde a aquellas alteraciones sobre el perfil longitudinal de la carretera que no son atribuibles a fallas en el procedimiento constructivo del Contratista. Por lo cual, para el análisis realizado no se incluye en el cálculo realizado las singularidades indicadas en el oficio de la Unidad Ejecutora **UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179)** correspondientes a los puentes del proyecto y los pasos de fauna en las estaciones 80+060 y 81+767, se destaca que se consideró una longitud de influencia de las singularidades de 40 m en el sentido de avance de la medición. Finalmente, debido a la metodología empleada no se incluye en el análisis realizado los tramos homogéneos menores a 1 kilómetro.

Tramos en el carril externo sentido San José – Limón

En primer lugar, se incluyen las evaluaciones de regularidad superficial para el sentido San José-Limón en el carril externo. Se muestran en la Tabla 3, los resultados obtenidos en el análisis de los valores de MRI de las mediciones ejecutadas en los sectores terminados del pavimento, los cuales se dividieron en 5 tramos a lo largo de Rama 1 y Rama 2.

Para el tramo comprendido entre las estaciones 51+000 al 57+000 se identificó que únicamente un valor individual superaba el máximo establecido de 3,0 m/km, el tramo de 100 m que presentó el incumplimiento corresponde al comprendido ente el 54+150 al 54+250. Por su parte, en los tramos comprendidos entre el 64+000 al 75+000, el 78+000 al 92+000 y del





117+000 al 119+000 no se obtuvieron incumplimientos por valores individuales ni por valores calculados por media móvil.

Por último, en el tramo del 125+000 al 134+000 se identificaron dos valores individuales superiores a 3,0 m/km entre los estacionamientos 130+000 al 130+100 y del 130+100 al 130+200. Por su parte, para los valores calculados por media móvil, se identificaron incumplimientos en los tramos comprendidos entre el 125+580 al 126+580, del 128+900 al 130+100 y del 131+160 al 133+600, donde se obtuvieron valores de MRI superiores a 2,0 m/km.

Adicionalmente, se debe destacar que, los incumplimientos en valores individuales mencionados anteriormente corresponden únicamente a un 1,1 % de los valores individuales registrados en el carril externo. Mientras que, para el criterio de media móvil, los valores superiores a 2,0 m/km representan un 10,3 % de los tramos evaluados en el carril externo del sentido San José-San Ramón.

Tabla 3. Resumen medición de regularidad superficial tramos sentido San José-Limón carril externo

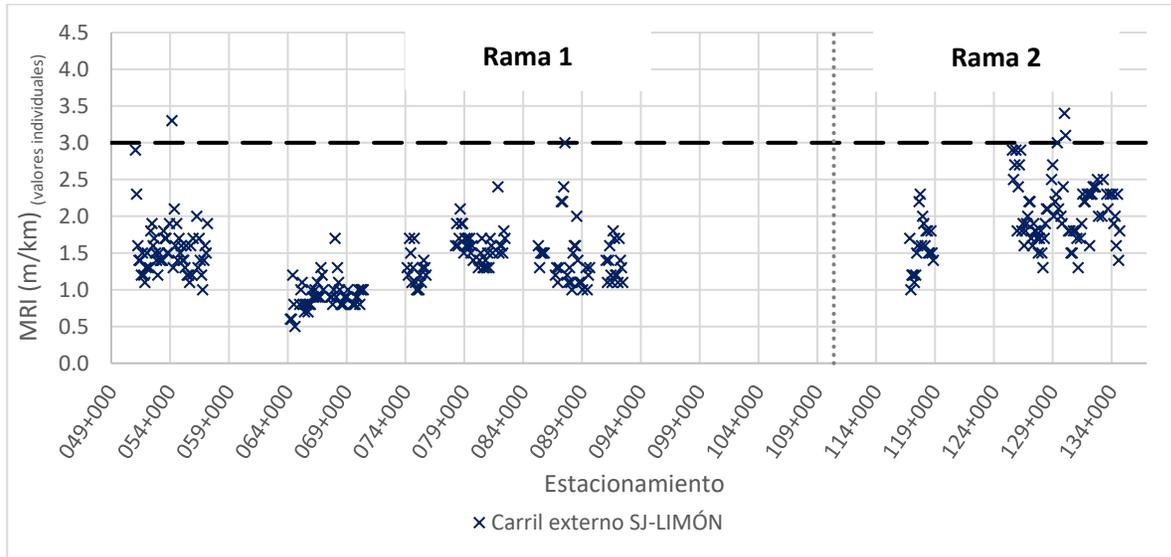
Tramo inicio	Tramo fin	Mayor valor de media móvil columna	Percentil 80	Mayor valor individual	Valores individuales que superan límite de 3 m/km
51+000	57+000	1,8	1,5	3,3	1
64+000	75+000	1,3	1,0	1,7	0
78+000	92+000	1,8	1,7	3,0	0
117+000	119+000	1,8	1,8	2,3	0
125+000	134+000	2,5	2,3	3,4	2

Aunado a lo anterior, se muestra en la Figura 58 los valores individuales obtenidos para el carril externo en el sentido San José-Limón, donde se puede apreciar que únicamente 3 tramos de 100 metros superan el límite máximo.



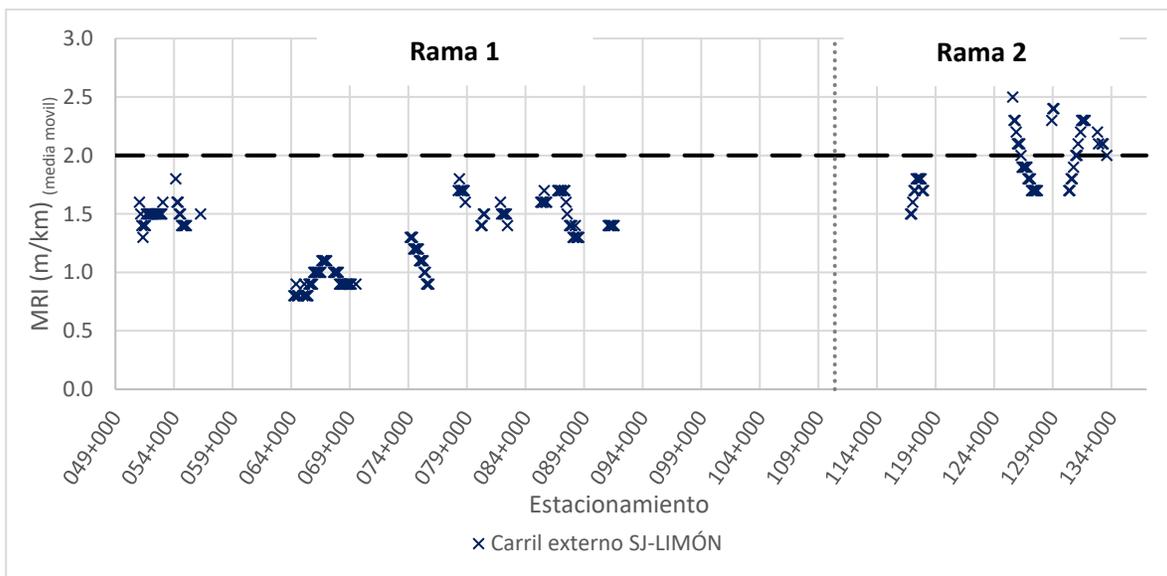


Figura 58. Regularidad superficial en tramos de 100 m en el carril externo del sentido San José-Limón



Del mismo modo, se pueden apreciar en la Figura 59, los resultados obtenidos para el criterio de media móvil, donde la mayor parte cumple con valores inferiores a 2,0 m/km, además, se evidencia que los incumplimientos para este criterio se ubican en el sector correspondiente a Rama 2.

Figura 59. Regularidad a lo largo de los estacionamientos según el criterio de media móvil en el carril externo del sentido San José-Limón





Tramos en el carril interno sentido San José – Limón

En el caso de los tramos evaluados en el carril interno del sentido San José-Limón, las mediciones realizadas se dividieron en 5 tramos principales, en la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos mediante el cálculo del MRI tanto para valores individuales como para el criterio de media móvil.

Tabla 4. Resumen medición de regularidad superficial tramos sentido San José-Limón carril interno

Tramo inicio	Tramo fin	Mayor valor de media móvil columna	Percentil 80	Mayor valor individual	Valores individuales que superan límite de 3 m/km
51+000	56+000	1,2	1,2	1,7	0
74+000	81+000	1,5	1,5	2,2	0
86+000	92+000	1,2	1,2	2,0	0
116+000	118+000	1,9	1,8	2,9	0
129+000	134+000	2,1	1,9	3,0	0

Para el sector comprendido entre los estacionamientos 129+000 al 134+000, únicamente se identifica un valor por media móvil superior a los 2,0 m/km, en específico este tramo se ubica entre los estacionamientos 131+660 al 132+660. Además, se destaca que, no se detectaron valores individuales que superen lo especificado en el documento contractual. Asimismo, se incluye en la Figura 60 los resultados obtenidos para tramos de 100 m y en la Figura 61 los valores calculados según el criterio de media móvil.

Figura 60. Regularidad superficial en tramos de 100 m en el carril interno del sentido San José-Limón

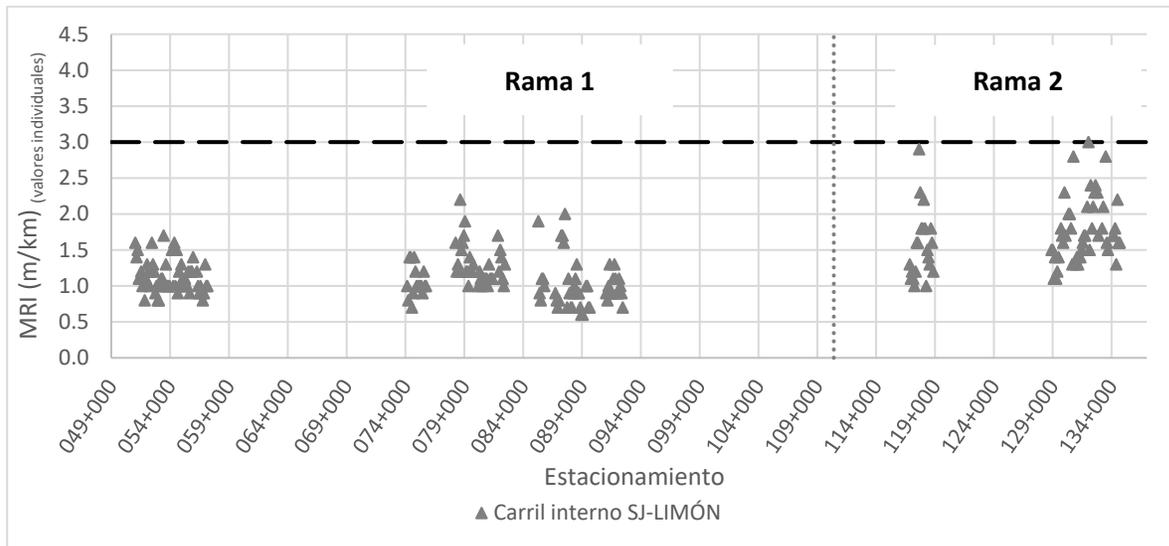
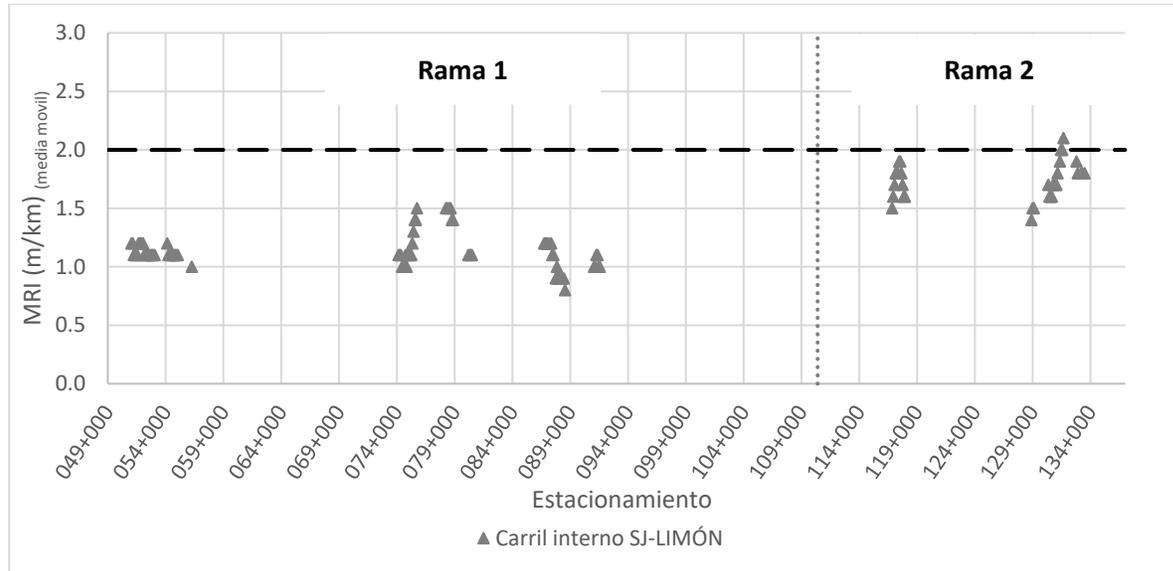




Figura 61. Regularidad en los tramos evaluados según el criterio de media móvil en el carril externo del sentido San José-Limón



Tramos en el carril externo sentido Limón – San José

Por otro lado, en el sentido Limón – San José únicamente fue posible evaluar los tramos comprendidos entre el 64+000 al 71+000 y 125+000 al 129+000 del carril externo. En este caso, se muestra en la Tabla 5 los resultados obtenidos de MRI tanto para valores individuales como para el criterio de media móvil.

Tabla 5. Resumen medición de regularidad superficial tramos sentido Limón-San José carril externo

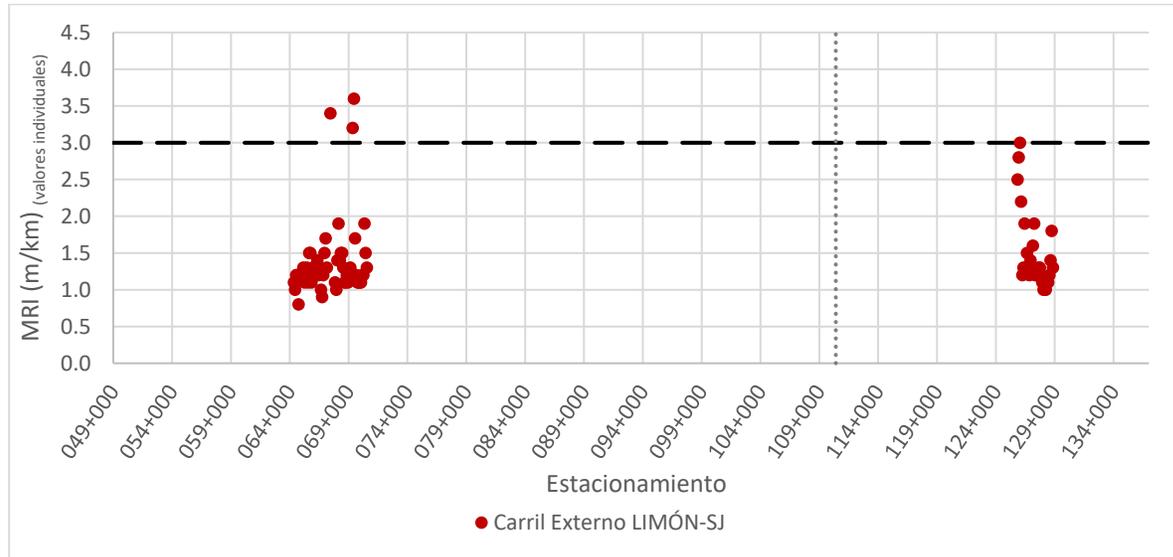
Tramo inicio	Tramo fin	Mayor valor de media móvil columna	Percentil 80	Mayor valor individual	Valores individuales que superan límite de 3 m/km
64+000	71+000	1,7	1,6	3,6	3
125+000	129+000	1,9	1,5	3,0	0

En el caso del tramo entre 64+000 al 71+000 se identificaron 3 sectores de 100 m cuyos resultados de IRI supera el máximo establecido de 3 m/km para valores individuales, estos se ubicaron entre los estacionamientos 69+450 al 69+350, 69+350 al 69+250 y del 67+450 al 67+350 del sector de Rama 1, lo cual se puede apreciar gráficamente en la Figura 62. Se destaca que, para el tramo del estacionamiento 125+000 al 129+000 no se presentaron incumplimientos en valores individuales.



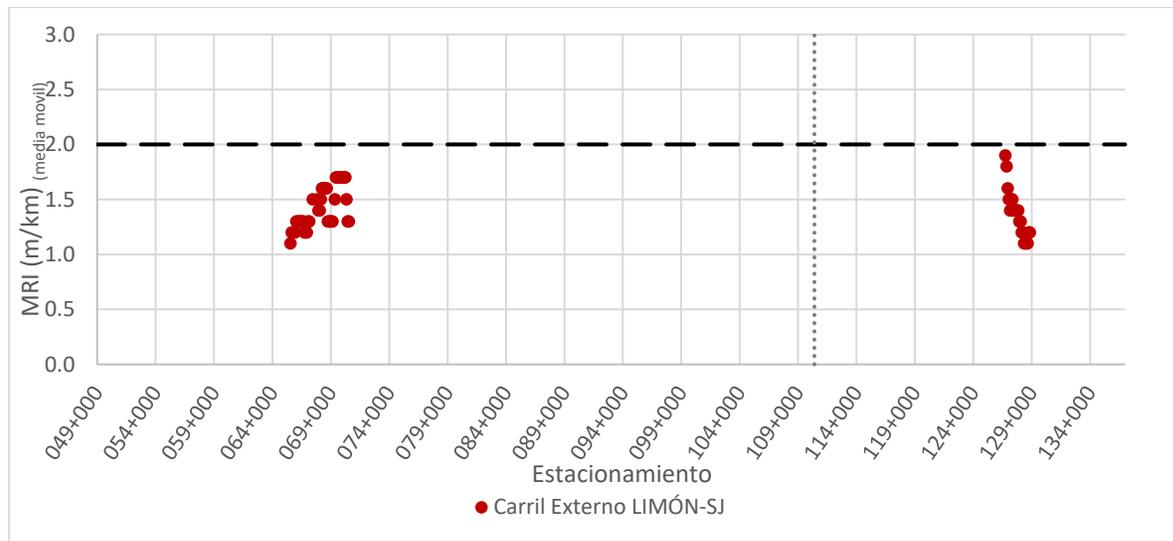


Figura 62. Regularidad superficial en tramos de 100 m en el carril interno del sentido Limón-San José



Por último, se aprecia ninguno de los dos tramos evaluados presento valores de IRI calculados por el criterio de media móvil superiores a 2,0 m/km.

Figura 63. Regularidad en los tramos evaluados según el criterio de media móvil en el carril externo del sentido Limón-San José



Adicionalmente, se incluye en la Figura 64 la ubicación de los puntos medidos y la clasificación de los tramos, según su condición de regularidad superficial para los valores individuales, a partir de los rangos de clasificación utilizados en los informes de evaluación de la red vial nacional que realiza el LanammeUCR, los cuales establecen las categorías que se indican en la Tabla 6. Se destaca que esos rangos no constituyen la clasificación establecida en las





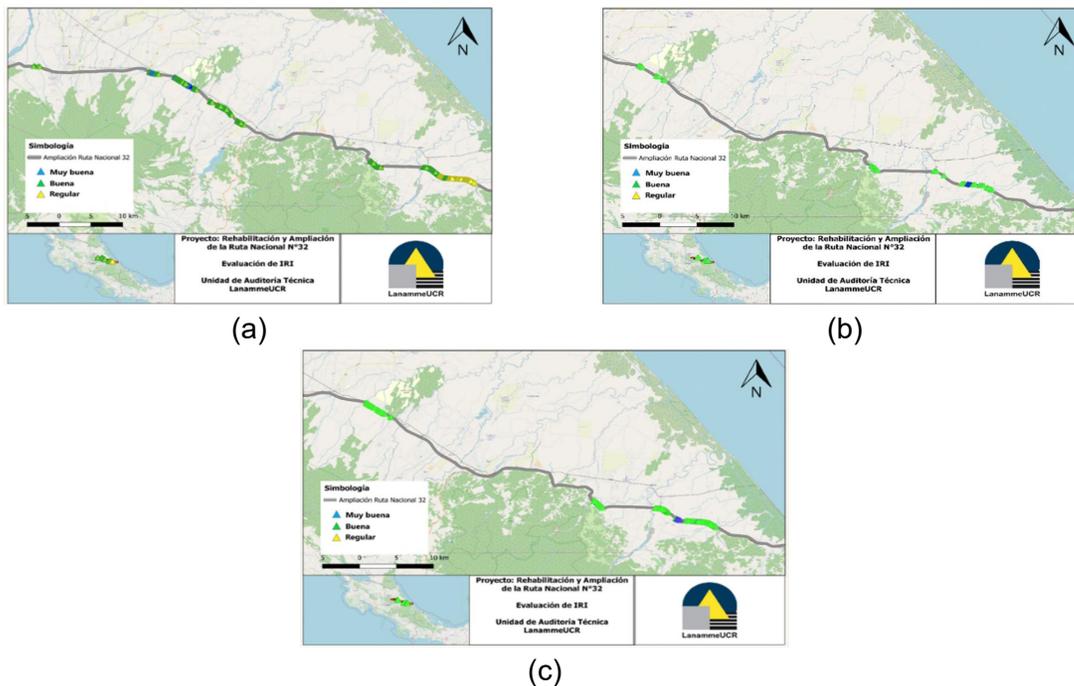
especificaciones para el proyecto, sin embargo, la representación gráfica de los puntos medidos constituye un insumo complementario para valorar la condición de los tramos evaluados.

Tabla 6. Rangos de clasificación de regularidad superficial (IRI) según informes de evaluación de la red vial nacional

Rango de IRI	Clasificación
menor a 1,0 m/km	regularidad superficial muy buena
entre 1,0 y 1,9 m/km	regularidad superficial buena
entre 1,9 y 3,6 m/km	regularidad superficial regular
entre 3,6 y 6,4 m/km	regularidad superficial deficiente
mayor a 6,4 m/km	regularidad superficial muy deficiente

Fuente: LanammeUCR, 2017

Figura 64. Ubicación de tramos por condición de regularidad superficial (a) Sentido San José-Limón Carril externo, (b) Sentido San José-Limón Carril interno, (c) Sentido Limón-San José Carril interno



Finalmente, se destaca que, mediante el oficio CSRN32-0320-2022 del 23 de marzo del 2022, la Supervisión indica que existen sectores en la zona denominada como Rama 2 con incumplimientos del parámetro de IRI, razón por la cual, existen No Conformidades abiertas sobre el tema, las cuales se están resolviendo por parte del Contratista mediante la sustitución de la capa de rodadura en esos sectores.



OBSERVACIÓN 5. EN TÉRMINOS GENERALES, EL PROYECTO CUENTA CON UNA BUENA CAPACIDAD ESTRUCTURAL EN LOS TRAMOS CONCLUIDOS A LA FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS.

La presente observación está basada en el análisis de deflexiones y evaluación de capacidad estructural del proyecto con base en los resultados de las pruebas de deflectometría de impacto (FWD) realizadas por el LanammeUCR sobre aquellos tramos que se encontraban con la estructura de pavimentos concluida, es decir con las dos capas de mezcla asfáltica colocadas.

Las pruebas fueron ejecutadas en el año 2021, específicamente entre los días 18 y 22 de octubre del 2021 por lo cual únicamente se realizaron mediciones en los tramos finalizados para esa fecha. Para este análisis se toman en consideración las deflexiones obtenidas, así como los parámetros de área de Horak, en particular se estudian los siguientes parámetros:

- Deflexión máxima (D0): Este parámetro representa la deflexión medida en el plato de carga, de acuerdo con Saleh (2016) este refleja el aporte a nivel de deflexiones de todas las capas del paquete estructural de pavimentos, así como la condición de la subrasante.
- Indicador de curvatura superficial o BLI: De acuerdo con Horak (2008) este indicador se asocia principalmente a la capacidad estructural de las capas superficiales, incluyendo la capa de mezcla asfáltica (capa ligada) y la capa base de la estructura de pavimento a una profundidad entre 0 y 300 mm, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$BLI = d_0 - d_1$$

Donde:

D0 y D1 son las deflexiones medidas a la distancia de 0 y 300 mm desde el plato de carga respectivamente.

- Indicador de daño base o MLI: Este parámetro caracteriza principalmente la rigidez de la parte intermedia del paquete estructural de pavimento, usualmente se asocia a las capas de base y subbase contenidas entre los 300 mm y 600 mm desde el punto de aplicación de la carga. De acuerdo con Horak (2008) se puede calcular de la siguiente manera:

$$MLI = d_1 - d_2$$

Donde:

D1 y D2 son las deflexiones medidas a la distancia de 300 y 600 mm desde el plato de carga respectivamente.

- Indicador de curvatura base o LLI: Por su parte este indicador se asocia directamente a la región inferior del pavimento, precisamente para estudiar la capacidad y rigidez en la subrasante. Su cálculo considera las deflexiones a 600 y 900 mm desde la carga mediante la siguiente formula:



$$LLI = d_2 - d_3$$

Donde:

D2 y D3 son las deflexiones medidas a la distancia de 600 y 900 mm desde el plato de carga respectivamente.

Sobre esto, es necesario destacar que si bien el análisis de deflexiones no constituye un elemento contractual para el proyecto, es criterio del Equipo Auditor que, la valoración de la capacidad estructural de los pavimentos corresponde a una herramienta de utilidad para evaluar su correcto desempeño ante las cargas de tránsito; el uso de estas pruebas permite el estudio de dicha capacidad, mediante un ensayo no destructivo que puede ejecutarse sobre la superficie del pavimento y deducir la condición estructural de las capas que lo componen (Ali & Khosla, 1987).

En vista de ello, para el análisis se consideró el criterio de clasificación de condición estructural propuesto por Horak (2008) en el cual se establecen rangos para cada parámetro y se asocian a una condición estructural: **BUENA**, **REGULAR** o **SEVERA** de acuerdo con los rangos que se establecen en la siguiente Tabla 7:

Tabla 7. Clasificación de la condición estructural para pavimentos con base estabilizada con cemento. Fuente: Horak, 2008 (modificado por el autor)

Tipo de base	Clasificación de condición estructural	Parámetros del cuenco de deflexiones			
		D0	BLI	MLI	LLI
Base estabilizada con cemento	Buena	< 200	< 100	< 50	< 40
	Regular	200 - 400	100 - 300	50 - 100	40 - 80
	Severa	> 400	> 300	> 100	> 80

Se debe destacar que, las pruebas se ejecutaron específicamente en los sectores denominados Rama 1 y Rama 2, en los cuales se concentran la totalidad de las mediciones, tanto para el carril externo en el sentido San José – Limón, así como para el carril interno en el sentido Limón – San José. Por último, los resultados y el análisis realizado fueron notificados a la Unidad Ejecutora del proyecto por medio del oficio **EIC-Lanamme-131-2022** enviado en marzo del 2022.

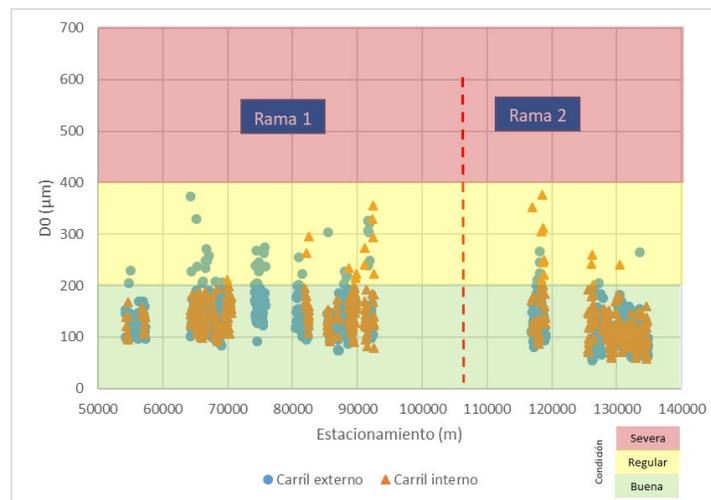
Por lo cual, la Unidad Ejecutora emitió su respuesta mediante el oficio **UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179)** con fecha del 30 de marzo del 2022 en el cual se hace referencia al documento de la Supervisión **CSRN32-0320-2022** del 23 de marzo 2022, en este último se indica que a partir de los resultados obtenidos en la evaluación estructural realizada por el LanammeUCR, el criterio de la Supervisión es que los trabajos de ampliación y en las zonas de rehabilitación de han realizado con la calidad requerida. Se detalla a continuación los valores obtenidos para cada indicador de Horak.



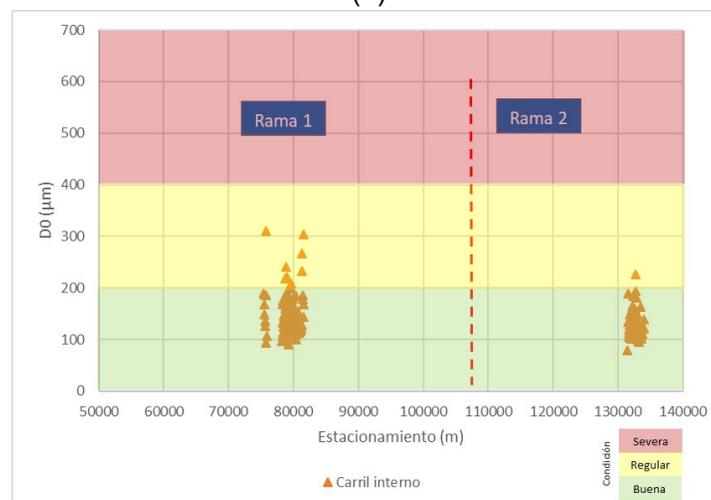
Análisis de las deflexiones máximas D_0

A partir de la información del ensayo de FWD se determinó que el parámetro D_0 evidencia una condición estructural buena en casi la totalidad de los tramos evaluados. Se observa en la Figura 65(a) que para el sentido San José-Limón la mayoría de los datos obtenidos se encuentran agrupados en el rango entre 100 – 200 μm , valores que son indicativos de una condición estructural buena. Además, destaca la poca cantidad de mediciones con resultados de deflexión máxima (D_0) por encima de 300 μm . Por su parte, en el sentido Limón-San José (Figura 65(b)), los datos evaluados para el carril interno se concentran en el rango entre 100 – 200 μm , los cuales, al igual que el caso anterior, son asociados a una condición estructural buena para los tramos ensayados.

Figura 65. Resultados de deflexión máxima (D_0) en el sentido (a) San José-Limón (b) Limón-San José



(a)

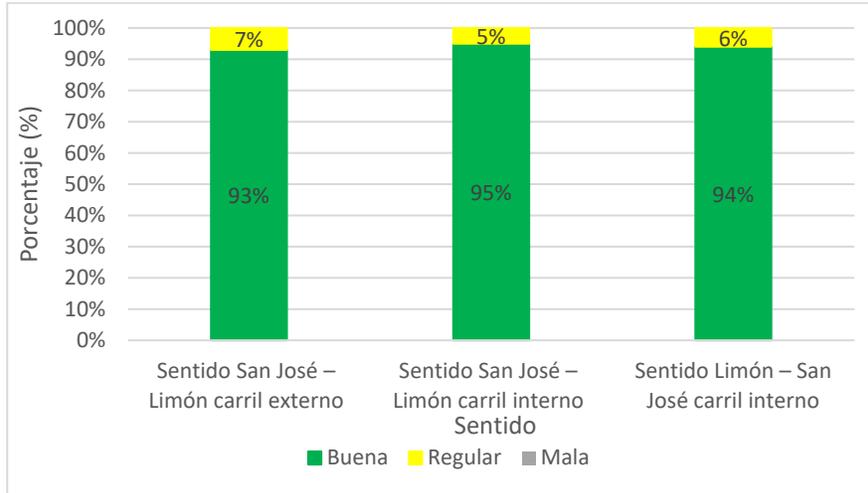


(b)



Asimismo, se incluye un análisis descriptivo de los valores de deflexión máxima (D0), la Figura 66 que resume la distribución porcentual según la condición determinada:

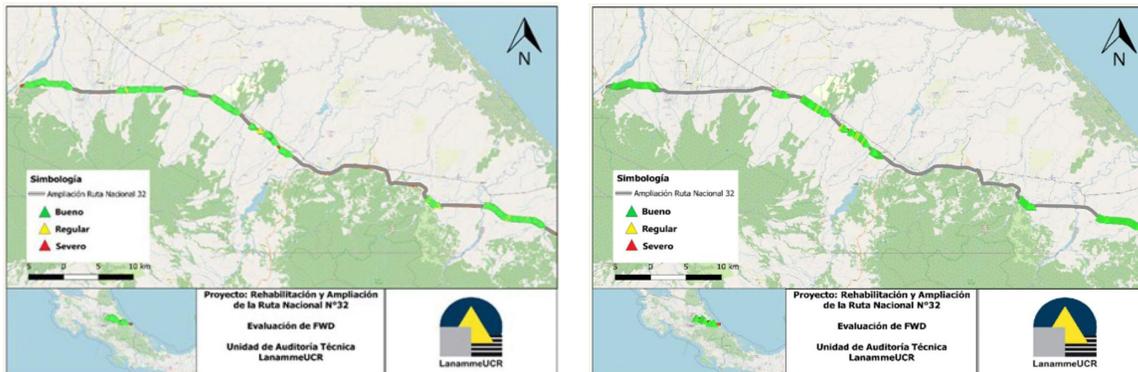
Figura 66. Distribución porcentual de tramos por condición estructural según deflexión máxima (D0)



Destaca que, con base en el parámetro D0, para ambos sentidos más del 90% de los valores posee una condición buena y que para ninguno de los tramos se obtuvo una condición severa, esto es indicativo de una estructura de pavimento que a nivel general posee una adecuada condición estructural esperada para un proyecto de obra nueva.

Aunado a esto, se presenta en la Figura 67 el total de datos de deflectometría en un mapa de la ruta, indicando la condición estructural de los tramos de acuerdo con el parámetro D0, esto permite ubicar con mayor precisión los tramos evaluados:

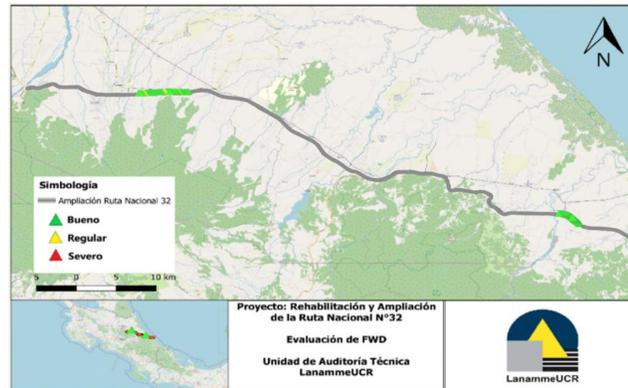
Figura 67. Ubicación de tramos por condición estructural según D0 (a) Sentido San José-Limón carril externo (b) Sentido San José-Limón carril interno (c) Sentido Limón-San José carril interno



(a)

(b)



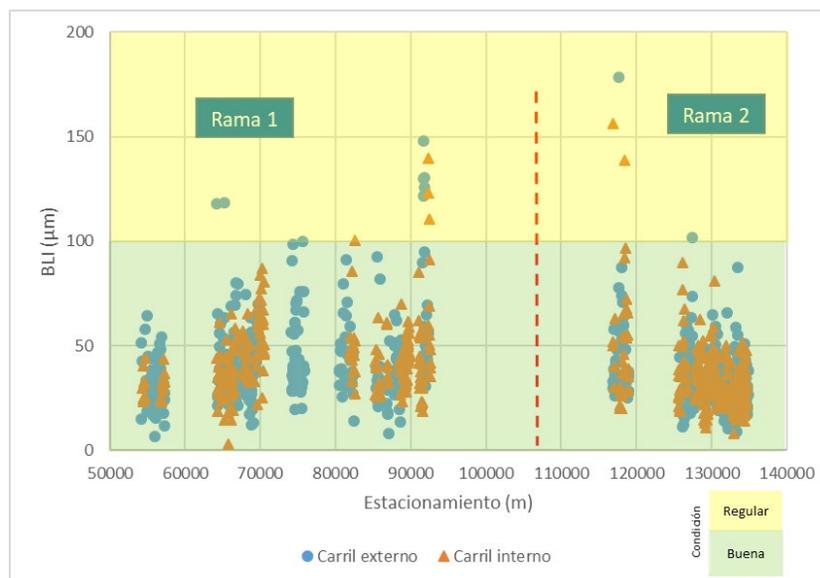


(c)

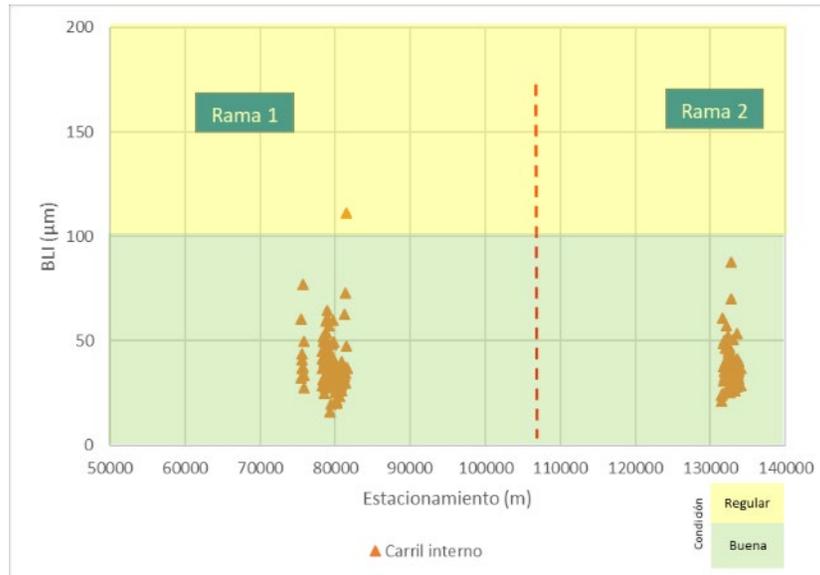
Análisis del indicador de curvatura superficial BLI

Por su parte, el parámetro BLI permitió evidenciar que en su mayoría la condición estructural de las capas superficiales del pavimento se clasifica como buena (más de un 95 %). Se aprecia en la Figura 68 (a) una leve dispersión en los datos en el sentido San José-Limón de los tramos evaluados en Rama 1, esto en comparación a los resultados obtenidos para Rama 2 en el mismo sentido; además destaca que, la mayor parte de los resultados se encuentran por debajo de 100 μm para ambos sentidos de la ruta (Figura 68 (a) y (b)), lo cual de acuerdo al criterio utilizado corresponde a una condición estructural buena.

Figura 68. Resultados de indicador capa base (BLI) en el sentido (a) San José-Limón (b) Limón-San José



(a)



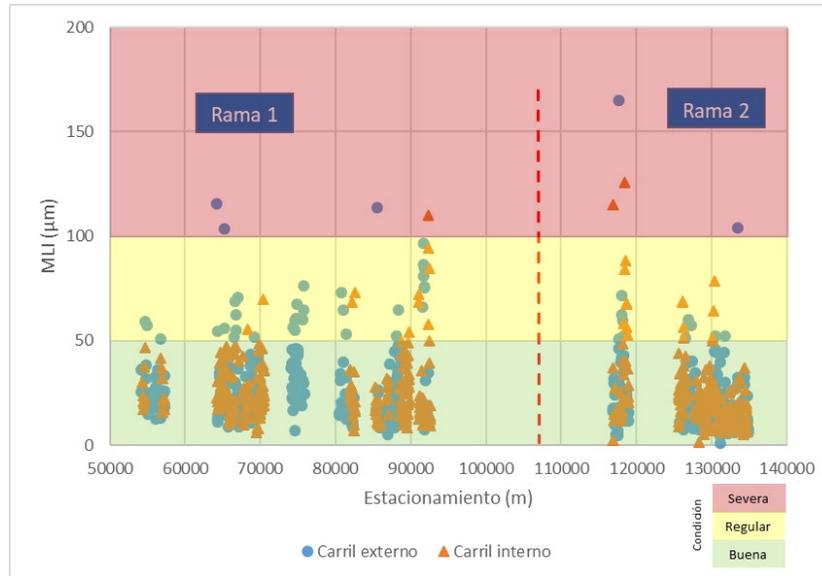
(b)

Análisis del indicador de daño base MLI

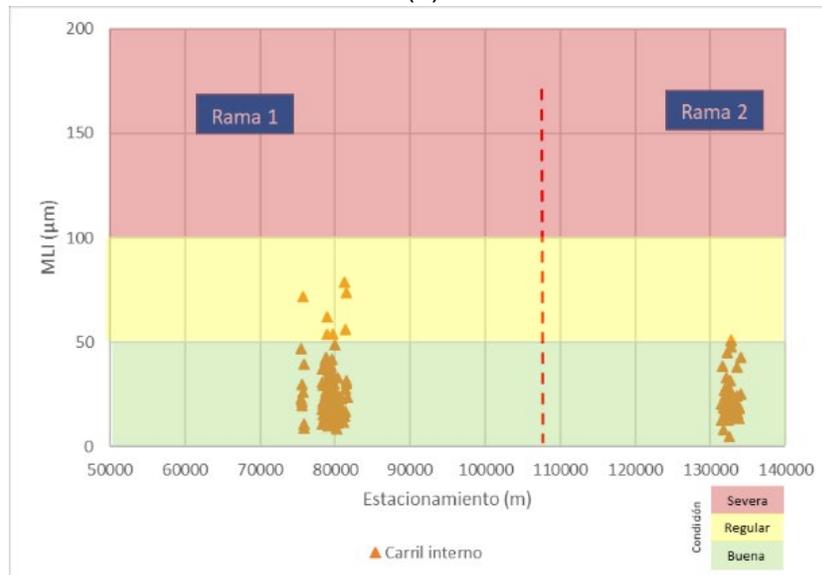
Asimismo, se contempló el cálculo del indicador de daño de la base o capa intermedia (MLI); de acuerdo con lo observado en la Figura 69(a), los datos obtenidos para sentido San José-Limón se encuentran agrupados en su mayoría en el rango entre 0-100 μm , mientras que en una menor proporción (menos del 10 % de los datos) se pueden observar resultados superiores al valor 100 μm . Lo anterior refleja que la mayoría de los tramos evaluados (por encima del 90 %) se clasifican en una condición estructural entre buena y regular.

En cuanto a los resultados en el sentido Limón-San José, mostrados en la Figura 69(b), nuevamente se observan la mayoría de los resultados obtenidos con valores menores a 50 μm ; y tan solo un 7 % de tramos evaluados por encima de dicho límite; lo que corresponde a una clasificación de condición estructural buena en mayor parte.

Figura 69. Resultados de indicador capa intermedia (MLI) en el sentido (a) San José-Limón (b) Limón-San José



(a)



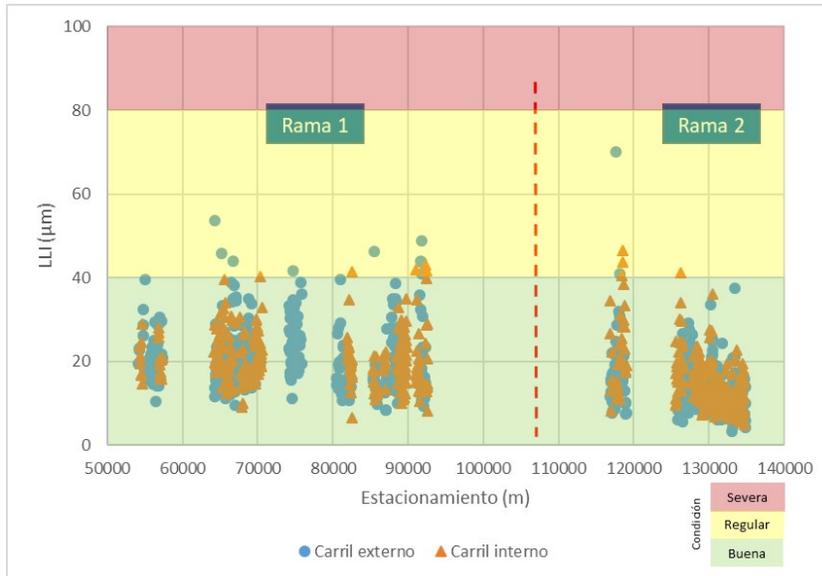
(b)

Análisis del indicador de curvatura base LLI

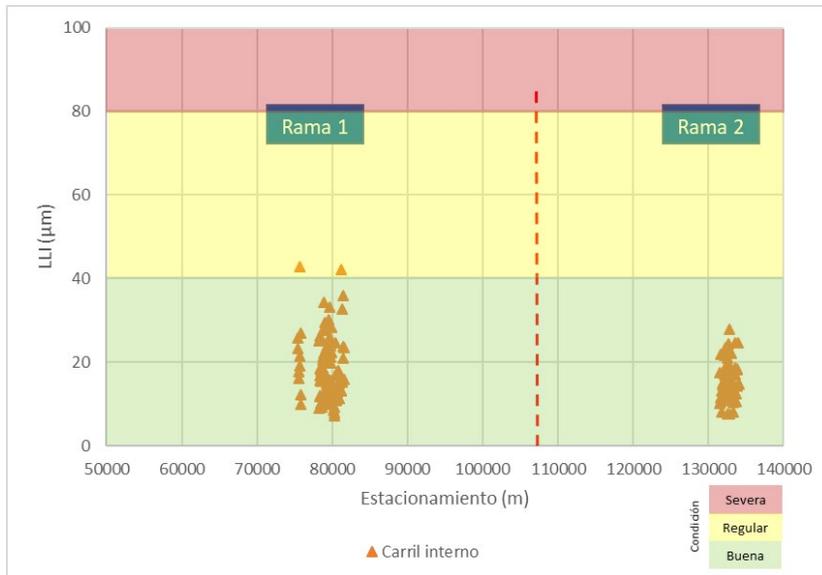
Finalmente, al tomar en consideración el parámetro LLI, se obtiene que en términos generales la condición estructural de las capas inferiores es buena; con base en los resultados que se muestran en la Figura 70 se puede apreciar que para ambos sentidos los tramos que fueron evaluados (concluidos al momento de ejecución de las pruebas) presentan en su mayoría una condición estructural buena ($LLI < 40 \mu\text{m}$), además, se observan pocos tramos en condición regular (LLI entre 40 a $80 \mu\text{m}$) y ninguno en condición severa ($LLI > 80 \mu\text{m}$).



Figura 70. Resultados de indicador capa inferior (LLI) en el sentido (a) San José – Limón (b) Limón – San José



(a)



(b)





OBSERVACIÓN 6. EN TÉRMINOS GENERALES, EL PROYECTO CUENTA CON UNA BUENA FRICCIÓN EN LOS TRAMOS CONCLUIDOS A LA FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS. SE OBTIENEN TRAMOS TERMINADOS CON UN COEFICIENTE DE FRICCIÓN SUPERIOR (GRIPNUMBER) AL MÍNIMO RECOMENDADO.

La presente observación está basada en la evaluación del desempeño funcional del pavimento construido en el proyecto, esto mediante pruebas no destructivas con el equipo Grip Tester, el cual permite obtener el parámetro de GripNumber que se encuentra estrechamente relacionado con la fricción de la carretera.

Sobre esto, es necesario comprender que, la fricción en el pavimento se puede definir como el agarre o las fuerzas de rozamiento que sufren las llantas del vehículo con la superficie, lo cual implica que la fricción corresponde a un elemento importante en el nivel de seguridad que brinda una carretera. Desde ese enfoque, el nivel de fricción influye directamente con el desempeño y seguridad de los vehículos mientras realizan los recorridos, además su efecto es más perceptible bajo condiciones de ruedo en curvas, durante el frenado, así como ante la presencia de lluvia o humedad en la carretera, estos últimos en particular debido al efecto lubricante que se produce entre las llantas y el pavimento.

Debido a lo anterior, se considera que, pese a que no constituye un parámetro contractual, la determinación de la fricción superficial de un pavimento representa un análisis de importancia desde el punto de vista de la seguridad vial de una carretera y, por tanto, el estudio de este fenómeno representa un mecanismo válido de evaluación del desempeño del pavimento construido.

Por lo general, la resistencia al deslizamiento es un valor que se obtiene de campo mediante el uso del equipo Grip Tester, el cual permite evaluar esta resistencia bajo condiciones críticas de humedad, además permite obtener el coeficiente conocido como GripNumber (GN), el cual es adimensional y se considera proporcional a las fuerzas de fricción que ejerce la superficie sobre el neumático; por lo tanto, entre mayor sea este parámetro mejor es la fricción de la carretera.

Por lo cual, como parte de las labores de fiscalización realizadas en el proyecto de ampliación de la RN No. 32, se realizó el estudio de la fricción superficial. Esta medición se realizó en los tramos del proyecto que tenían su estructura de pavimento colocada en su totalidad a la fecha de ejecución de los ensayos. Las pruebas se realizaron entre los días 18 y 22 de octubre del 2021 para los carriles en el sentido San José – Limón (sentido 1-2) y sentido Limón – San José (sentido 2-1).

El análisis presentado en este documento toma en consideración los rangos establecidos en los informes de evaluación de la red vial nacional que realiza el LanammeUCR, en el cual se establecen las categorías de acuerdo al valor del Grip Number que se muestran en la Tabla 8.





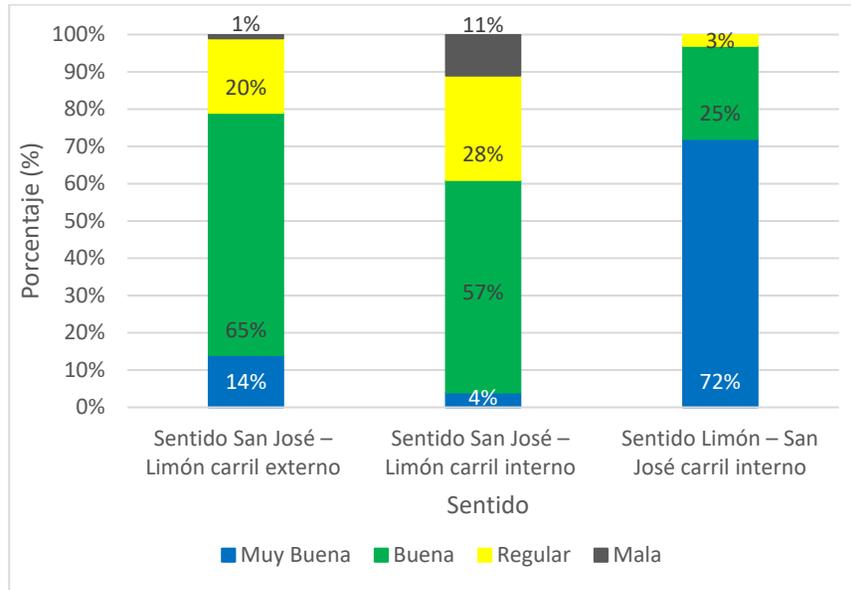
Tabla 8. Categorías de clasificación de la fricción superficial según GripNumber

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

* Número de accidentes por cada millón de vehículos / kilómetro, en función del coeficiente de fricción, obtenidos en Gran Bretaña, según memorias del 5to Simposio de Características Superficiales de Pavimentos, Toronto, Canadá, 2004. Tabla modificada LanammeUCR 2017.

Se observa en la Figura 71 la distribución porcentual de la condición de fricción superficial de los tramos evaluados en el proyecto con base en el GripNumber obtenido para cada carril y sentido de acuerdo con el criterio mostrado anteriormente.

Figura 71. Distribución porcentual de la condición de fricción superficial



Se puede observar que, para el sentido San José-Limón (1-2) en el carril externo aproximadamente el 79 % de los tramos se puede clasificar con una condición entre buena y muy buena, mientras que, tan solo el 1 % posee una condición mala. Por otro lado, para el carril interno, se observó un aumento en el número de tramos que clasifican en la categoría de mala (11% del total) dichos tramos se ubican entre los estacionamientos 127+865 al 128+765



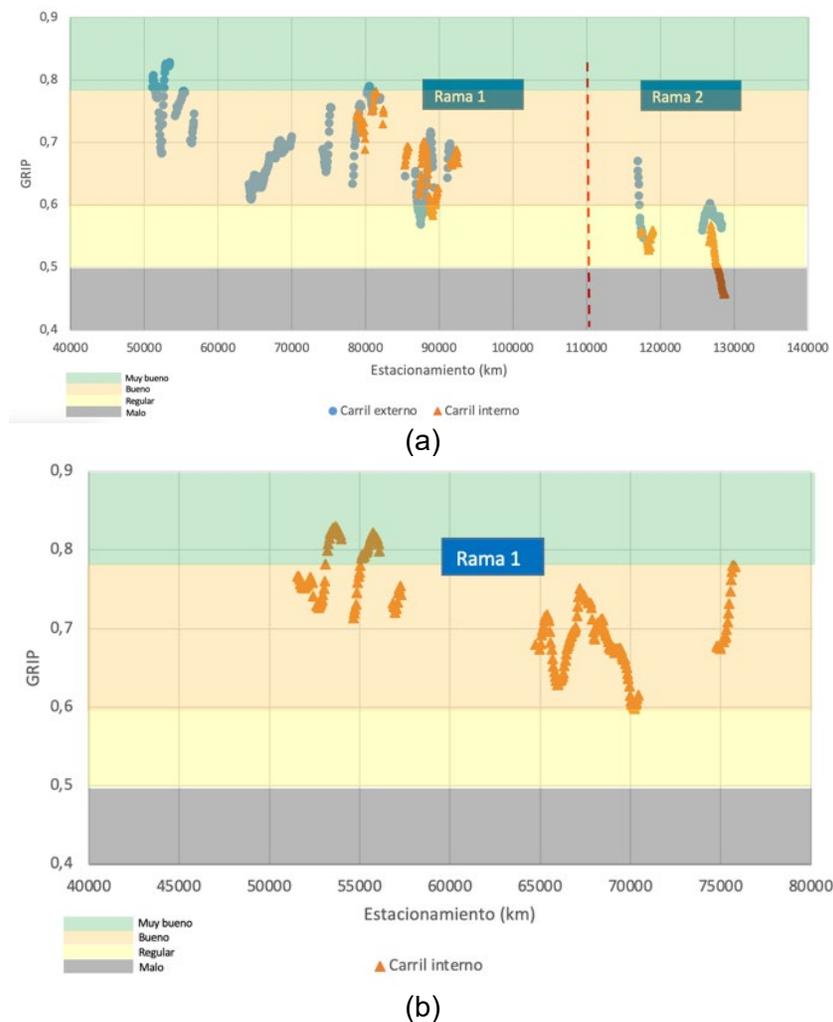


LD, mientras que el 89 % restante de las observaciones se encuentran en las categorías de regular – buena y muy buena.

Para el sentido Limón-San José (2-1), únicamente se evaluaron tramos del carril interno, de los cuales, se determinó que ninguno se clasificó en la categoría de mala y que la totalidad de los datos obtenidos se agrupa en la clasificación de condición regular, buena y muy buena.

Por otro lado, se muestra a continuación (Figura 72) los resultados individuales obtenidos para los tramos que fueron ensayados en cada sentido:

Figura 72. Resultados de GripNumber en el sentido (a) San José-Limón (b) Limón-San José

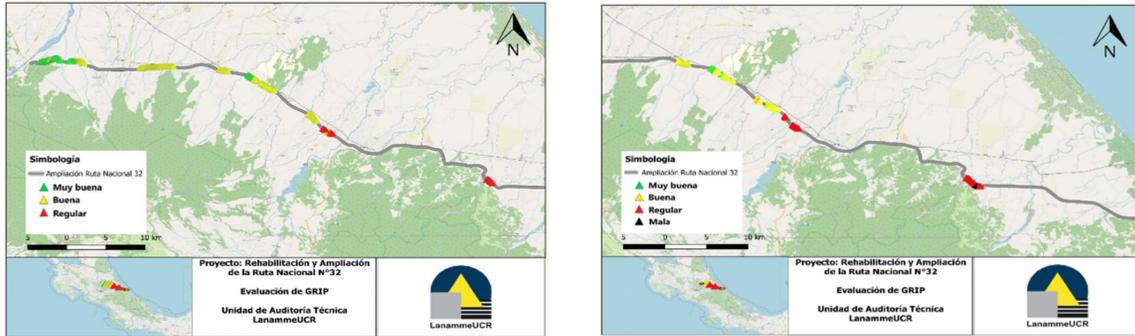


Finalmente, se muestra a continuación la ubicación de los puntos medidos y la clasificación de los tramos según su condición de fricción de acuerdo con el coeficiente de GripNumber a partir de los rangos establecidos en la Tabla 8.



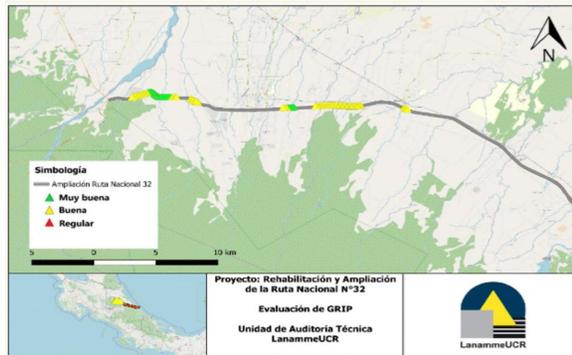


Figura 73. Ubicación de tramos por condición de fricción en el sentido (a) San José-Limón Carril externo, (b) San José-Limón Carril interno, (c) Limón-San José Carril interno



(a)

(b)



(c)



10. CONCLUSIONES

A partir de los resultados evidenciados durante la ejecución de la auditoría, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

SOBRE LA SEGURIDAD VIAL

- Se ha identificado el uso de señales de tránsito que no se encuentran conformes con la normativa de control de tránsito y que pueden brindar un mensaje incorrecto a los usuarios de la vía al advertir de condiciones que no son las existentes en la vía.
- Se han detectado deficiencias en el manejo y canalización de usuarios como peatones y ciclistas que pueden ser considerados como vulnerables dentro de las zonas delimitadas como espacios de trabajo.
- Existen algunos frentes de trabajo que no cuentan con un espacio de transición adecuado que permita evitar cambios abruptos en las condiciones de manejo de los conductores de la carretera. Además, en algunas zonas, el espacio de amortiguamiento lateral no provee adecuada protección a los trabajadores del Contratista.
- Existen importantes oportunidades de mejora en lo referente al control y manejo temporal del tránsito y usuarios vulnerables durante la etapa constructiva del proyecto, en aras de garantizar la seguridad no solo de los conductores y peatones de la vía, sino que además salvaguardar la integridad física del personal que se encuentra en los frentes de trabajo.

SOBRE LAS PRÁCTICAS Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

- Se identificó que en el proyecto se realiza el cortado de los tramos de base estabilizada que presentan resistencias mayores al límite superior de la especificación como una medida correctiva del incumplimiento de calidad para evitar el agrietamiento de forma descontrolada.
- Los cortes realizados en los tramos con resistencias altas presentan el mismo comportamiento que las grietas por contracción en la base estabilizada al verse sometidos a esfuerzos normales al plano del corte, lo cual puede propiciar su reflejo con el tiempo sobre la carpeta asfáltica.
- La colocación de una capa de espesor suelto previo a la colocación de base estabilizada con pavimentadora favorece la pérdida de humedad en ese material debido a la exposición por un periodo mayor a las condiciones climáticas (sol-viento-alta temperatura) lo cual puede dificultar los procesos de compactación del material.
- La distribución de la capa de espesor suelto mediante métodos manuales o mediante equipos como el cargador frontal puede propiciar la segregación de la base estabilizada, formando zonas con características físicas distintas (tamaño, forma, densidad, humedad) lo cual genera efectos desfavorables para los procesos posteriores de compactación.



- Se evidenció en algunos frentes de trabajo, la colocación de una capa de espesor reducido conocido como “traba” en el ancho total de las secciones intervenidas para la colocación de la primera y segunda capa asfáltica.
- El uso de traba puede generar problemas de compactación y de regularidad en la capa de mezcla asfáltica, así como un plano de falla entre las capas de pavimento.
- Se identificaron sectores de la capa de “traba” con presencia de agregado triturado producto de la circulación de maquinaria y vehículos pesados, lo cual puede incidir en la adherencia de la mezcla suelta con la capa por colocar.
- Se registraron prácticas constructivas como la producción de base estabilizada con cemento mezclada en planta, el uso de pavimentadoras para su colocación y el empleo de mantas de curado que inciden positivamente en la durabilidad y desempeño de la capa de base estabilizada.
- Además, el manejo de las juntas de construcción, los controles de temperatura de la mezcla durante la colocación de mezcla asfáltica representan buenas prácticas constructivas que influyen directamente en la capacidad estructural y en la regularidad de la carpeta asfáltica.
- Se ha registrado la limpieza mediante compresor de aire de las superficies previo a la aplicación del riego de liga, lo cual incide positivamente en la adherencia entre las capas subyacentes y la carpeta asfáltica por colocar.

SOBRE EL DESEMPEÑO DEL PAVIMENTO

- El valor de IRI calculado en las secciones pavimentadas del proyecto a nivel de dos capas generalmente es menor al valor indicado por la especificación establecida, únicamente se identificaron incumplimientos en dos de los sectores homogéneos evaluados de acuerdo al criterio de media móvil.
- En cuanto a los valores individuales en tramos de 100 m, más de un 95 % de los valores individuales IRI posee un resultado menor a 3 m/km. Únicamente se presentan 6 tramos de 100 m en incumplimiento del criterio establecido.
- A nivel general, la capacidad estructural, evaluada mediante parámetros de área de Horak, evidencia una condición buena a partir del parámetro de deflexión central en más de un 90 % de los tramos evaluados que se encontraban concluidos a nivel de segunda capa del proyecto de Ampliación de la RN No. 32 durante la fecha de ejecución de estas pruebas (octubre, 2021).
- Con base en los resultados obtenidos para la prueba de coeficiente de fricción mediante el Grip Tester, se evidenciaron tramos en el sentido San José-Limón tanto para el carril interno y externo con una condición predominantemente buena y muy buena, con valores de GripNumber superiores al mínimo recomendado.
- En el sentido Limón-San José, no se registraron tramos en condición mala de acuerdo con el parámetro GripNumber, por el contrario, la mayoría de los resultados se agrupa en las categorías de buena y muy buena.



11. RECOMENDACIONES

A continuación, se listan las recomendaciones del informe para que sean consideradas por la Administración, con el propósito de que puedan definirse e implementarse acciones integrales para este proyecto en específico y para proyectos de infraestructura vial.

PARA LA UNIDAD EJECUTORA DEL PROYECTO

Sobre la seguridad vial

- Se recomienda solicitar al Contratista el uso de señales de tránsito, para el control temporal, conformes con la normativa de control de tránsito, de manera que permitan alertar correctamente a los conductores de la vía sobre las condiciones viales predominantes durante la ejecución del proyecto.
- Ampliar la cantidad de zonas de canalización y protección de los peatones, ciclistas y otros usuarios de las zonas aledañas o del proyecto de manera que estos usuarios tengan espacios para trasladarse a lugares de uso diario (escuelas, colegios, centros de salud, entre otros) de una forma totalmente segura. También se debe exigir el establecimiento de zonas seguras para el abordaje de autobuses para los usuarios de este modo de transporte.
- Además, se recomienda considerar durante el establecimiento de las zonas de trabajo, el espacio de amortiguamiento lateral para proteger a los trabajadores y el espacio de transición para evitar maniobras rápidas por parte de los usuarios de la vía.

Sobre las prácticas y procedimientos constructivos

- Se recomienda implementar controles desde la producción de la base estabilizada que permitan reducir los tramos con resistencias mayores al límite superior establecido para el proyecto en específico.
- Se recomienda definir un protocolo para implementar medidas de tratamiento de los cortes realizados, de manera que se contemple el tiempo establecido para realizar el corte, el espaciamiento entre cortes, la variación en la profundidad del corte en función del espesor de la capa de base estabilizada, el tipo de tratamiento que se realizará en el corte, así como la definición clara de las zonas donde se deben realizar los cortes.
- Se recomienda garantizar la adecuada colocación de las capas que componen el pavimento en apego a las especificaciones técnicas que rigen el proyecto, en específico para la base estabilizada se deben respetar las condiciones de humedad en la mezcla de base – cemento, en aras de asegurar la correcta compactación de la capa y por ende el comportamiento esperado de la estructura.
- Se recomienda evitar el uso de la técnica constructiva conocida como “traba” o la colocación y compactación de capas asfálticas de espesor reducido durante los procesos de pavimentación.



- Se recomienda asegurar mediante la inspección en sitio que el Contratista brinde el tiempo de espera suficiente para garantizar el “rompimiento” de la emulsión asfáltica en el riego de liga e imprimación y evitar el arrastre del mismo por el paso de vehículos.
- Se recomienda mantener la limpieza y el soplado mediante compresor de aire de los paños donde se aplicará el riego de liga para evitar la presencia de partículas contaminantes que perjudiquen la adherencia entre las capas del pavimento.

Sobre el desempeño del pavimento

- Se recomienda establecer un plan monitoreo al parámetro de IRI durante la posible puesta en servicio como desvío provisional del tránsito, con el fin de determinar si se requiere algún tipo de atención para garantizar la condición de regularidad establecida en el Contrato previo a la recepción final de las obras.
- Se recomienda mantener y velar por la implementación de las mejores prácticas constructivas durante los procesos de pavimentación tanto en las zonas de ampliación como en las zonas por rehabilitar que permitan asegurar la capacidad estructural de las capas del pavimento en conformidad con las propiedades consideradas durante los diseños del pavimento.
- Se recomienda mantener las prácticas constructivas adecuadas durante la colocación, compactación y acabado de la carpeta asfáltica en el proceso de pavimentación de los tramos pendientes por construir.
- Es recomendable brindar monitoreo al parámetro de fricción durante la puesta en servicio de las estructuras de pavimento concluidas como desvío provisional del tránsito, con el fin de determinar si se requiere algún tipo de atención con el fin de garantizar el estándar de condición superficial mínimo requerido para resguardar la seguridad vial de los usuarios de la ruta.

PARA LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DEL CONAVI

- Se recomienda que se difundan el uso de las técnicas evidenciadas como buenas prácticas en este documento durante la construcción del pavimento, como la producción en planta y la colocación de mantos en la base estabilizada, los cuales pueden permitir conseguir mejores resultados en el desempeño del pavimento.
- Se recomienda, considerar la inclusión en los carteles de licitación y especificaciones técnicas, regulaciones que prohíban el uso de esta capa delgada de mezcla asfáltica denominada en la práctica como "traba" o "polveado" dado el efecto negativo que tiene en la consecución de adherencia entre capas del pavimento.



12. REFERENCIAS

- Ali, N. A. (1987). Determination of layer moduli using a falling weight deflectometer. En 1. Transportation research record, Pavement evaluation and rehabilitation . *Transportation Research Board.*, 1-10.
- Decreto Ejecutivo N° 38799-MOPT. (2015). *Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías*. San José: La Gaceta N° 121.
- Garber, S., Rasmussen, R., & Harrington, D. (2011). *Guide to cement-based integrated pavement solutions*. Iowa: Institute for Transportation Iowa State University.
- Guerrero, S. (2015). *Buenas prácticas constructivas en la aplicación de riego de liga para la colocación de sobrecapas asfálticas*. San José: Publicación especial. LanammeUCR. Universidad de Costa Rica.
- 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. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 50(2),2-9.
- Leiva, P., Loría, G., Aguiar, J. P., & Leiva, F. (2015). Reflejo de grietas en pavimentos reforzados con geosintéticos. San Pedro de Montes de Oca, LanammeUCR.
- MOPT. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010*. San José.
- MOPT. (2015). *Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos*. Costa Rica.
- PCA (2003), Reflective Cracking in Cement Stabilized Pavements. Soil Cement Information. Illinois
- Saleh, M. (2016). A Mechanistic Empirical Approach for the Evaluation of the Structural Capacity and Remaining Service Life of Flexible Pavements at the Network Level. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 749-758.
- SIECA. (2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Guatemala.
- SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Guatemala.
- SIECA. (2016). *Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica*. El Salvador: Primera Edición.



EQUIPO AUDITOR			
Preparado por: Ing. Álvaro Cerdas Murillo Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Victor Cervantes Calvo Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Diego Herra Gómez Auditor Técnico
Revisión legal por: Lic. Nidia Segura Asesora Legal LanammeUCR	Aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director LanammeUCR	



13. ANEXOS

A1. PROCESO DE VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORÍA REALIZADA

El Equipo Auditor considera todos los resultados de la auditoría incluidos en este informe como relevantes y considera que existe el riesgo potencial de que se materialice lo alertado en cada uno de ellos. No obstante, 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, 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 A.1 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, de acuerdo al resultado que la auditoría generó en la calidad de la obra. La urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido según las recomendaciones emitidas por el LanammeUCR. El carácter contractual denota si 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. También valora si su incumplimiento es parcial o total.

Tabla A.1. 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 para las partes interesadas según lo establecido en la Tabla A.2.





Tabla A.2. 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

Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración, ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas.

En la Tabla A.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla A.2

Tabla A.3. Valoración de los resultados de la auditoría y priorización de atención sugerida

Hallazgo/observación	Detalle	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Promedio
Hallazgo 1	Se identificaron deficiencias técnicas y de ejecución en el control y manejo temporal del tránsito y usuarios vulnerables en las zonas temporales de obra	5	5	5	5,0
Observación 1	Se evidenció el corte de las capas de base estabilizada con cemento que presentaban resistencias superiores al límite establecido, lo cual puede provocar el reflejo de estos cortes a la carpeta asfáltica.	3	3	5	3,7
Observación 2	Se evidenciaron oportunidades de mejora en la metodología constructiva empleada en algunos frentes de trabajo para las capas de base estabilizada con cemento.	1	1	5	2,3
Observación 3	Se identificó el uso de una capa de “traba” o capa de espesor reducido sobre el riego de liga previo a la colocación de la primera y segunda capa de mezcla asfáltica.	1	3	5	3,0
Observación 4	Se evidenciaron algunas técnicas y detalles constructivos favorables relacionados con la colocación de base estabilizada y mezcla asfáltica que atienden a las buenas prácticas de la ingeniería.	1	1	1	1,0
Hallazgo 2	En términos generales, el proyecto presenta una condición de regularidad superficial en cumplimiento con los valores IRI y MRI especificados. Mas de un 95 % de los valores individuales de IRI posee un valor inferior a 3,0 m/km.	1	3	5	3,0





Hallazgo/observación	Detalle	Cumplimiento Contractual	Impacto	Urgencia	Promedio
Observación 5	En términos generales, el proyecto cuenta con una buena capacidad estructural en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos.	1	1	1	1,0
Observación 6	En términos generales, el proyecto cuenta con una buena fricción en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos. Se obtienen tramos terminados con un coeficiente de fricción superior (GripNumber) al mínimo recomendado.	1	1	1	1,0

A2. ANÁLISIS DEL DESCARGO DEL INFORME PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0509-2022

A partir de los procedimientos y el marco metodológico con los que se realiza la auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022 fue remitido a la UE32 el día 26 de octubre del 2022 mediante el oficio EIC-Lanamme-822-2022, esto con el fin de que fuese analizado y donde se propuso que la presentación oral del informe preliminar se realizaría el día 3 de octubre, sin embargo, por disponibilidad del personal de la UE32, se determinó que la presentación sería llevada a cabo el día 6 de octubre del 2022 de forma virtual por medio de la plataforma Zoom.

A partir de la fecha de envío del informe preliminar, se otorgó un plazo de 15 días hábiles a la Administración para que se refiriera al informe preliminar de forma escrita. A partir de lo anterior se recibió el 20 de octubre del 2022 el documento UE-DRA-RN32-009-2022-1813 (179) en el cual se solicitaba una ampliación en el plazo de respuesta, posteriormente, se recibió el oficio UE-DRA-RN32-009-2022-1857 (179) el día 25 de octubre del 2022, en el cual la UE32 adjunta el oficio CSRN32-1304-2022 en el que se realiza el análisis de las observaciones y hallazgos presentados en el informe. Además, se destaca que, ambos oficios fueron analizados por el Equipo Auditor y considerados para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración.

Es importante reiterar que los hallazgos y observaciones descritos en el informe EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022, se fundamentan en evidencias obtenidas por el Equipo Auditor durante las visitas al sitio del proyecto, ensayos de control de calidad, revisión de carteles y especificaciones. Por lo tanto, es importante reiterar que como parte de las labores de fiscalización externa que competen al LanammeUCR conforme a la Ley 8114, la Auditoría Técnica no busca únicamente informar a la Administración de las situaciones evidenciadas durante el proceso de auditoría, sino también que los hallazgos y observaciones realizadas representen oportunidades de mejoras y de fortalecimiento desde el punto de vista técnico y de gestión a las labores que realiza la Administración en la ejecución de proyectos de obra nueva.



En virtud de lo anterior se detalla a continuación el análisis correspondiente al descargo.

Sobre los antecedentes

Como parte del documento CSRN32-1304-2022, el Gestor del proyecto destaca que en el listado de oficios y notas informes que se han enviado al proyecto, incluido por este Equipo Auditor en la Tabla 1 del informe preliminar, se indica que cuatro de estos oficios no habían sido respondidos o no requerían respuesta, no obstante, se incluye en el documento de descargo una tabla con los oficios de respuesta así como la fecha de emisión de los mismos, tal y como se aprecia en la

Figura A1. Corrección propuesta por la Administración al listado de oficios y notas informes que se han emitido para el proyecto. Fuente: CSRN32-1304-2022

Oficio Lanamme	Fecha de emisión	Asunto	Estatus de respuesta de la administración según EIC-INF-509	No. de Oficio y fecha de Respuesta CSRN32	No. de Oficio UE	Fecha Oficio UE
LM-IC-D-1093-2020	10/12/2020	Colocación de mezcla asfáltica en Rama 1	Sin respuesta	CSRN32-0054-2021, 12/01/2022	UE-DRA-RN32-009-2021-065 (171)	12/1/2022
LM-IC-D-0089-2021	28/01/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada y mezcla asfáltica	No requiere respuesta	CSRN32-0209-2021, 10/02/2021	UE-DRA-RN32-009-2021-0280(171)	11/2/2021
LM-EIC-D-0327-2021*	14/4/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada, Informe I-0428-2021	No requiere respuesta	CSRN32-0487-2021, 26/04/2021	UE-DRA-RN32-009-2021-0790(179)	27/4/2021
LM-EIC-D-0643-2021	4/8/2021	Recomendaciones y observaciones sobre: compactación de mezcla asfáltica bajo lluvia, capacidad hidráulica del drenaje longitudinal, erosión de estructura de pavimento existente y la ampliación, manejo temporal de aguas pluviales, perfilado de carpeta asfáltica est 121+800 y solicitud de información.	No se recibió respuesta	CSRN32-1522-2021, 23/11/2021	UE-DRA-RN32-009-2022-016 (179)	7/1/2022

*(Referencia correcta es LM-EIC-D-0317-2021)

En ese sentido, el Equipo Auditor realizó una revisión de la correspondencia recibida, por lo que es de recibo la corrección indicada por el Gestor del proyecto, razón por la cual, se realiza una modificación a la Tabla 1 del informe EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022 tal y como se muestra a continuación, previo a la emisión del informe final.

Tabla A4. Modificación a Tabla 1 del informe EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022

Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-IC-D-0921-20	23/11/2020	Resultado de ensayos a varillas de acero	UE-DRA-RN32-009-2020-2259 (179)
LM-IC-D-1077-2020	04/12/2020	Remisión de informe preliminar LM-INF-IC-D-0014B-2020	UE-DRA-RN32-009-2021-064 (179)
LM-IC-D-1078-2020	07/12/2020	Resultado de ensayos de base estabilizada y mezcla asfáltica	UE-DRA-RN32-009-2021-069 (171)
LM-IC-D-1093-2020	10/12/2020	Colocación de mezcla asfáltica en Rama 1	UE-DRA-RN32-009-2021-065 (171)
LM-IC-D-0016-21	07/01/2021	Observaciones de gira del 17 de diciembre	UE-DRA-RB32-009-2021-141 (171)
LM-IC-D-0031-21	07/01/2021	Respuesta a Oficio DMAT 239-2020	No requiere respuesta



Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-IC-D-0072-2021	28/01/2021	Reubicación de poliducto de RECOPE	UE-DRA-RN32-009-2021-0240 (179)
LM-IC-D-0089-2021	28/01/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada y mezcla asfáltica	UE-DRA-RN32-009-2021-0280(171)
LM-EIC-D-0227-2021	16/03/2021	Denuncia sobre el poliducto de RECOPE en la ampliación de la Ruta 32	No requiere respuesta
LM-IC-D-0158-2021	22/02/2021	Envío de informe final "Análisis de los estudios previos y la calidad de los materiales del Proyecto Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No 4 (Cruce de Sarapiquí) - Limón"	UE-DRA-RN32-009-2021-0678 (179)
LM-IC-D-0154-2021	01/03/2021	Resultado de ensayos de mezcla asfáltica y solicitud de información	Respuesta por correo electrónico
LM-IC-D-0181-21	05/03/2021	Respuestas a consultas planteadas por la Comisión de la Provincia de Limón	No requiere respuesta
LM-IC-D-0090-21	25/03/2021	Resultado de ensayo de regularidad en la primera capa de Mezcla asfáltica	UE-DRA-RN32-009-2021-0680 (171)
LM-EIC-D-0272-2021	26/03/2021	Resultados de ensayos de base estabilizada y colocación de base estabilizada en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0677 (179)
LM-EIC-D-0287-2021	05/04/2021	Resultados de ensayos al asfalto en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-001-2021-0754 (179)
LM-EIC-D-0323-2021	14/04/2021	Resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico modificado en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0764 (179)
LM-EIC-D-0317-2021	14/04/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada, Informe I-0428-2021	UE-DRA-RN32-009-2021-0790(179)
LM-EIC-D-0318-2021	15/04/2021	Resultados de ensayos de base estabilizada y prácticas constructivas en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0790
LM-EIC-D-0366-2021	29/04/2021	Resultados de muestreo mezcla asfáltica y ligante asfáltico modificado proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32"	UE-DRA-RN32-009-2021-0894 (179)
LM-EIC-D-383-2021	02/06/2021	Resultados de ensayo y solicitud de información	CSRN32-0731-2021
LM-EIC-D-0501-2021	16/06/2021	Medidas de protección contra la socavación en puente sobre río Dos Novillos, uso de traba y resultados de asfalto	UE-DRA-RN32-009-2022-092 (179)





Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-EIC-D-0578-2021	05/07/2021	Resultados de ensayos de mezcla asfáltica y núcleos proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32"	UE-DRA-RN32-002-2021-1629
LM-EIC-D-0589-2021	14/07/2021	Respuesta consulta sobre singularidades en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	No requiere respuesta
LM-EIC-D-0643-2021	04/08/2021	Recomendaciones y observaciones sobre: compactación de mezcla asfáltica bajo lluvia, capacidad hidráulica del drenaje longitudinal, erosión de estructura de pavimento existente y la ampliación, manejo temporal de aguas pluviales, perfilado de carpetas asfáltica en est 121+800 y solicitud de información	UE-DRA-RN32-009-2022-016 (179)
LM-EIC-D-0709-2021	27/08/2021	Intervención de la socavación en puente sobre río Dos Novillos y colocación de base estabilizada	UE-DRA-RN32-009-2022-094 (179)
EIC-Lanamme-831-2021	04/10/2021	Agrietamiento losa del puente sobre el río Reventazón y ausencia de compactación de mezcla asfáltica mediante llanta de hule	UE-DRA-RN32-009-2021-1950 (179)
EIC-Lanamme-997-2021	17/11/2021	Respuesta sobre la no aplicación de ensayos de Fatiga en el proyecto	UE-DRA-RN32-009-2022-018-(171) / UE-DRA-RN32-002-2022-0312
EIC-Lanamme-131-2022	08/03/2022	Resultados de la evaluación de desempeño de las estructuras de pavimento terminados (a nivel de segunda capa) al día 18 de octubre del 2021 en el proyecto "Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N°32"	UE-DRA-RN32-009-2022-0547 (179)
EIC-Lanamme-178-2022	01/04/2022	Solicitud de información y observaciones sobre trabajos de colocación de base estabilizada/mezcla asfáltica los días 24 – 25 de febrero y 17 – 18 de marzo del 2022	UE-DRA-RN32-009-2022-0817 (179)
EIC-Lanamme-88-2022	04/04/2022	Respuesta a oficio UE-DRA-RN32-009-2022-018 (171)	UE-DRA-RN32-002-2022-0312
EIC-Lanamme-349-2022	03/05/2022	Observaciones sobre trabajos de colocación de base estabilizada/mezcla asfáltica y respuesta a oficio UE-DRARN32-009-2022-0547 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-0859 (179)
EIC-Lanamme-386-2022	11/05/2022	Respuesta a oficio UE-DRA-RN32-002-2022-0312	UE-DRA-RN32-009-2022-0877 (179) / UE-DRA-RN32-002-2022-1345





Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
EIC-Lanamme-411-2022	30/05/2022	Remisión de informes de resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico del proyecto "Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional N° 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí) - Limón" y respuesta a UE-DRA-RN32-009-2022-0817 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-0992 (179)
EIC-Lanamme-512-2022	17/06/2022	Remisión de informes de resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico del proyecto "Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional N° 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí) - Limón" y observaciones de gira del 08 y 09 de junio del 2022	UE-DRA-RN32-009-2022-1099 (179)
EIC-Lanamme-577-2022	11/07/2022	Remisión de informes de resultados de ensayos de mezcla asfáltica y ligante asfáltico del proyecto "Rehabilitación y Ampliación de Ruta Nacional N° 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí) - Limón" y atención a oficio UE-DRA-RN32-009-2022-0992 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-1234 (179)
EIC-Lanamme-613-2022	19/07/2022	Observaciones de Gira 12 y 13 de julio 2022 y remisión de informes de laboratorio	UE-DRA-RN32-009-2022-1370 (179)
EIC-Lanamme-634-2022	03/08/2022	Pérdida de material granular en diferentes elementos constructivos del proyecto	UE-DRA-RN32-009-2022-1441 (179)
EIC-Lanamme-639-2022	08/08/2022	Atención a oficio UE-DRA-RN32-009-2022-1234 (179)	UE-DRA-RN32-009-2022-1434 (179)
EIC-Lanamme-731-2022	24/08/2022	Respuesta a oficio UE-DRA-RN32-002-2022-1345 y solicitud de informes de ensayos a las almohadillas de neopreno	UE-DRA-RN32-009-2022-1611 (179)



Sobre los resultados de la auditoría

Hallazgo 1. Se identificaron deficiencias técnicas y de ejecución en el control y manejo temporal del tránsito y usuarios vulnerables en las zonas temporales de obra

En relación con el Hallazgo 1 presentado en el informe, el Gestor del proyecto hace referencia a la magnitud y características que presenta el proyecto de ampliación de la ruta 32, en tal sentido, se debe destacar que, si bien el Equipo Auditor comprende que corresponde a un proyecto en ejecución de la etapa constructiva, se considera que precisamente por esa condición se debe prestar especial atención a la seguridad vial de los usuarios usuales de la ruta, en especial de aquellos usuarios que pueden ser considerados vulnerables así como de los colaboradores del proyecto, esto mediante la ejecución de medidas de seguridad efectivas, que contemplen las condiciones circundantes, de espacio y vehiculares en las zonas de trabajo.

En lo que respecta al tema de señalización vertical y demarcación temporal, se indica en el descargo que se ha subsanado el uso de señales que no se encuentran de acuerdo con lo establecido en el Manual de SIECA, además, se destaca la existencia de una cuadrilla para el mantenimiento de señalización y de los desvíos así como de otra cuadrilla que realiza el corte de vegetación, sin embargo, ese apartado del Hallazgo se mantiene en el informe debido a que esta situación se observó durante un lapso importante en el periodo de ejecución del proyecto. En virtud de lo anterior, se agrega al Hallazgo 1 el siguiente párrafo:

Finalmente, se debe destacar que, en el documento de descargo CSRN32-1304-2022 remitido por la UE32, se hace referencia a que en materia de señalización se ha velado por el uso correcto de las señales de control temporal en cumplimiento con la normativa vigente, debido a que se ha procurado la eliminación de aquellas señales elaboradas artesanalmente con las láminas reflectivas, además, se indica que se ha implementado una cuadrilla de mantenimiento de los desvíos y al corte y limpieza de zonas con vegetación. No obstante, tal y como se evidencia en las figuras anteriores, las deficiencias en señalización han persistido durante un lapso considerable de la ejecución del proyecto, razón por la cual, se mantiene este aspecto del hallazgo.

En cuanto a los dispositivos de seguridad y elementos de contención, se evidencia en las figuras proporcionadas por el Gestor del proyecto, que se mantiene la colocación de elementos de contención rígidos de manera individualizada y sin atender al diseño de un sistema de contención como tal:



Figura A2. Colocación de elementos de contención rígidos de manera individualizada. Fuente: CSRN32-1304-2022



Sobre esto, se mantiene el criterio expresado en el Hallazgo 1, pues se establece en el Manual Técnico de Dispositivos de Seguridad y Control Temporal de Tránsito para la Ejecución de Trabajos en las Vías, en la sección 2.3 Área de actividad, lo siguiente:

“Barreras de contención vehicular

Se utilizan en las zonas de trabajo con el propósito de contener a un vehículo que pierda el control se salga de su vía de circulación...

*...Las barreras de contención siempre deben utilizarse como un sistema, y, por lo tanto, su instalación en las zonas de trabajo debe hacerse según las recomendaciones del fabricante y de acuerdo con un diseño de instalación. **No deben utilizarse elementos aislados de una barrera de contención, ni instalar sistemas de forma inapropiada, ya que se puede generar una falsa sensación de seguridad tanto en los conductores como en los trabajadores o terceros.** Las barreras de contención más utilizadas en los sitios de obra son las barreras de concreto temporales o portátiles. También existen barreras de contención temporales fabricadas de otros materiales como plástico y acero; que pueden ser utilizadas y resultar efectivas en las zonas de trabajo.*

El diseño de una barrera de contención para una zona de trabajo debe tomar en consideración el tipo de trabajo que se realiza, el nivel de riesgo presente en la zona de intervención que depende del volumen de tráfico, la velocidad de operación y el tipo de obstáculos o peligros presentes en las vías de paso; el espacio eventualmente necesario para la deformación de la barrera en caso de impacto, y la duración de los trabajos.”

Por su parte, en el descargo se hace referencia al uso de elementos de un solo color para guiar y advertir al usuario en su tránsito y dirección, sin embargo, tal y como se aprecia en la Figura A3, en estructuras mayores el uso de estos dispositivos no considera el espacio que puede ser eventualmente necesario para la deformación del elemento en caso de impacto de un vehículo, de modo que igualmente persiste el riesgo de impacto directo contra la estructura.



Figura A3. Colocación de elementos de un mismo color en estructura mayores. Fuente: CSRN32-1304-2022



Sobre los trabajos en bordes de carretera, la Supervisión indicó que se han instalado dispositivos de carretera para brindar seguridad al personal, sin embargo, en las fotografías incluidas se puede apreciar que como consecuencia de esto, existen vehículos que invaden el carril contrario en aras de evitar los dispositivos colocados, lo cual refleja que esos elementos no cumplen el objetivo de provocar una reducción en la velocidad de los vehículos en las zonas de trabajo y por el contrario si no se colocan apropiadamente pueden provocar un riesgo mayor tal y como se evidencia en la siguiente figura.

Figura A4. Invasión de carril contrario en zonas de trabajo. Fuente: CSRN32-1304-2022



Finalmente, el Consorcio Supervisor destaca que muchas de las zonas que se recalcan en el informe ya se encuentran rehabilitadas en su totalidad o no están activas. Al respecto, se debe comentar que, las observaciones y hallazgos que se presentan como resultados del proceso de fiscalización externa se fundamenta en las diferentes visitas realizadas al proyecto, en ese sentido, las deficiencias en temas de seguridad vial corresponden a aspectos que se han evidenciado constantemente en el plazo de ejecución de la obra y que el Equipo Auditor considera relevante incluir como parte del informe con la finalidad de que se contemplen como una oportunidad mejora por resolver y de esta forma evitar que sean replicadas en otros frentes de trabajo. A partir de lo anterior, el Hallazgo 1 se mantiene en el informe.



Observación 1. Se evidenció el corte de las capas de base estabilizada con cemento que presentaban resistencias superiores al límite establecido, lo cual puede provocar el reflejo de estos cortes a la carpeta asfáltica.

Sobre los cortes realizados en la base estabilizada como medida de tratamiento ante los incumplimientos del material del parámetro de resistencia a la compresión a los 7 días, el Gestor del proyecto indicó en el documento de descargo que los cortes se realizan a cada 3 m de distancia y que se toma como referencia el boletín “RD123, *Research and Development Bulletin Minimizing Cracking In Cement-Treated Materials For Improved Performance (K. P. George)*”. No obstante, al revisar la fuente de referencia mencionada, en la breve descripción del procedimiento por realizar, se destaca que los cortes se realizan en base estabilizada con cemento sin compactar, lo cual supone un procedimiento distinto al que se realiza para el proyecto.

Por su parte, la investigación mencionada no menciona para que rango de resistencias de la base estabilizada se recomienda aplicar ese procedimiento, no establece el rango de estructuras granulométricas de la base para el cual es aplicable, además, no sé menciona cual es el plazo en el cual se debe realizar el proceso ni se indica claramente cuál es la implicación de realizar los cortes en la base estabilizada posterior a la compactación de la capa.

Por otro lado, tal y como se indicó en el informe EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022, la formación de la discontinuidad puede reflejarse sobre la carpeta asfáltica en el tanto de que los cortes, al igual que las grietas, se pueden ver sometidos al modo de propagación por abertura. Al respecto, la Supervisión destacó que posterior al cortado se realiza el riego de imprimación y material de secado, no obstante, se debe comprender que, esto representa un proceso constructivo que se realiza en la base estabilizada con el objetivo de impermeabilizar la superficie y evitar el desgaste prematuro en caso de dejar expuestos a las condiciones climáticas los tramos de material estabilizado, además, por la metodología constructiva que conlleva el riego de imprimación esta supone la aplicación de una capa superficial de emulsión asfáltica que no necesariamente penetra sobre la totalidad del corte realizado.

Asimismo, se debe considerar que existe una diferencia importante en el comportamiento mecánico de la emulsión y la base estabilizada, razón por la cual, se destaca que la aplicación del riego de imprimación no se diseña específicamente para permitir las deflexiones típicas en estructuras de pavimento, por lo cual es de esperar que la emulsión se desprenda de las paredes de la discontinuidad ante la acción de las cargas del tránsito.

Finalmente, la Supervisión destaca que, la figura que se presenta como parte del informe preliminar donde se muestran cortes en la base estabilizada no representan la condición real del proyecto, esto ya que corresponde a un paño donde se realizaron los cortes posteriores al riego de imprimación y que dichos cortes se rellenaron posteriormente con emulsión asfáltica, no obstante, en el oficio de descargo no se presenta evidencia que sustente esa afirmación,





por lo cual se mantiene la figura presentada en el informe. En virtud de lo anterior, la Observación 1 se mantiene en el informe.

Observación 2. Se evidenciaron oportunidades de mejora en la metodología constructiva empleada en algunos frentes de trabajo para las capas de base estabilizada con cemento.

Sobre la colocación de una capa de espesor suelto previo a la colocación de la capa de base estabilizada con pavimentadora en algunos frentes de trabajo, la Supervisión hace referencia al oficio CSRN32-0444-2022 del 02 de mayo del 2022, en el cual se refieren a la metodología constructiva para la base estabilizada, además, sobre la compactación del material se presenta la siguiente fotografía.

Figura A5. Fotografía de núcleo de base estabilizada extraído. Fuente: CSRN32-1304-2022



Al respecto se debe aclarar que como parte del proceso de fiscalización externa que realiza el Equipo Auditor se contempla la revisión de los oficios y notas que se reciben por parte de la Administración en respuesta las observaciones que se presentan en el desarrollo del proyecto, además, se destaca que la elaboración de las observaciones y hallazgos que se incluyen en el informe se fundamenta en las diferentes visitas realizadas y en el análisis técnico de las observaciones realizadas por la Administración.

Sin embargo, no se consideró la inclusión de la Figura A5 en el informe preliminar debido a que, la integridad del núcleo extraído no representa un parámetro de medición para la compactación de la capa de base estabilizada, de modo que, no es posible asegurar de forma cualitativa mediante un núcleo el grado de compactación que presenta la capa de base estabilizada, además, tampoco es posible determinarlo de manera cuantitativa, debido a que no se cuenta con un ensayo para determinar el porcentaje de vacíos de núcleos de base estabilizada de manera similar a como se realiza con la mezcla asfáltica compactada. Razón por la cual, la observación 2 se mantiene en el informe.

Adicionalmente, sobre lo indicado por la Supervisión respecto a los resultados de deflectometría de impacto que respaldan la compactación de las capas inferiores, se debe destacar que, tal y como se indica en la observación 5, los ensayos fueron ejecutados en octubre del 2021, mientras que la metodología descrita en la observación 2 fue observada en





marzo del 2022 siendo que anteriormente no se había evidenciado el uso de esta técnica, aunado a lo anterior, es necesario mencionar que en el informe preliminar se destacó que las consecuencias que puede provocar el empleo de esta metodología se pueden manifestar en el mediano y largo plazo.

Debido a lo explicado anteriormente, la observación 2 se mantiene en el informe.

Observación 3. Se identificó el uso de una capa de “traba” o capa de espesor reducido sobre el riego de liga previo a la colocación de la primera y segunda capa de mezcla asfáltica.

Sobre la colocación o uso de una capa de “traba” previo a la colocación de la primera y segunda capa de mezcla asfáltica, el Consorcio Supervisor indica que esto se realiza para evitar el arrastre de emulsión, además, destaca que de no utilizarse esa metodología constructiva se da la contaminación del material lo que puede provocar zonas de falla.

En relación con este aspecto, el Equipo Auditor indicó en el informe EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022, que el uso de la “traba” como tal supone un potencial riesgo a la regularidad superficial, a la adherencia entre capas y al desempeño de la estructura de pavimento, esto ya que al igual que en el caso de la emulsión, durante las maniobras de descarga y colocación de MAC se puede provocar una contaminación excesiva de la capa de traba que limita la adherencia, por lo cual el uso de esta técnica puede favorecer la formación de una zona de falla en el pavimento.

Adicionalmente, se debe comprender que el arrastre de emulsión es un problema ocasionado en los frentes de trabajo cuando no se cuenta con dispositivos de transferencia para la mezcla asfáltica que reduzcan el tránsito excesivo sobre las zonas con emulsión, también se puede presentar cuando no se regula adecuadamente el tránsito en obra o cuando no se garantiza el tiempo de rompimiento y curado de la emulsión utilizada como riego de liga, sobre este particular el LanammeUCR publicó la “Guía para inspectores sobre la aplicación del riego de liga”, documento en el cual se puede consultar en detalle sobre las buenas prácticas para la colocación de riego de liga en los procesos de pavimentación mediante el siguiente enlace:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1420>

En virtud de lo anterior, la observación 3 se mantiene en el informe.

Observación 4. Se evidenciaron algunas técnicas y detalles constructivos favorables relacionados con la colocación de base estabilizada y mezcla asfáltica que atienden a las buenas prácticas de la ingeniería.

La Supervisión no emite ningún criterio sobre lo indicado en la Observación 4.



Hallazgo 2. En términos generales, el proyecto presenta una condición de regularidad superficial en cumplimiento con los valores IRI y MRI especificados. Mas de un 95 % de los valores individuales de IRI posee un valor inferior a 3,0 m/km.

Mediante el documento de descargo CSRN32-1304-2022, se indica que tal y como se había destacado en el oficio CSRN32-0320-2022 del 23 de marzo del 2022, se tienen abiertas No conformidades en los tramos:

- 129+700 al 130+900
- 132+400 al 132+500
- 132+600 al 133+000

Además, se destacó que, las No Conformidades se están atendiendo por parte del Contratista mediante el reemplazo de la capa de MAC de las zonas afectadas, se destaca que, la condición identificada por el Equipo Auditor evidencia que las actividades de sustitución se realizan por medio del perfilado de la capa de rodadura, tal y como se aprecia en la siguiente figura.

Figura A6. Perfilado de capa de rodadura en zonas con incumplimientos por Índice de Regularidad Superficial



En virtud de lo anterior, se agrega el siguiente párrafo al hallazgo 2 en el informe final:

Finalmente, se destaca que, mediante el oficio CSRN32-0320-2022 del 23 de marzo del 2022, la Supervisión indica que existen sectores en la zona denominada como Rama 2 con incumplimientos del parámetro de IRI, razón por la cual, existen No Conformidades abiertas sobre el tema, las cuales se están resolviendo por parte del Contratista mediante la sustitución de la capa de rodadura en esos sectores.



Observación 5. En términos generales, el proyecto cuenta con una buena capacidad estructural en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos.

La Supervisión no emite ningún criterio sobre lo indicado en la Observación 5.

Observación 6. En términos generales, el proyecto cuenta con una buena fricción en los tramos concluidos a la fecha de ejecución de los ensayos. Se obtienen tramos terminados con un coeficiente de fricción superior (GripNumber) al mínimo recomendado.

La Supervisión no emite ningún criterio sobre lo indicado en la Observación 6.

Sobre las conclusiones y recomendaciones

A partir del documento de descargo CSRN32-1304-2022, la Supervisión indica que las recomendaciones realizadas por el Equipo Auditor son atendidas, a excepción de las recomendaciones relacionadas con la Observación 2 y 3, sin embargo, lo expresado por el Consorcio Supervisor se atiende anteriormente en este documento.

Adicionalmente, se destaca que, a partir de la información indicada en el documento de descargo, se elimina la recomendación de establecer un plan de atención de aquellos tramos que presentan incumplimientos, esto debido a que se ha estado realizando reparaciones en dichas secciones.

Finalmente se destaca que, las observaciones realizadas no modifican el contenido ni naturaleza de las demás conclusiones y recomendaciones realizadas.



A3. DESCARGO DEL INFORME PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0509-2022

Oficio UE-DRA-RN32-009-2022-1857 (179)



UNIDAD EJECUTORA
RUTA NACIONAL NO. 32
Email: proyecto.ruta32@conavi.go.cr

24 de octubre de 2022
UE-DRA-RN32-009-2022-1857 (179)

Señor
Alejandro Navas Carro
Director
Lanamme UCR

Señora
Wendy Sequeira Rojas
Unidad de Auditoría Técnica
Lanamme UCR

REFERENCIA: Proyecto: "Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 Carretera Braulio Carrillo, Sección Intersección Ruta Nacional N° 4 (Cruce a Sarapiquí)-Limón"
EIC-Lanamme-822-2022 de fecha 26 de septiembre de 2022

Estimados señores:

Me dirijo a ustedes con el fin de hacer referencia al informe preliminar de Auditoría Técnica Externa EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022 titulado: *Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de los trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón.*

Para tal efecto, se remite adjunto copia de la nota CSRN32-1304-2022 de fecha 18 de octubre de 2022 con observaciones a ser consideradas de previo a la emisión del informe final.

Sin otro particular, agradeciendo la atención a la presente,

Atentamente,

KENNETH
ENRIQUE SOLANO
CARMONA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por KENNETH ENRIQUE
SOLANO CARMONA
(FIRMA)
Fecha: 2022.10.25
14:41:27 -06'00'

Kenneth Solano Carmona
Gerente General
UNIDAD EJECUTORA RUTA NACIONAL NO. 32

C. Mauricio Batalla Otárola, Director Ejecutivo, Conavi.
Dirección de Proveeduría Institucional, Conavi.
Ronny Sánchez Chaves, Director de Carreteras, UE RN32.
Hugo Paniagua Acuña, Director de Estructuras Viales, UE RN32.

VBR/KSC



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Consejo Nacional
de Vialidad
CONAVI





Oficio CSRN32-1304-2022
Siquirres, 18 de octubre de 2022

Ingeniero
Keneth Solano Carmona
M.A.P Gerente General
Unidad Ejecutora Ruta Nacional No. 32
CONAVI
S.O.

Asunto: Respuesta a EIC-Lanamme-822-2022.
Referencia: Informe preliminar de auditoría técnica
EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022.

Estimado Ingeniero:

Por este medio acusamos recibo de su solicitud de atender el oficio EIC-Lanamme-822-2022 el cual contiene el informe preliminar de Auditoría Técnica EIC-Lanamme-INF-0509-B-2022 "Prácticas constructivas, desempeño y seguridad vial de los trabajos ejecutados del proyecto: Ampliación de la Ruta 32, sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón". Al respecto, este Consorcio Supervisor tiene los siguientes comentarios/observaciones:

5. ANTECEDENTES

Lista de oficios. Se indican varios oficios como no respondidos, no obstante, nuestros registros indican que los siguientes oficios han sido respondidos. Ver lista y no. de oficio a continuación:

Oficio Lanamme	Fecha de emisión	Asunto	Estatus de respuesta de la administración según EIC-INF-509	No. de Oficio y fecha de Respuesta CSRN32	No. de Oficio UE	Fecha Oficio UE
LM-HC-D-1093-2020	10/12/2020	Colocación de mezcla asfáltica en Rama 1	Sin respuesta	CSRN32-0054-2021, 12/01/2022	UE-DRA-RN32-009-2021-065 (171)	12/1/2022
LM-IC-D-0089-2021	28/01/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada y mezcla asfáltica	No requiere respuesta	CSRN32-0209-2021, 10/02/2021	UE-DRA-RN32-009-2021-0280(171)	11/2/2021
LM-EIC-D-0327-2021*	14/4/2021	Resultado de ensayos de base estabilizada, Informe I-0428-2021	No requiere respuesta	CSRN32-0487-2021, 26/04/2021	UE-DRA-RN32-009-2021-0790(179)	27/4/2021
LM-EIC-D-0643-2021	4/8/2021	Recomendaciones y observaciones sobre: compactación de mezcla asfáltica bajo lluvia, capacidad hidráulica del drenaje longitudinal, erosión de estructura de pavimento existente y la ampliación, manejo temporal de aguas pluviales, perfilado de carpeta asfáltica est 121+800 y solicitud de información.	No se recibió respuesta	CSRN32-1522-2021, 23/11/2021	UE-DRA-RN32-009-2022-016 (179)	7/1/2022

* (Referencia correcta es LM-EIC-D-0317-2021)

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





**SOBRE LA SEGURIDAD VIAL
HALLAZGO 1. SE IDENTIFICARON DEFICIENCIAS TÉCNICAS Y DE EJECUCIÓN EN EL CONTROL Y MANEJO TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y USUARIOS VULNERABLES EN LAS ZONAS TEMPORALES DE OBRA**

Bajo esto, el proyecto de ampliación y rehabilitación de la ruta nacional 32 es un proyecto dinámico, robusto de gran importancia donde la cantidad de empresas, personas y equipos son de gran volumen, ante esto se realiza un trabajo continuo de mejoras y trabajo en equipo con el contratista principal CHEC, donde mediante recorridos diarios, reuniones periódicas y un continuo seguimiento se pretende establecer parámetros que cumplan a cabalidad con el tema principal de seguridad e integridad ocupacional de quienes desarrollan el proyecto ejecutándolo y de quienes como usuarios se ven afectados con el desarrollo diario del mismo. Importante recalcar que muchas de las zonas recalçadas en el informe ya no están activas o bien ya fueron rehabilitadas en la totalidad.

Hemos tenido que luchar con vandalismo de todo tipo como el robo de señales para extraer el metal, las láminas de las señales verticales, madera, baterías de torres de iluminación y señales flechadoras luminosas que no solo atentan al desarrollo del proyecto, si no que atentan primordialmente contra el propio usuario al poner en riesgo la integridad física al sabotear el tránsito seguro de las personas que utilizan día a día la ruta nacional 32.

Ante esto se realizan recorridos diarios por parte de cuadrillas que se encargan de velar por el mantenimiento de las zonas de trabajo y su señalización tanto vertical como horizontal, se ha instruido a vecinos y personas de zonas afectadas por áreas específicas de trabajo donde se les indica la importancia de respetar las zonas de tránsito de equipo mecánico y zonas operativas para evitar asimismo accidentes y afectaciones pero es un tema difícil ya que no se respeta propiamente estos sectores a pesar del esfuerzo brindando e ciertos tramos seguridad privada por el contratista que fácilmente es evadida por los usuarios.

Ante todo esto propiamente se ha realizado:

Sobre la señalización vertical y demarcación temporal
Referencia LANAMME FIGURAS 2 y 3. CORREGIDO ACTUALMENTE
REPORTADO EN MEMORANDUM 19472-19473-19474-19488



CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Señalización vertical cumple con altura y forma. Fueron reportadas mediante No conformidad # NC 381 y corregidas con las debidas dimensiones y diseño estándar definido de acuerdo a dimensiones establecidas en SIECA.



Los problemas en señales verticales realizadas artesanalmente fueron subsanados ubicando proveedores calificados con materiales de primera calidad certificados.

Referencia LANAMME FIGURA 4. CORREGIDO ACTUALMENTE REPORTADO EN MEMORANDUM 19472-19473-19488-19589



Marcas antiguas en carretera borrados para evitar confusión al usuario y no direccionarlo erróneamente en sentidos de tránsito.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 5, 6 y 7. EN MANTENIMIENTO DIARIO MEDIANTE CUADRILLAS REPORTADO EN MEMORANDUM 18927-19883-19886-19898-20561



Se cuenta con cuadrillas exclusivas encargadas de corte y limpieza de zonas cubiertas por vegetación y residuos que evitan la visibilidad de las señales verticales y de los postes de bordes de carretera.

En el departamento de HSE de CHEC existe una cuadrilla de trabajadores dedicados al mantenimiento de los desvíos, ellos se encargan de:

- Limpieza y acomodo de PVC
- Mantenimiento de demarcación horizontal
- Recolección de señalización vertical en desuso.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.

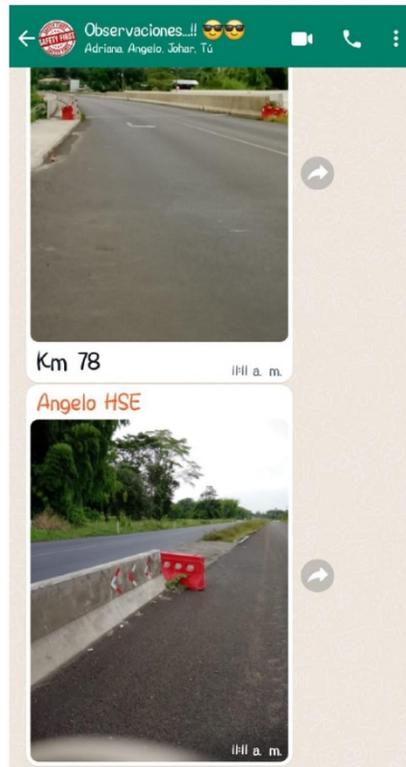




- Reparación de señalización vertical.
- Mantenimiento de líneas de transición.
- Mantenimiento de dispositivos de seguridad en bordes de puentes y jersey.
- Colocación de cinta reflectiva en barreras, tambos, PVC, bordes de puentes y jersey.
- Cierre y colocación de señalización en puentes de no tránsito vehicular.

Esta cuadrilla está compuesta de cinco trabajadores costarricenses y un chino, además tienen a disposición herramientas y vehículo para su traslado.

Todos estos trabajos son reportados por medio de un grupo de We Chat y WhatsApp



CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 8 y 9 ESTABLECIDO EN P.G.M.T APROBADO POR CONAVI 2018

NO. DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	SEÑAL	NO. DE SEÑAL
1	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
2	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
3	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
4	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
5	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
6	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
7	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
8	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
9	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
10	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
11	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
12	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
13	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
14	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
15	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
16	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
17	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
18	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
19	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10
20	SEÑAL DE ADVERTENCIA DE OBRA		10

Como bien se mencionó el proyecto es dinámico, por lo que se estipuló desde el inicio del proyecto en el plan general de control y manejo de tránsito aprobado por CONAVI el uso obligatorio de las señales, entre ellas las señales de banderillo con el objetivo de que siempre que deben llegar vehículos o equipos a dejar materiales o personal a sitio, para ello cada cuadrilla cuenta con personal calificado para dicha labor de detener el tránsito en caso de que sea necesario.

Referencia LANAMME FIGURAS 10, 11, 12 y 13. CORREGIDO ACTUALMENTE REPORTADO EN MEMORANDUM 20889-20892



Uso de elementos de un mismo color y forma.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 14 y 15. EN MANTENIMIENTO DIARIO MEDIANTE CUADRILLAS REPORTADO EN MEMORANDUM 20585-19470-19853-19867



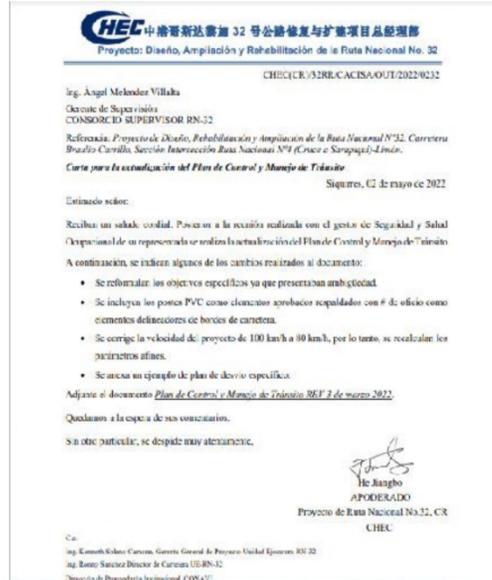
Postes PVC 1.20m de altura
Cinta reflectiva 3M, 3 aros
alrededor del poste,
Permite señalar bordes, orientar y
es de alta reflectividad en la noche,
fácil de dar mantenimiento,
colocados cada 10 m,
Y se cuenta con cuadrillas para
mantenimiento, limpieza y cambio
de postes a diario.

DECRETOS N° 38799-MOPT REGLAMENTO DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y CONTROL TEMPORAL DE TRÁNSITO PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN LAS VÍAS

“Artículo N° 25. Dispositivos de Canalización. El objetivo de los dispositivos de canalización es prevenir y alertar a los conductores de las condiciones creadas por el área de trabajo provisional, proteger a los trabajadores dentro del área de control temporal de tránsito y guiar a los conductores y peatones con seguridad. Los dispositivos de canalización incluyen pero no están limitados a: conos, marcadores tubulares, paneles verticales, barriles o estaciones, barricadas de protección e indicadores de alineamiento.”

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Inclusión y modificación al plan general de tránsito y aprobado por CONAVI

Reglamento de Dispositivos de Seguridad para Protección de Obras

Artículo 27.-Indicadores de alineamiento

27.1 "Los delineadores son aquellos dispositivos capaces de reflejar las rayas de las luces largas o cortas de los vehículos y su uso en zonas de construcción o conservación será con el fin de orientar y no para advertir, Serán de color naranja y blanco reflectorizantes y deberán indicar correctamente la alineación vertical y horizontal de una calzada y, por lo tanto, deberán delinear la senda del vehículo que, de otra manera, podría resultar confusa debido a las actividades de construcción o conservación que se están realizando.

Los delineadores se espaciarán a diez metros entre sí, para que indiquen con claridad la senda de los vehículos durante la noche o en condiciones de poca visibilidad y por lo general se utilizarán en combinación con otros dispositivos".

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURA 16. EN MANTENIMIENTO DIARIO MEDIANTE CUADRILLAS REPORTADO EN MEMORANDUM



Referencia LANAMME FIGURAS 17 y 18. CORREGIDO ACTUALMENTE REPORTADO EN MEMORANDUM 20855-20869-20567



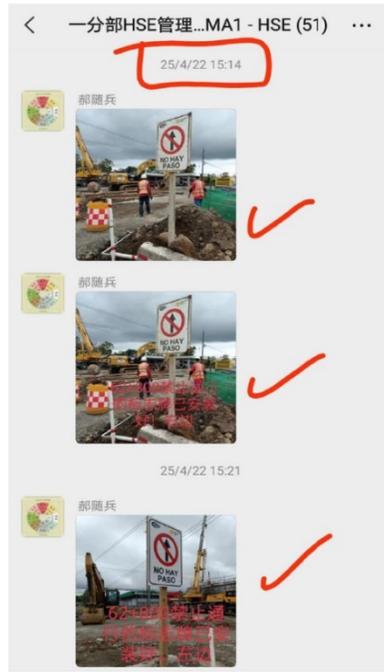
CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Uso de elementos de un solo color y cinta reflectiva en caso de daño o robo del elemento para guiar y advertir al usuario en su tránsito y dirección

Referencia LANAMME FIGURAS 19, 20, 21. CORREGIDO ACTUALMENTE REPORTADO EN MEMORANDUM 20552-20851-20860-



Bloqueos de zonas de trabajo para personal no autorizado en los diferentes puestos de trabajo para evitar acceso de civiles que ingresan a pie, en bicicleta, motocicleta y hasta en vehículos cruzando por las zonas de trabajo poniendo en riesgo la integridad de los trabajadores y de sí mismos. En la mayor parte de zonas operativas ya existe aceras para los peatones o ciclo vías donde aplica de acuerdo a diseño, los usuarios son re dirigidos a zonas seguras cada vez que se realiza un bloqueo de acceso a zonas de operación.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 22 y 23. CORREGIDO ACTUALMENTE REPORTADO EN MEMORANDUM 18950-18920-20554



Bahías de buses debidamente señaladas y pasillos para peatones para evitar personas en media calle esperando el autobús, así como personal exponiéndose en zonas constructivas. A los peatones y ciclistas cuando es posible se les dirige a las aceras, ciclo vías y pasillos para evitar la exposición a atropellos o accidentes de tránsito, o en su bien accidentes por acceso a zonas constructivas.



CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 24 y 25. CORREGIDO ACTUALMENTE
REPORTADO EN MEMORANDUM 19880-20879-19586



Trabajos en bordes de carretera con los debidos controles de tránsito y dispositivos de carretera para brindar seguridad y resguardo al personal

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 26 y 28. CORREGIDO ACTUALMENTE

REPORTADO EN MEMORANDUM 18918-18901-18944



Se garantiza la dirección de forma segura en encausamiento del usuario para los cambios de dirección en carriles en los desvíos.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Referencia LANAMME FIGURAS 27 CORREGIDO ACTUALMENTE REPORTADO EN MEMORANDUM 20891



Instalación de elementos rígidos de protección de acuerdo abordes con más de 1.5 metros de desnivel adyacente que generen riesgo de vuelco al usuario.

SOBRE LAS PRÁCTICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIÓ EL CORTE DE LAS CAPAS DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO QUE PRESENTABAN RESISTENCIAS SUPERIORES AL LÍMITE ESTABLECIDO, LO CUAL PUEDE PROVOCAR EL REFLEJO DE ESTOS CORTES A LA CARPETA ASFÁLTICA.

Tal y como se planteó en oficio CSRN32-0487-2021, este Consorcio Supervisor difiere en lo planteado por la auditoría técnica de Lanamme, de que los cortes controlados realizados en la capa de BE25 representen riesgo de reflejo en la carpeta asfáltica.

La Portland Cement Association en el boletín RD123, Research and Development Bulletin "Minimizing Cracking In Cement-Treated Materials For Improved Performance" (K. P. George), en sus recomendaciones explica el mecanismo de funcionamiento de la técnica de cortes controlados (o pre-cracking). Dicha técnica busca prevenir la ocurrencia natural de grietas, que por ser relativamente anchas facilita su propagación a través de la capa asfáltica debido al movimiento vertical relativo de la grieta durante el tráfico.

Los cortes controlados se realizan típicamente a cada 3 m de distancia, rellenando luego con emulsión la abertura creada. Dichos cortes inducen grietas que al estar espaciadas relativamente

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





cerca tienden a ser de abertura mínima propiciando máxima capacidad de transferencia de carga debido a la trabazón del agregado entre las caras de la grieta.

1. A promising approach, originated in France and now under experimentation in other countries such as Great Britain, is to introduce controlled cracking in cement-bound bases. This technique is intended to prevent the occurrence of occasional but relatively wide and damaging natural cracks, which can easily propagate through bituminous surfacing due to relative vertical movement of the crack under trafficking. Controlled cracking, otherwise referred to as precracking, is induced typically at 3 m (10 ft) spacing by pre-cutting the uncompacted base and filling the grooves with emulsion. Cracks occurring at close intervals tend to be of minimum width (typically, 0.5mm [0.02 in.] wide) and have maximum load transfer capacity due to superior aggregate interlock between the crack faces.

Fuente: Boletín CPA-RD123, K. P. George

Por otra parte, es válido aclarar que la fotografía que ilustra la presente observación en el informe preliminar (figura 29) no representa la situación real del proyecto. Se aprecia que dicha fotografía fue tomada en un tramo que ya estaba imprimado cuando se realizaron los cortes, en ese tramo la abertura fue rellenada con emulsión asfáltica posteriormente.

En nuestro oficio CSRN32-0487-2021 del 26 de abril 2021, se explicó que posterior a la realización de los cortes controlados se aplica el riego de imprimación y el material de secado (1/4"), lo que cierra las aberturas de los cortes controlados.



Fuente. EIC-LANAMME-509-B-2022, Figura 29 En ese tramo los cortes se realizaron posterior a la imprimación, las aberturas fueron selladas con emulsión posteriormente.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Las siguientes fotografías ilustran de mejor manera lo ocurrido con las aberturas de los cortes, antes de proceder con la colocación de la capa asfáltica en el proyecto:



Cortes en BE25, km 54+100 – 54+300 Izq.

Nótese que las aberturas de cortes controlados quedan debidamente selladas por la capa de imprimación y material de secado.

OBSERVACIÓN 2. SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA EMPLEADA EN ALGUNOS FRENTE DE TRABAJO PARA LAS CAPAS DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO.

Este Consorcio Supervisor en el oficio CSRN32-0444-2022 del 02 de mayo del 2022 explicó las razones por la que se tuvo que implementar la metodología de colocación de base estabilizada, para completar el espesor total de capa BE25 que según diseño es de 28cm de espesor compactado en algunas zonas. Además, se aportó (Fig. 5c del oficio referido) fotografía de núcleo de base estabilizada extraído en la zona de la observación no.2 indicada en el informe de Lanamme, mostrando que la capa presenta excelentes condiciones de integridad. Incluimos nuevamente dicha fotografía.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





Fig No. 5c Núcleo de BE25, extraído en estación k81+087 con espesor completo (28 cm aprox).
Obsérvese la uniformidad a lo largo del núcleo.

Con respecto a la profundidad de los ensayos de compactación, vale aclarar que, por las características del densímetro nuclear, cuya varilla de ensayo está dividida en pasos de cada 5cm, no permite ensayar profundidades intermedias, si se usaran 30cm de profundidad de ensayo se estaría incluyendo en el ensayo la parte superior de la capa de base granular. En este caso particular se ensayan 25cm de los 28 cm, y según se observa en la fotografía del núcleo extraído no presenta zonas con vacíos u oquedades en la parte inferior de la capa, indicando que la misma se encuentra compactada adecuadamente.

Por otra parte, cualquier indicio de falta de compactación que conlleve la existencia de espacios vacíos excesivos entre partículas se vería reflejado en una deficiente capacidad estructural, lo cual no es el caso, si revisamos en las mediciones y cálculos realizados por Lanamme y presentados en este mismo informe (observación 5).

Las zonas con espesores mayores de base estabilizada (27cm-28cm) se localizan entre k67.4 y k84.3. Se observan mediciones aceptables de deflectometría hechas entre k75 y k82 (incluyendo en la zona de la observación de Lanamme en el km81,1), en el lado de rehabilitación (sentido Limón-San José). Esto indica que la estructura presenta una adecuada capacidad estructural, determinada a partir de la deflectometría de impacto, confirmando que no existen problemas de compactación en la misma.

OBSERVACIÓN 3. SE IDENTIFICÓ EL USO DE UNA CAPA DE “TRABA” O CAPA DE ESPESOR REDUCIDO SOBRE EL RIEGO DE LIGA PREVIO A LA COLOCACIÓN DE LA PRIMERA Y SEGUNDA CAPA DE MEZCLA ASFÁLTICA.

Este tema ha sido tratado en reiteradas ocasiones y en el proyecto se han buscado opciones para evitar el daño de la capa de imprimación, siendo el espolvoreo de una capa fina de mezcla asfáltica el método que garantiza mejores resultados, sin ello las vagonetas cargadas con material asfáltico desprenden la capa de imprimación a la hora de entrar a descargar en el pavimentador.

Se ha observado que de no protegerse la imprimación esta se adhiere a las llantas de los camiones durante las maniobras de descarga y colocación de la MAC y posteriormente los mismos camiones

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección
Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.



van dejando grumos de tamaño considerable sobre la superficie que se está pavimentando, originando zonas con irregularidad superficial y quedando incorporada en la capa asfáltica grumos de material que no corresponden a MAC, dicha contaminación podría generar zonas de falla en el pavimento.

En vista de la observación hecha por Lanamme sobre este tema y al no encontrar un método más eficaz para mitigar el desprendimiento de la capa de imprimación durante la colocación de MAC, se le solicitó de manera cordial a Lanamme indicar el método que consideren apropiado y proceder a implementarlo en el proyecto, no obstante, a la fecha no se ha recibido respuesta a dicha consulta.

OBSERVACIÓN 4. SE EVIDENCIARON ALGUNAS TÉCNICAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS FAVORABLES RELACIONADOS CON LA COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA Y MEZCLA ASFÁLTICA QUE ATIENDEN A LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA.

- Sobre la producción de base estabilizada con cemento en planta
- Sobre la colocación de base estabilizada con pavimentadora
- Sobre el uso de mantas de curado
- Sobre la colocación de MAC
- Sobre limpieza y barrido de las zonas de trabajo

Este Consorcio Supervisor no tienen comentarios al respecto de esta observación.

SOBRE EL DESEMPEÑO DEL PAVIMENTO HALLAZGO 2. EN TÉRMINOS GENERALES, EL PROYECTO PRESENTA UNA CONDICIÓN DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EN CUMPLIMIENTO CON LOS VALORES IRI Y MRI ESPECIFICADOS.

- Más de un 95 % de los valores individuales de iri posee un valor inferior a 3,0 m/km.

Con respecto al 5% de valores que exceden el IRI especificado, aclaramos que se emitieron al Contratista las correspondientes No Conformidades, estas están siendo resueltas por el Contratista, reemplazando la capa MAC de las zonas afectadas.

OBSERVACIÓN 5. EN TÉRMINOS GENERALES, EL PROYECTO CUENTA CON UNA BUENA CAPACIDAD ESTRUCTURAL EN LOS TRAMOS CONCLUIDOS A LA FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS.

Este Consorcio Supervisor no tienen comentarios al respecto de esta observación.

OBSERVACIÓN 6. EN TÉRMINOS GENERALES, EL PROYECTO CUENTA CON UNA BUENA FRICCIÓN EN LOS TRAMOS CONCLUIDOS A LA FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS. SE OBTIENEN TRAMOS TERMINADOS CON UN COEFICIENTE DE FRICCIÓN SUPERIOR (GRIPNUMBER) AL MÍNIMO RECOMENDADO.

Este Consorcio Supervisor no tienen comentarios al respecto de esta observación.

10. RECOMENDACIONES

Sobre las prácticas y procedimientos constructivos

CONSORCIO SUPERVISOR RN32

Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.



• Se recomienda implementar controles desde la producción de la base estabilizada que permitan reducir los tramos con resistencias mayores al límite superior establecido para el proyecto en específico.

Atendemos la recomendación hecha por Lanamme, no obstante, es válido mencionar que, desde inicios del proyecto en la producción y colocación de base estabilizada de Rama 1 y rama 2 se han implementado controles y medidas que lleven a reducir los tramos con resistencias excesivas, tal y como lo plantea Lanamme en la observación no.4 del informe de la referencia, la mezcla de BE25 se ha producido en planta de mezclado, uso de manto de curado, colocación con pavimentadora. Adicional a las medidas anteriores se han implementado otras medidas que mencionamos a continuación:

- La granulometría inicialmente fina (50%-100% pasando malla #4 y hasta 35% pasando malla #200) produce una mezcla de agregado susceptible al fenómeno de contracción (y posterior agrietamiento), puesto que la misma requiere mayores cantidades de cemento y agua debido a la mayor área superficial de las partículas finas. Al demandar más cemento, la mezcla producirá mayores resistencias, las que van directamente relacionadas con el riesgo de agrietamiento (por el elevado calor de hidratación del cemento y la gran cantidad de finos del material), por lo anterior se optó por la granulometría de base granular tipo C (31%-54% pasando malla #4 y 4% a 7% pasando malla #200), lo que reduce el riesgo de aparición de grietas.
 - El material de base granular usado para estabilizar es No Plástico (lo que reduce el riesgo de grietas por contracción).
 - En lugar del cemento de uso general UG, se optó por el uso de Cemento Multibase (CP-21), diseñado especialmente para estabilización y mejoramiento de suelos y bases granulares. La formulación del cemento multibase tiene contenidos menores de clinker y mayor cantidad de adiciones minerales, específicamente caliza y puzolana, que permiten disminuir el agrietamiento por contracción y ampliar los tiempos de fraguado del cementante para el mezclado, conformación y compactación de los tramos, debido a su menor generación de calor de hidratación que a su vez implica menor riesgo de agrietamientos. Vale mencionar que el calor de hidratación en el Multibase es menor que el del cemento de uso general, al igual que las resistencias a la compresión, las que se adecuan más a lo requerido para los materiales estabilizados.
- Se recomienda definir un protocolo para implementar medidas de tratamiento de los cortes realizados, de manera que se contemple el tiempo establecido para realizar el corte, el espaciamiento entre cortes, la variación en la profundidad del corte en función del espesor de la capa de base estabilizada, el tipo de tratamiento que se realizará en el corte, así como la definición clara de las zonas donde se deben realizar los cortes.

Este Consorcio Supervisor considera que los cortes controlados están siendo realizados de manera adecuada y los mismos no requieren ningún tipo de tratamiento adicional más que el sellado con emulsión, el cual se logra al momento de la imprimación. En el proyecto se cuenta con un protocolo para el tratamiento de tramos con resistencia excedida, mediante la realización de cortes controlados, acordado oportunamente con el Contratista y basado en las recomendaciones del boletín RD123 de la Portland Cement Association, Research & Development Bulletin RD123 "Minimizing cracking in cement-treated materials for improved performance by K.P. George", , dicho protocolo es el que se ha venido implementado.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección
Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.



• Se recomienda garantizar la adecuada colocación de las capas que componen el pavimento en apego a las especificaciones técnicas que rigen el proyecto, en específico para la base estabilizada se deben respetar las condiciones de humedad en la mezcla de base – cemento, en aras de asegurar la correcta compactación de la capa y por ende el comportamiento esperado de la estructura.

Hacemos referencia a nuestra respuesta a observación no.2, arriba en este oficio.

• Se recomienda evitar el uso de la técnica constructiva conocida como “traba” o la colocación y compactación de capas asfálticas de espesor reducido durante los procesos de pavimentación. Se recomienda asegurar mediante la inspección en sitio que el Contratista brinde el tiempo de espera suficiente para garantizar el “rompimiento” de la emulsión asfáltica en el riego de liga e imprimación y evitar el arrastre del mismo por el paso de vehículos.

Respecto al uso de “traba”, esta Supervisión hace referencia a nuestra respuesta a observación no.3, arriba en este oficio y reiteramos de manera cordial nuestra consulta a Lanamme de indicar el método que consideren apropiado para proceder a su implementarlo en el proyecto.

Respecto al tiempo de espera necesario para el rompimiento de la emulsión asfáltica, coincidimos en lo recomendado por Lanamme.

• Se recomienda mantener la limpieza y el soplado mediante compresor de aire de los paños donde se aplicará el riego de liga para evitar la presencia de partículas contaminantes que perjudiquen la adherencia entre las capas del pavimento.

Esta supervisión coincide en lo recomendado por Lanamme respecto a mantener la limpieza y el soplado con compresor de aire en las superficies a aplicar riego de liga.

Sobre el desempeño del pavimento

• Se recomienda realizar un estudio de aquellas secciones que presentan incumplimientos del parámetro IRI tanto por el criterio de valores individuales como por el criterio de media móvil con la finalidad de proponer un plan de atención de las reparaciones en caso de ser necesario.

Tal y como esta Supervisión explicó en el oficio CSRN32-0320-2022, del 18 de marzo 2022, las zonas con incumplimiento de IRI se van identificando conforme se han ido realizando las mediciones correspondientes, tanto por el Laboratorio de Autocontrol de Calidad como por el Laboratorio de Verificación de la Calidad, los incumplimientos se documentan y se les da seguimiento por medio de las No Conformidades hasta su reparación y nueva medición garantizando el cumplimiento final. Al momento de elaboración de este oficio, el Contratista se encuentra atendiendo las No Conformidades por IRI en Rama 2 identificadas entre km 126 y km 134, donde se encuentra realizando las reparaciones necesarias.

• Se recomienda establecer un plan monitoreo al parámetro de IRI durante la posible puesta en servicio como desvío provisional del tránsito, con el fin de determinar si se requiere algún tipo de atención para garantizar la condición de regularidad establecida en el Contrato previo a la recepción final de las obras.

Esta Supervisión coincide con lo recomendado por Lanamme en este aspecto.

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección
Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.





• Se recomienda mantener y velar por la implementación de las mejores prácticas constructivas durante los procesos de pavimentación tanto en las zonas de ampliación como en las zonas por rehabilitar que permitan asegurar la capacidad estructural de las capas del pavimento en conformidad con las propiedades consideradas durante los diseños del pavimento.

Esta supervisión coincide en lo recomendado por Lanamme respecto a mantener y velar por la implementación de las mejores prácticas constructivas durante los procesos de pavimentación.

• Se recomienda mantener las prácticas constructivas adecuadas durante la colocación, compactación y acabado de la carpeta asfáltica en el proceso de pavimentación de los tramos pendientes por construir.

Esta supervisión coincide en lo recomendado por Lanamme respecto a mantener las prácticas constructivas adecuadas.

• Es recomendable brindar monitoreo al parámetro de fricción durante la puesta en servicio de las estructuras de pavimento concluidas como desvío provisional del tránsito, con el fin de determinar si se requiere algún tipo de atención con el fin de garantizar el estándar de condición superficial mínimo requerido para resguardar la seguridad vial de los usuarios de la ruta.

Esta Supervisión coincide con lo recomendado por Lanamme en este aspecto, no obstante, puesto que la medición de fricción superficial no es un requerimiento contractual y en caso de requerirse algún tipo de atención al respecto, no se puede exigirle al Contratista, a menos que la Unidad Ejecutora considere la implementación de una Orden de Modificación sobre el tema.

Sin otro particular, se despide de usted,

JOSE ANGEL
MELENDEZ
VILLALTA
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
JOSE ANGEL
MELENDEZ
VILLALTA (FIRMA)
Fecha: 2022.10.18
16:39:29 -06'00'

Ing. Ángel Meléndez Villalta
Gerente de Proyecto
Consorcio Supervisor RN-32

Cc:
Ing. Hugo Lino Paniagua, Director de Estructuras Viales, UE RN-32
Ing. Ronny Sánchez Chaves, Director de Carreteras -UERN32
Proveeduría Institucional CONAVI
Archivo/Copiador

CONSORCIO SUPERVISOR RN32
Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección
Ruta Nacional No. 4 (Cruce Sarapiquí)-Limón.