



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-135-2011

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN VIAL EN LA RUTA NACIONAL N°1.

CARRETERA BERNARDO SOTO

INFORME FINAL

Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica

San José, Costa Rica
Diciembre, 2011

Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-AT-135-2011	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Trabajos de Conservación Vial en la Ruta Nacional N°1. Carretera Bernardo Soto.	4. Fecha del Informe Diciembre, 2011	
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <p><i>El objetivo de la realización de las auditorías técnicas externas por parte de LanammeUCR es brindar un conjunto de hallazgos y observaciones desde una perspectiva constructiva, para que sea una herramienta útil para la Administración en la implementación de mejoras necesarias y proporcionar un aporte para optimizar los procesos relativos con la gestión de la infraestructura vial en nuestro país.</i></p> <p><i>De acuerdo con visitas realizadas a la Ruta Nacional No.1 por parte del Equipo Auditor, los días 30 de agosto y 6 de setiembre del 2011, en el tramo comprendido entre los Intercambios de Palmares y San Ramón, se pudo observar zonas con sobrecapas recién colocadas con exudación, deterioros prematuros como grietas y bombeo de finos.</i></p> <p><i>Se presenció el proceso constructivo cerca del intercambio hacia Palmares en que se logró evidenciar una falta de perfilado suficiente para eliminar el fisuramiento de la capa asfáltica antigua. Se observaron prácticas constructivas que podrían afectar la calidad de las obras, tales como la reutilización de mezcla sobrante de la manipulación con rastrillo para conformar las juntas y riego de liga no aplicado homogéneamente en toda la superficie.</i></p> <p><i>Este informe propicia de manera oportuna corregir prácticas constructivas en el proceso de Conservación Vial que puedan comprometer la durabilidad de las obras, de tal manera que los recursos asignados a dicho propósito sean utilizados satisfactoriamente en el mantenimiento de las rutas nacionales en las contrataciones de la licitación pública 2009 LN-000003-OCV, Zona 1-6.</i></p>		
10. Palabras clave Sobrecapa, perfilado, exudación, drenaje	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 29

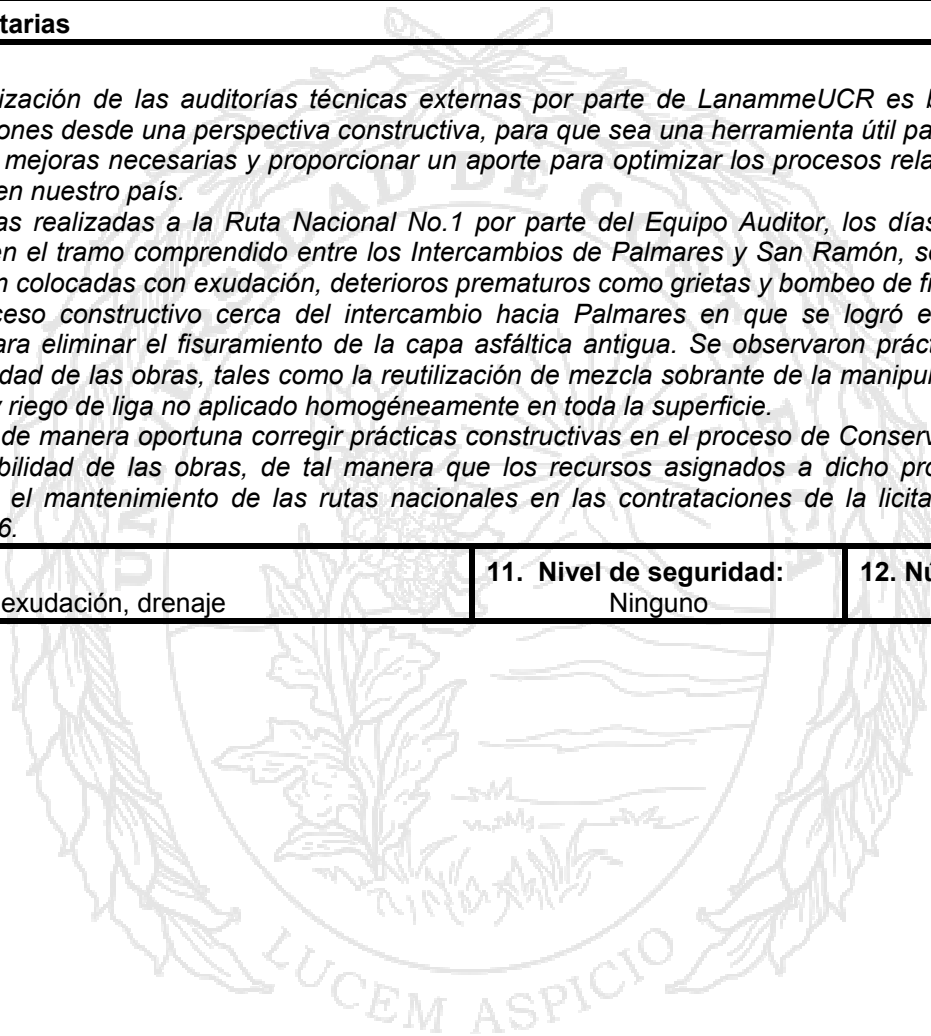




TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
POTESTADES.....	6
1.1 OBJETIVO GENERAL DE LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA.....	7
1.1.1 OBJETIVO DEL INFORME.....	7
1.1.2 LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS A CUMPLIR EN ESTE INFORME SON:.....	7
1.2 ANTECEDENTES.....	8
1.3 ALCANCE DEL INFORME	8
1.4 METODOLOGÍA	8
2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS TRAMOS INTERVENIDOS.....	9
3. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	10
3.1 SOBRE LA CONDICION DE LA SUPERFICIE	11
3.1.1 HALLAZGO 1: SE OBSERVARON ZONAS EN DONDE RECIENTEMENTE SE HA COLOCADO CAPAS NUEVAS DE MEZCLA ASFÁLTICA CON EXUDACIÓN DE ASFALTO.....	11
3.2 SOBRE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	13
3.2.1 HALLAZGO 2: SE PERCIBEN DETERIORS PREMATUROS EN LA CAPA SUPERFICIAL POR AGRIETAMIENTO Y BOMBEO DE PARTÍCULAS FINAS DE LA BASE.....	13
3.2.2 HALLAZGO 3: SE OBSERVÓ QUE SE REINCORPORA MEZCLA ASFÁLTICA CON GRANULOMETRÍA ALTERADA, PRODUCTO DEL PROCESO DE AFINAMIENTO DE LAS JUNTAS LONGITUDINALES, EN LA MISMA CAPA ASFÁLTICA QUE SE ESTÁ COLOCANDO.	20
3.2.3 HALLAZGO 4: EL RIEGO DE LIGA APLICADO NO ES UNIFORME EN TODA LA SUPERFICIE.....	22
3.2.4 OBSERVACIÓN 1: LA SUPERFICIE INTERVENIDA, PERMANECE SIN DEMARCACIÓN DURANTE UN TIEMPO CONSIDERABLE.	23
4. CONCLUSIONES.....	25
5. RECOMENDACIONES	27



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CARRETERA BERNARDO SOTO. TRAMO: SAN RAMÓN - PALMARES.....	5
FIGURA 2. EL TRAMO OBSERVADO SE UBICA ENTRE SAN RAMÓN Y PALMARES.	10

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. EXUDACIÓN ENCONTRADA EN TRAMOS DE LAS CAPAS ASFÁLTICAS COLOCADAS.....	12
FOTOGRAFÍA 2. SITIOS CON AGRIETAMIENTO Y BOMBEO DE FINOS Y AGUA DE LA BASE.....	14
FOTOGRAFÍA 3. SUSTITUCIÓN DE CAPA DE RODAMIENTO AUN LADO. SUPERFICIE FATIGADA EN SENTIDO HACIA SAN RAMÓN.....	15
FOTOGRAFÍA 4. CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE LUEGO DEL PERFILADO SOBRE LA CUAL SE COLOCÓ LA CAPA NUEVA.....	16
FOTOGRAFÍA 5. CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE NUEVA LUEGO DE LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA SOBRE LA SUPERFICIE PERFILADA MOSTRADA EN LA FOTOGRAFÍA 4.....	17
FOTOGRAFÍA 6. CONDICIÓN DE LAS CUNETAS.....	18
FOTOGRAFÍA 7. EL AGUA ASCIENDE CON FINOS DE LA BASE A LA SUPERFICIE POR EFECTO DE LAS CARGAS.....	18
FOTOGRAFÍA 8. PREPARACIÓN DE JUNTA LONGITUDINAL POR MEDIO DE RASTRILLOS.....	21
FOTOGRAFÍA 9. DEPÓSITO DE MATERIAL ASFÁLTICO SOBRANTE DELANTE DE LA PAVIMENTADORA.....	21
FOTOGRAFÍA 10. RIEGO DE LIGA UNIFORME EN LA SUPERFICIE ANTES DE LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA. FECHA 6 DE SETIEMBRE 2011. SITIO UBICADO 300M HACIA SAN JOSÉ DEL CRUCE DE PALMARES.....	23
FOTOGRAFÍA 11. TRAMOS SIN DEMARCACIÓN.....	24
FOTOGRAFÍA 12. TRAMOS CON DEMARCACIÓN PARCIAL.....	24
FOTOGRAFÍA 13. TRAMOS SIN DEMARCACIÓN VIAL.....	25

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA RUTA NACIONAL N°1. CARRETERA BERNARDO SOTO

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

Empresa contratada: Constructora Hernán Solís.

Coordinador General de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA
Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD.

Coordinadora de Auditoría Técnica:
Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc Eng.

Audidores:
Ing. Mauricio Salas Chaves.
Ing. Sandra Solórzano Murillo.
Ing. Víctor Cervantes Calvo.
Ing. Ana Luisa Elizondo Salas.

Asesor Legal:
Lic. Miguel Chacón Alvarado.

Alcance del informe:
Informar a la Administración sobre la calidad y eficiencia de los trabajos de conservación vial en la Ruta Nacional N°1, Carretera Bernardo Soto.

Referencias:
Fecha de giras: 30 de agosto, 6 de setiembre y 3 de noviembre del 2011
Ubicación del tramo auditado:



Figura 1. Carretera Bernardo Soto. Tramo: San Ramón - Palmares.
Fuente: LanammeUCR



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA RUTA NACIONAL N°1. CARRETERA BERNARDO SOTO.

1. INTRODUCCIÓN

Potestades

Las auditorías técnicas externas a proyectos en ejecución del sector vial nacional, se realizan de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley No. 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria y su reforma mediante la Ley N° 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

El proceso de auditoría igualmente se fundamenta en el pronunciamiento C-087-2002 de 4 de abril de 2002 de la Procuraduría General de la República, señala que:

“...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)



1.1 OBJETIVO GENERAL DE LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA.

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR, como parte de sus tareas asignadas por la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria, Ley N° 8114 y su reforma, es el de producir informes que permitan al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Contraloría General de la República, Defensoría de los Habitantes y Asamblea Legislativa, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante cada una de sus etapas: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. La finalidad de estas auditorías consiste en que de manera oportuna se tomen decisiones correctivas y preventivas, se 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 tanto para éste como para futuros proyectos.

1.1.1 Objetivo del Informe

El objetivo de este informe de auditoría técnica es evaluar la calidad y eficiencia de los trabajos de conservación vial realizados en la Ruta Nacional N°1, en la carretera Bernardo Soto, e informar a la Administración sobre lo observado por el Equipo Auditor para que se tomen medidas preventivas y correctivas que ayuden a mejorar la efectividad de las obras.

1.1.2 Los objetivos específicos a cumplir en este informe son:

- a. Informar sobre la calidad de los trabajos de conservación vial realizados sobre la carretera Bernardo Soto.
- b. Advertir a la Administración sobre deterioros prematuros y posibles consecuencias de la condición observada de la vía.



1.2 ANTECEDENTES

Actualmente el CONAVI ejecuta la Licitación Pública 2009 LN-000003-0CV para un periodo de tres años, recientemente refrendada por la Contraloría General de la República mediante el oficio DCA-1883 de la División de Contratación Administrativa del 21 de julio del año en curso. Dentro de esta licitación, se incluyen estos trabajos de mejoramiento de la condición de la capa de rodamiento del tramo de la Ruta Nacional N°1, comprendido entre San Ramón y el cruce de Manolos.

1.3 ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe consiste en valorar la calidad de los trabajos realizados, su desempeño y la condición actual de la vía, a través de una auscultación visual, brindando a la Administración un informe oportuno de estos aspectos y posibles implicaciones que puedan poner en riesgo la seguridad vial, la durabilidad de las obras y la inversión realizada.

1.4 METODOLOGÍA

La labor de fiscalización se fundamenta en evaluar la aplicación de las buenas prácticas de ingeniería y de otros análisis técnicos en el proyecto que se analizan para enriquecer el contenido de este informe.

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 del proyecto. La auditoría no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad o supervisión, la cual, le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto; ni puede



conceptualizarse como una labor de verificación de calidad que es de entera responsabilidad de la Administración. Es función del MOPT-CONAVI, analizar con las partes involucradas las consecuencias expuestas en los hallazgos y observaciones incluidos en los informes de la Auditoría Técnica.

Estos hallazgos y observaciones pretenden identificar oportunidades de mejora para los procesos en la etapa constructiva, que deben ser analizadas con respecto al cumplimiento contractual para que el MOPT-CONAVI tomen las medidas que considere necesarias, con el propósito plantear medidas preventivas y correctivas para el proyecto en estudio y futuros proyectos.

Las actividades desarrolladas por el Equipo Auditor, se apoyaron en visitas al sitio de obras para observar la condición de la vía luego de los trabajos realizados.

Para lograr el objetivo propuesto, se realizaron visitas de fiscalización, los días 30 de agosto, 6 de setiembre y 3 de noviembre del 2011.

Se utilizó como referencia el estacionamiento marcado en sitio que corresponde al 0+000 en el inicio de la Carretera Bernardo Soto en el Aeropuerto Juan Santamaría (Puente sobre la Radial a Alajuela). El estacionamiento utilizado fue el encontrado en la superficie del espaldón, casi 1 kilómetro antes de la intersección de la entrada principal de San Ramón, donde se indicaba 39+276.

2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS TRAMOS INTERVENIDOS

La intervención de la Ruta Nacional N°1, carretera Bernardo Soto por medio de nuevas capas asfálticas inicia en el cruce de Montserrat en San Ramón (Intersección con Ruta Nacional N°135) y actualmente se avanza en el proceso de colocación hacia El Cruce de Manolos (intersección con Ruta Nacional N°3). El tramo observado se ubica entre el cruce de Montserrat hasta el frente de obra encontrado el 6 de setiembre del 2011, ubicado a 500m hacia San José del cruce de Palmares (Ver Figura 2).

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 9 de 29
-------------------	-------------------------------------	----------------

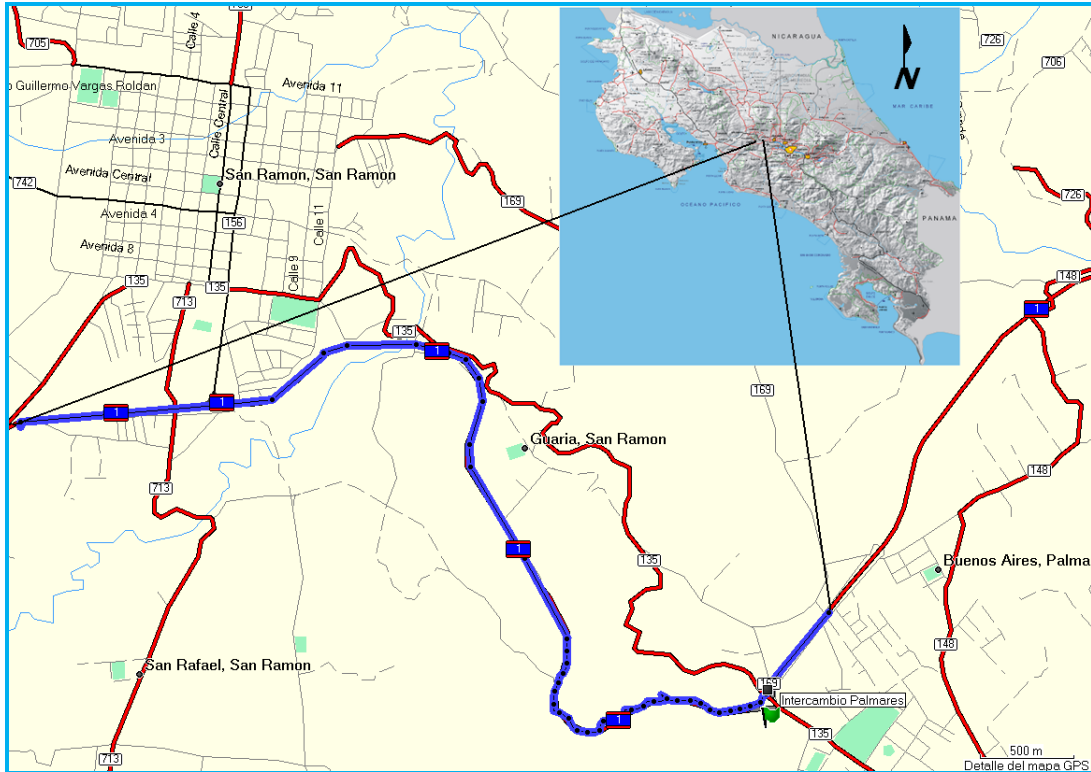


Figura 2. El tramo observado se ubica entre San Ramón y Palmares.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Los trabajos obedecen a un perfilado de espesor variable (5 a 6 cm según la ingeniería de proyecto) y la colocación de capas asfálticas en sustitución de la capa de rodamiento antigua en las zonas más deterioradas.

3. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el Equipo Auditor en este informe, se fundamentan en: evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría; el levantamiento en campo y el análisis propio de las evidencias.

Se entiende como “hallazgo de auditoría técnica”, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas



prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

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

Por lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones, deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que adviertan sobre el riesgo potencial del incumplimiento.

En este apartado del informe, se detallan las observaciones que surgieron de las visitas realizadas a las obras de conservación en el tramo mencionado de la Ruta Nacional No.1, tramo Cruce de Manolos) – Cruce de Montserrat de San Ramón (Intersección con Ruta Nacional No.135).

3.1 SOBRE LA CONDICION DE LA SUPERFICIE

3.1.1 Hallazgo 1: Se observaron zonas en donde recientemente se ha colocado capas nuevas de mezcla asfáltica con exudación de asfalto.

En visitas realizadas los días 30 de agosto, 6 de setiembre y 3 de noviembre del año 2011 a la Carretera Bernardo Soto, en el tramo comprendido entre la entrada a Palmares y la entrada a San Ramón, se observaron zonas de la carretera donde se realizó un perfilado y posteriormente la colocación de una capa asfáltica. Estas capas no son continuas, a todo lo largo de la ruta, de tal manera que se interviene por segmentos definidos por la ingeniería de proyecto.



A pesar de que son capas asfálticas recién colocadas, se pudo observar que algunas zonas presentan exudación de asfalto y mastic en la superficie, resultando una capa de ruedo lisa.



**Fotografía 1. Exudación encontrada en tramos de las capas asfálticas colocadas.
El caso de las fotografías corresponde a la capa asfáltica colocada el 10 de agosto del 2011.
Fecha de fotografías: 30 de agosto 2011.
Estacionamiento 39+500 (aproximadamente 700m antes de cruce a San Ramón)
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR**

Las Fotografías 1 muestran una capa colocada el día 10 de agosto del 2011, de acuerdo con la fecha de colocación indicada en el pavimento. Estas fotografías fueron tomadas el

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 12 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------



día 30 de agosto (20 días después de su colocación), y ya presentaban deterioro por exudación en la superficie. Aún no se observa deformación permanente, sin embargo, al estar exudada se debe considerar la susceptibilidad a presentar deformaciones permanentes en el futuro.

Por otro lado, aunque no se han realizado pruebas de resistencia al deslizamiento, se puede notar exceso de lisura por el “mastic” (asfalto con finos) que ha ascendido a la superficie de ruedo, situación que podría afectar la adherencia de las llantas de los vehículos al circular sobre la vía, tanto en las curvas como en situaciones de frenado, sobre todo si se consideran las condiciones de pendiente longitudinal del tramo y las condiciones lluviosas de la zona.

Mezclas asfálticas que presentan exudación, son mezclas inestables que podrían presentar a futuro importantes deformaciones permanentes en las huellas, conocidas como roderas, las cuales, aparte de afectar la regularidad superficial, afectan negativamente la seguridad del usuario cuando se llenan de agua en condiciones lluviosas, tanto por la fuerza de resistencia que genera en el vehículo reducción de velocidad instantánea, como por la pérdida de adherencia que puede provocar hidropneumático. Además, el paso de los vehículos levanta el agua estancada en las roderas, provocando pérdida de visibilidad para los demás usuarios.

3.2 SOBRE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

3.2.1 Hallazgo 2: Se perciben deterioros prematuros en la capa superficial por agrietamiento y bombeo de partículas finas de la base.

De acuerdo con lo observado durante los días de las visitas (30 de agosto, 6 de setiembre y 3 de noviembre del 2011), se observaron deterioros prematuros por agrietamiento y bombeo de partículas finas de la base con agua, a través de las capas nuevas recién colocadas.

Es evidente la salida de finos de la base con agua que sube a la superficie, lo que indica que existe un agrietamiento en la nueva capa colocada.

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 13 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------



Fotografía 2. Sitios con agrietamiento y bombeo de finos y agua de la base.
Fecha 30 de agosto 2011. Estacionamientos 39+300, 39+000, 38+800 y 38+000
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Una posible causa de la presencia de estos deterioros podría deberse a que no se eliminó en todo su espesor la capa asfáltica agrietada existente, de manera que al colocar una capa nueva sobre otra agrietada, el deterioro se reflejará en la superficie recién colocada. A pesar de que se sabe que se realizó un perfilado de la superficie antigua, no existe evidencia de que en estos sitios se eliminara la totalidad del espesor de la capa fatigada.

Entre otras posibles causas, se podrían mencionar situaciones como diseño inadecuado de la mezcla asfáltica, mezcla colocada a una temperatura no apropiada o flujo de agua perenne debido a la falta de canalización de aguas con cunetas revestidas, como se observa en la Fotografía 2, siendo evidente los finos con agua que emergen de la base hacia la superficie nueva.

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 14 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------

En términos generales, no existe evidencia de la condición superficial de la capa asfáltica sobre la cual se colocó esta superficie de rodamiento en estos sitios específicos, sin embargo, de acuerdo con lo observado en las zonas aledañas a los sitios intervenidos, se pudo notar zonas con un nivel de fatiga severo que probablemente podría alcanzar profundidades mayores a la perfilada.



Fotografía 3. Sustrucción de capa de rodamiento aun lado. Superficie fatigada en sentido hacia San Ramón.

Fecha 30 de agosto 2011. Estacionamientos 39+500.

Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

A pesar de que en este sitio (39+500) no existe evidencia de la condición de la superficie sobre la cual se colocó la capa asfáltica nueva, ni tampoco de la profundidad de perfilado, sí existe evidencia de la condición de la superficie que se preparó el día 6 de setiembre del 2011 para la colocación de la capa nueva en el tramo ubicado luego del puente en la intersección a Palmares, en sentido San Ramón – San José, pues se pudo observar que luego de perfilada la superficie a una profundidad definida en sitio, aproximadamente 5cm según lo indicado por el inspector del CONAVI presente, este perfilado no elimina completamente la superficie agrietada, tal y como se observa en la fotografía siguiente.



**Fotografía 4. Condición de la superficie luego del perfilado sobre la cual se colocó la capa nueva.
Sitio ubicado 100m hacia San José del cruce a Palmares.
Fecha 30 de agosto 2011.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR**

La fotografía 4 muestra la evidencia de una práctica utilizada en los trabajos observados en la Carretera Bernardo Soto, la cual pudo ser la utilizada de forma similar durante la ejecución de trabajos días atrás, desde el inicio de las obras de conservación vial de esta ruta. Esta práctica permite que queden zonas con agrietamiento en la superficie sobre la cual se colocó la capa nueva, tal y como se observa en la Fotografía 4. Este mismo sitio fue fotografiado el pasado 3 de noviembre del 2011, donde ya se puede observar un deterioro de bombeo de finos y agua luego de dos meses de colocado, tal y como se observa en la Fotografía 5. Según las fechas de colocación indicadas en sitio, este tramo se colocó el 3 de setiembre del 2011.



Fotografía 5. Condición de la superficie nueva luego de la colocación de la mezcla asfáltica sobre la superficie perfilada mostrada en la fotografía 4.

Sitio ubicado 100m hacia San José del cruce a Palmares.

Fecha 3 de noviembre 2011.

Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Existen además, zonas aledañas con agrietamientos severos, donde no se realizaron actividades de mejoramiento. Se puede pensar que existe presencia de flujo constante de agua en toda la estructura del pavimento, lo cual incrementa el deterioro de la base y, consecuentemente, de la capa asfáltica superior por fatiga prematura y bombeo de partículas finas de la base.

Este flujo de agua dentro de la estructura del pavimento puede ser consecuencia del deficiente control del drenaje superficial de las aguas, específicamente por la condición de los drenajes laterales. Un ejemplo de esto se ve claramente en el estacionamiento 39+400, donde las cunetas se han desintegrado y el agua que baja sobre la pendiente existente, ha socavado el terreno, formando huecos que permanecen llenos de agua, saturando el suelo y las capas granulares de la estructura del pavimento. Por otro lado, y como consecuencia de la topografía del sitio, el agua tiende a infiltrarse en dirección hacia el otro lado de la calzada la cual tiene una menor altura, favoreciendo que se infiltre con finos de la base a través de la capa agrietada antigua y posteriormente a la capa nueva provocando un proceso de agrietamiento prematuro hasta la superficie cada vez que está sometida a cargas del tránsito pesado.



Fotografía 6. Condición de las cunetas.
Fecha 30 de agosto 2011. Estacionamiento 39+400.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR



Fotografía 7. El agua asciende con finos de la base a la superficie por efecto de las cargas.
Fecha 30 de agosto 2011. Estacionamiento 39+350.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Al respecto, como práctica sana dentro de la ingeniería, lo recomendable en estos casos es primeramente realizar una canalización de aguas con cunetas revestidas y en segundo lugar la eliminación total de este tipo de deterioros superficiales mediante perfilado hasta una profundidad adecuada y colocar la nueva capa ligándola adecuadamente con la base existente en buen estado, con el fin de que la nueva capa no se vea influenciada por sub-capas deterioradas que, además de que no aportan



estructuralmente, más bien, son perjudiciales al ser un apoyo inestable de la capa nueva. Por otro lado, se debe mejorar el drenaje existente de manera que se minimice la introducción, y consecuente presencia, de agua dentro de la estructura del pavimento y no se vea afectada la capacidad de soporte de las capas granulares ni del suelo existente.

En el Cartel de la Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV para los proyectos de conservación de la red vial pavimentada, se incluye el renglón de pago de perfilado. En la sección de Especificaciones Especiales se indica textualmente para el renglón de pago M-42 (A) PERFILADO DE PAVIMENTO (m²) que:

*“El trabajo consistirá en la remoción parcial del pavimento existente, **hasta la profundidad que indique la Ingeniería de Proyecto**, siempre que se encuentre dentro de la capacidad del equipo dispuesto por el contratista.”* (El subrayado y resaltado no es parte del texto original).

Además menciona que:

*“La superficie resultante del perfilado, debe limpiarse de todo material suelto o polvo, y **prepararse para las labores posteriores de colocación de sobre-capa**.”* (El subrayado y resaltado no es parte del texto original).

Por otro lado en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2010, en la sección 415, PERFILADO (fresado) DE CAPAS ASFÁLTICAS, en la subsección 415.03: Escarificación del pavimento, menciona que:

*“Antes de colocar una capa nueva se deberá **reparar las superficies perfiladas**, aplicando técnicas de bacheo. El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, **debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas**”* (El subrayado y resaltado no es parte del texto original).

En la sección de Especificaciones Especiales del Cartel de la Licitación Pública N° 2009LN-000003-CV se indica textualmente para el renglón de pago M-43(C) RUTEADO Y SELLADO DE GRIETAS que:

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 19 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------



*“Este trabajo consistirá en la ejecución de las labores necesarias para el sellado de grietas y fisuras tanto en superficies de concreto asfáltico como en superficie de concreto hidráulico, hasta un máximo de 40 mm de abertura superior en la superficie del pavimento. Este proceso se ejecutará mediante el sellado en caliente, con asfalto modificado a base de polímeros “SBS”; **siendo su objetivo sellar, evitando que la humedad llegue a la estructura del pavimento y se genere el efecto de bombeo, o el reflejo acelerado de las grietas en la superficie.**” (El subrayado y resaltado no es parte del texto original).*

Por otro lado menciona que:

“Esta actividad no será ejecutada en aquellas áreas en que las grietas formen bloques pequeños interconectados de carácter poliédrico, semejante al agrietamiento piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento.”

De acuerdo con esto, se debe eliminar la existencia de grietas que promueven el paso de agua y que provoquen bombeo de finos de las capas internas de la estructura o el reflejo de grietas de la capa antigua, realizando un perfilado suficiente y un tratamiento con sello de grietas, siempre y cuando no exista “piel de cocodrilo”.

3.2.2 Hallazgo 3: Se observó que se reincorpora mezcla asfáltica con granulometría alterada, producto del proceso de afinamiento de las juntas longitudinales, en la misma capa asfáltica que se está colocando.

El día 6 de setiembre del 2011 se pudo observar que luego de que la pavimentadora iba colocando la capa asfáltica, personal de la empresa contratista preparaba las juntas longitudinales del carril pavimentado y que parte de los sobrantes de este proceso se reincorporan a la capa asfáltica. Esta actividad se hacía utilizando los rastrillos y manipulando la mezcla asfáltica hasta dejar una junta con material más fino con el objetivo de sellar mejor estas zonas. Consecuentemente, esto genera que vaya sobrando material grueso tal y como se puede ver en la siguiente fotografía.

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 20 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------



Fotografía 8. Preparación de junta longitudinal por medio de rastrillos.
Fecha 6 de setiembre 2011. Sitio ubicado 300m hacia San José del cruce de Palmares.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Posteriormente se pudo observar que este material sobrante es recogido y depositado delante de la pavimentadora, formando parte de la capa nueva colocada, tal y como se evidencia en las fotografías siguientes.



Fotografía 9. Depósito de material asfáltico sobrante delante de la pavimentadora.
Fecha 6 de setiembre 2011. Sitio ubicado 300m hacia San José del cruce de Palmares.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Debe considerarse que el material recogido al preparar las juntas, es un material que ha perdido las propiedades granulométricas propias de una mezcla asfáltica producida en planta de forma controlada.

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 21 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------



De acuerdo con el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2010, en la sección 402.) Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente según Métodos de Diseño de Mezcla Hveem o Marshall, en su descripción menciona que:

*“El propósito del Método Marshall es determinar el contenido óptimo de asfalto **para una combinación específica de agregados**. También provee información sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, y establece densidades y contenidos óptimos de vacíos que deben ser cumplidos durante la construcción del pavimento.”* (El subrayado y resaltado no es parte del texto original). Es criterio de esta Auditoría que al variar las propiedades granulométricas de la mezcla asfáltica utilizada, al manipularla en sitio de esta forma descrita, pone en riesgo su desempeño al variar las propiedades originales que posee de acuerdo a su diseño.

Por otro lado, es un material que al ser manipulado de esa forma, se enfría rápidamente, por lo que no logrará alcanzar la densificación requerida suscitando zonas con mayor cantidad de vacíos en la carpeta final, por ende más susceptible al daño por humedad. Al colocar este material sobrante como parte de la capa nueva, se altera parcialmente la granulometría de la mezcla colocada, poniendo en riesgo su homogeneidad y consecuentemente su desempeño, situación que afecta en mayor medida entre menor sea el espesor colocado, que en este caso fue cercano a 5 cm.

3.2.3 Hallazgo 4: El riego de liga aplicado no es uniforme en toda la superficie.

En la visita realizada el día 6 de setiembre del 2011 se pudo observar que el riego de liga aplicado no era uniforme ni suficiente a lo largo de la superficie donde se colocó la capa asfáltica nueva. La emulsión aplicada en la superficie es adherida a las llantas de las vagonetas al maniobrar dentro de la zona preparada para la colocación de la capa de ruedo, lo que hace que existan zonas donde desaparece totalmente el riego de liga.

Esto puede deberse a la falta de un barrido adecuado, lo que provoca que quede material suelto en la superficie antes del riego. Al aplicar el riego, la emulsión queda adherida a las partículas sueltas en la superficie y al entrar las vagonetas a la zona de obras, la emulsión se adhiere fácilmente a las llantas.

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 22 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------

En la fotografía 10 se puede observar la heterogeneidad del riego sobre el cual se colocó la capa asfáltica nueva, a unos 300 m hacia San José del cruce hacia Palmares.



Fotografía 10. Riego de liga uniforme en la superficie antes de la colocación de la mezcla asfáltica. Fecha 6 de setiembre 2011. Sitio ubicado 300m hacia San José del cruce de Palmares. Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Es importante que la emulsión quede aplicada uniformemente de manera que la capa nueva se adhiera completamente con la superficie existente, con una cantidad de emulsión suficiente pero no excesiva. La importancia de esta adherencia se basa en la necesidad de que la capa nueva no actúe independiente de la estructura y se evite un deterioro prematuro ante las sollicitaciones de carga típicas de la vía.

Es así como el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2010, en la sección 414.) Riego de Liga Asfáltica (Tack Coat), específicamente en el punto 414.06, referente a la aplicación del cemento asfáltico menciona que “...Cuando un riego de liga no pueda ser aplicado con un sistema de distribución por aspersores, **se aplicará el riego de liga de manera uniforme, mediante distribuidores manuales o por cualquier otro tipo de método autorizado por el Contratante**”. (El subrayado y resaltado no es parte del texto original).

3.2.4 **Observación 1: La superficie intervenida, permanece sin demarcación durante un tiempo considerable.**

A pesar de que las obras iniciaron a principios de agosto del año en curso, la superficie intervenida permaneció sin demarcación al menos hasta la visita realizada el día 6 de setiembre del 2011, lo cual representa un riesgo para el usuario, máxime siendo una vía

LM-PI-AT-135-2011	Fecha de emisión: Diciembre de 2011	Página 23 de 29
-------------------	-------------------------------------	-----------------

de alta velocidad, por donde transita una cantidad importante de vehículos pesados y que existen carriles de ascenso y de adelantamiento que no están definidos. Se debe considerar que en horas nocturnas, la visibilidad se vuelve más crítica y es importante definir claramente el camino seguro al usuario de la vía.



**Fotografía 11. Tramos sin demarcación.
Estacionamientos 39+300 y 38+000.
Fechas: 6 de setiembre y 30 de agosto respectivamente.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR**

Se debe mencionar que en la reciente visita realizada el día 3 de noviembre del 2011, ya se había demarcado la superficie de manera parcial tal y como lo muestra las siguientes fotografías. Se demarcó la línea de centro, incluyendo la colocación de captaluces. Sin embargo, se puede notar que las líneas de borde aun no se han demarcado.



**Fotografía 12. Tramos con demarcación parcial.
Estacionamiento 39+300. Fechas: 3 de noviembre del 2011.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR**

Por otro lado, también se encontraron sitios sin demarcación en zonas donde la mezcla asfáltica tiene más de un mes de colocada.



Fotografía 13. Tramos sin demarcación vial.

El estacionamiento se ubicó aproximadamente 1 km hacia San José del paso a desnivel en la entrada a Palmares. Fechas: 3 de noviembre del 2011.

Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

Es criterio de esta Auditoría Técnica que la señalización vial es necesaria en todo momento, sobretodo en situaciones de visibilidad nocturnas, de lluvia o neblina. Además, considerando esta carretera de alto flujo vehicular y con múltiples carriles de tránsito, carriles de acceso, se vuelve obligatorio que la Administración vele por que esta vía cuente con la demarcación requerida permanentemente.

4. CONCLUSIONES

- La capa de mezcla asfáltica, 20 días después de ser colocada presenta un tramo con exudación severa en la superficie, lo que demuestra deficiencias en la calidad de los trabajos realizados, lo cual pone en riesgo la durabilidad de la capa colocada y además la seguridad de los usuarios al transitarla.



- Se evidenció la presencia de deterioros prematuros adicionales tales como fisuras de las capas asfálticas recién colocadas y bombeo de finos y agua a través de esas grietas. Esto pudo haber sido provocado por falta de profundidad en el perfilado en algunas zonas, debido a que se evidenció agrietamiento severo en la capa sobre la cual se colocó la superficie asfáltica nueva. Es evidente que este agrietamiento ya se reflejó en la superficie nueva, para lo cual contribuyó el agua existente entre la estructura del pavimento, producto de la mala canalización de agua en las cunetas deterioradas y falta de sello en la superficie no intervenida, que también presenta un agrietamiento importante.
- En el proceso constructivo se pudo evidenciar prácticas no adecuadas en la colocación de las capas asfálticas debido a la alteración y segregación de la mezcla asfáltica, lo que podría afectar el desempeño de la capa de rodamiento, máxime al haber colocado un espesor mínimo de aproximadamente 5cm.
- Por otro lado, se pudo evidenciar que el riego de liga aplicado no se muestra uniforme en toda su superficie, al ser afectado por el paso de vagonetas sobre una superficie con un posible barrido inadecuado antes de la aplicación de la emulsión, según lo observado por el equipo auditor en el frente de obra.
- A pesar de que se le da un grado de confort mayor al usuario por el mejoramiento de la regularidad superficial de la vía, de acuerdo con la rapidez con la que aparecieron algunos deterioros, este confort se verá afectado negativamente a corto plazo, lo que pone en riesgo la inversión realizada en este mejoramiento de la superficie.
- Algunos tramos intervenidos no presentan demarcación horizontal lo cual representa un riesgo para el usuario al ser una vía de alta velocidad y que posee varios carriles que permiten adelantamientos. La situación se hace crítica para horas nocturnas en cuanto a visibilidad. Existen tramos donde se ha demarcado parcialmente, sin embargo, es necesario la demarcación total de la vía para evitar problemas graves en la circulación de usuarios, buscando una guía adecuada para el tránsito seguro.



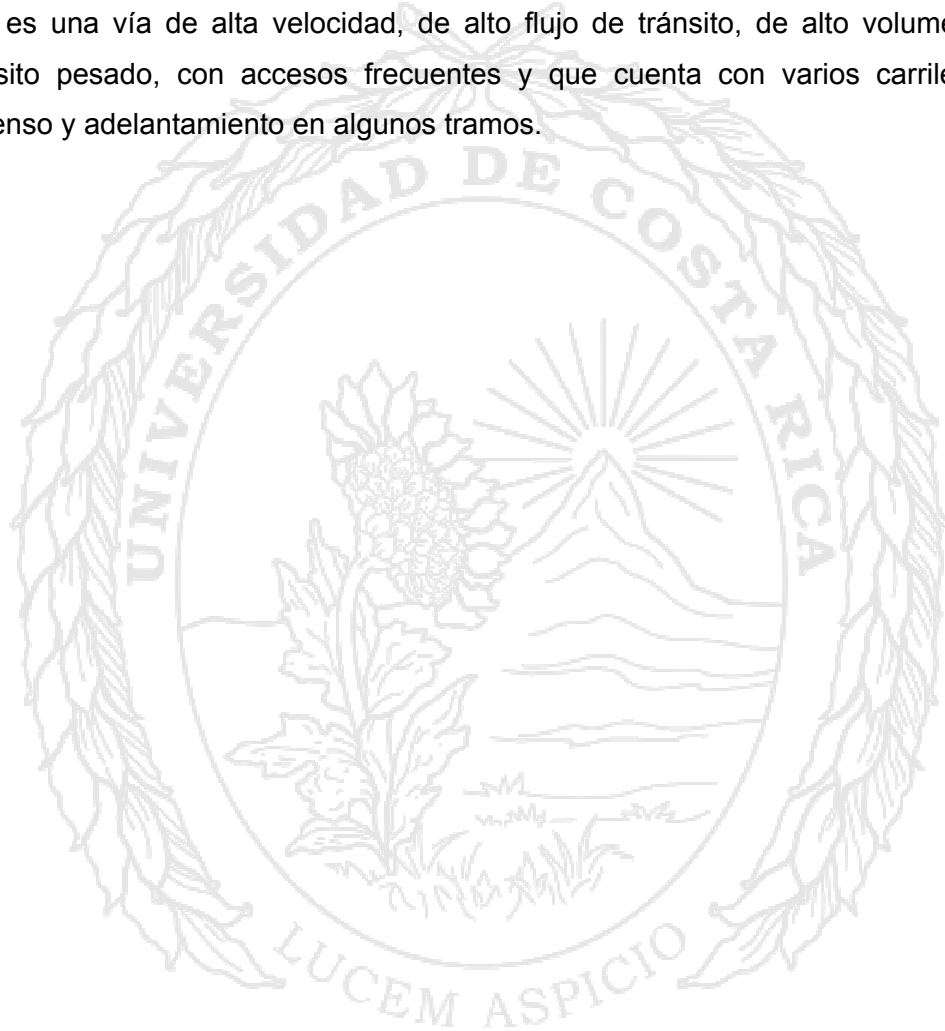
5. RECOMENDACIONES

Le corresponde a la Administración definir e implementar las medidas correctivas que procedan con el fin de subsanar los hallazgos y observaciones planteados en el presente informe. A continuación se indican algunas recomendaciones:

- Se debe verificar que se realice el perfilado suficiente, para garantizar la eliminación del agrietamiento existente, de manera que no afecte la capa asfáltica nueva ni la estructura del pavimento en general.
- Se deben eliminar prácticas constructivas inadecuadas tales como, alteración de la mezcla asfáltica colocada o riego uniformemente mal distribuido en la superficie, que pongan en riesgo la durabilidad de las obras.
- Se debe atender la vía, a la brevedad posible, con un mejoramiento de los drenajes laterales, con el fin de canalizar de forma adecuada el agua para con ello garantizar que lo invertido en la capa de rodamiento no se vea afectado por la presencia constante de agua en la estructura de la vía.
- Es recomendable que la Administración haga una revisión de los tramos exudados y zonas en donde se evidencia bombeo de finos, asimismo se le de seguimiento al resto de tramos intervenidos para que se tomen las medidas correctivas y preventivas con el fin de evitar accidentes por la lisura que se nota en algunas superficies y la formación de más zonas con estos deterioros indicados. Además es importante verificar el diseño de mezcla, así como los resultados de calidad para corroborar que la mezcla asfáltica esté adecuadamente formulada y no posea incumplimientos básicos en sus parámetros de aceptación y volumetría.
- Se recomienda que previo a tomar decisiones de colocación de sobrecapas o cualquier otra relacionada con la conservación vial, se verifique la condición estructural del pavimento y los deterioros existentes para determinar si esto pone o no en riesgo el desempeño y la durabilidad de las intervenciones que se decidan realizar, y en consecuencia la inversión realizada.



- Es recomendable que la Administración mantenga un control estricto de vigilancia en estos tramos intervenidos, para verificar si se siguen presentando agrietamientos a corto plazo y así tomar medidas preventivas adecuadas para al menos sellar la superficie de forma efectiva y no poner en riesgo la estructura interna del pavimento.
- Se recomienda demarcar la vía totalmente lo más pronto posible, considerando que es una vía de alta velocidad, de alto flujo de tránsito, de alto volumen de tránsito pesado, con accesos frecuentes y que cuenta con varios carriles de ascenso y adelantamiento en algunos tramos.



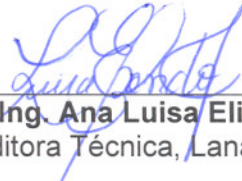


Equipo Auditor


Ing. Mauricio Salas Chaves.
Auditor Técnico, LanammeUCR


Ing. Sandra Sotórzano Murillo.
Auditora Técnica, LanammeUCR

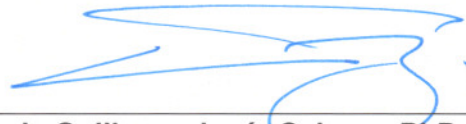

Ing. Víctor Cervantes Calvo.
Auditor Técnico, LanammeUCR


Ing. Ana Luisa Elizondo.
Auditora Técnica, LanammeUCR


Aprobado por:


Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc. Eng.
Coordinadora Auditora Técnica, LanammeUCR

Aprobado por:


Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD.
Coordinador General Programa de Infraestructura de Transporte,
LanammeUCR

Visto bueno de legalidad


Lic. Miguel Chacón Alvarado.
Asesor Legal LanammeUCR