



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-056-2012

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL, RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA

LICITACIÓN PÚBLICA N°2009LN-000003-CV

INFORME FINAL

Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica



San José, Costa Rica

JUNIO, 2012

1. Informe Final: LM-PI-AT-056-2012.	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: <i>“Evaluación de proyectos de Conservación Vial, Red Vial Nacional Pavimentada,” del proyecto: Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.</i>	4. Fecha del Informe JUNIO, 2012	
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 LM-IC-D-0248-12		
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, que sean una herramienta útil para la Administración en la implementación de mejoras necesarias. Asimismo, proporcionar un aporte para optimizar los procesos relativos a la gestión de la infraestructura vial en nuestro país.</i></p> <p><i>En el presente informe se desarrollan hallazgos sobre situaciones observadas en los procesos constructivos de la actividad de conservación vial en las Regiones: Huetar Atlántica, Brunca, Chorotega, Central y Pacífico Central. A través de las giras realizadas entre los meses de enero y febrero del presente año, se encontraron debilidades en la calidad de la superficie de rodamiento en sobrecapas asfálticas recién colocadas y prácticas constructivas inadecuadas en la actividad de bacheo. Por otro lado se evidenciaron incumplimientos en cuanto a la disposición de escombros y a las condiciones de los frentes de obra, entre otros hallazgos.</i></p> <p><i>Es importante señalar que los hallazgos evidenciados en el presente informe constituyen reincidencias documentadas por los informes de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR durante los últimos diez años. Es decir, no ha existido en el período 2002-2012, un mecanismo efectivo de implementación de las recomendaciones emitidas por esta Auditoría Técnica.</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 conforme con las contrataciones de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.</i></p>		
10. Palabras claves TRABA, BACHEO INCONCLUSO, EFICIENCIA DE LA INVERSIÓN, EXUDACIÓN, ESCOMBROS.	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 66



TABLA DE CONTENIDO

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)..... 1

1 INTRODUCCIÓN..... 6

1.1	POTESTADES.....	6
1.2	OBJETIVO GENERAL DE LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA.....	7
1.3	OBJETIVO DEL INFORME	7
1.4	ANTECEDENTES.....	8
1.5	ALCANCE DEL INFORME.....	10
1.6	METODOLOGÍA.....	10
1.7	DOCUMENTOS DE PREVALENCIA	12
1.8	DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS ZONAS VISITADAS.....	13

2 HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA 15

2.1	SOBRE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	15
-----	--	----

HALLAZGO 1: SE DETECTÓ EL USO DE “TRABA” COMO UNA PRÁCTICA GENERALIZADA EN OBRAS DE CONSERVACIÓN VIAL EN EL PAÍS..... 15

HALLAZGO 2: SE EVIDENCIARON BACHEOS INCONCLUSOS EN ALGUNAS ZONAS VISITADAS POR EL EQUIPO AUDITOR, SIENDO UNA PRÁCTICA INADECUADA PARA LA DURABILIDAD DE LAS OBRAS.....20

HALLAZGO 3: SE DETECTARON PRÁCTICAS NO ADECUADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS JUNTAS EN ALGUNOS BACHEOS CON MEZCLA ASFÁLTICA.....29

HALLAZGO 4: SE EVIDENCIÓ MATERIAL GRANULAR SUELTO CONTAMINANDO EL CONCRETO COLADO EN EL CABEZAL DE LAS ALCANTARILLAS, UBICADO EN EL ACCESO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO BARRANCA SOBRE LA RUTA NACIONAL No.742.33

HALLAZGO 5: EN LA ZONA 3-2 SE EVIDENCIARON CORTES DE LA CAPA ASFÁLTICA PARA HACER REPARACIONES CON BACHEO QUE PERMANECEN SIN INTERVENIR DURANTE UN PERIODO CONSIDERABLE, LO QUE PERMITE LA INTRODUCCIÓN DE AGUA QUE PODRÍA AFECTAR LA ESTRUCTURA EXISTENTE.. 35

2.2	SOBRE LA PLANIFICACIÓN DE LAS INTERVENCIONES	37
-----	--	----

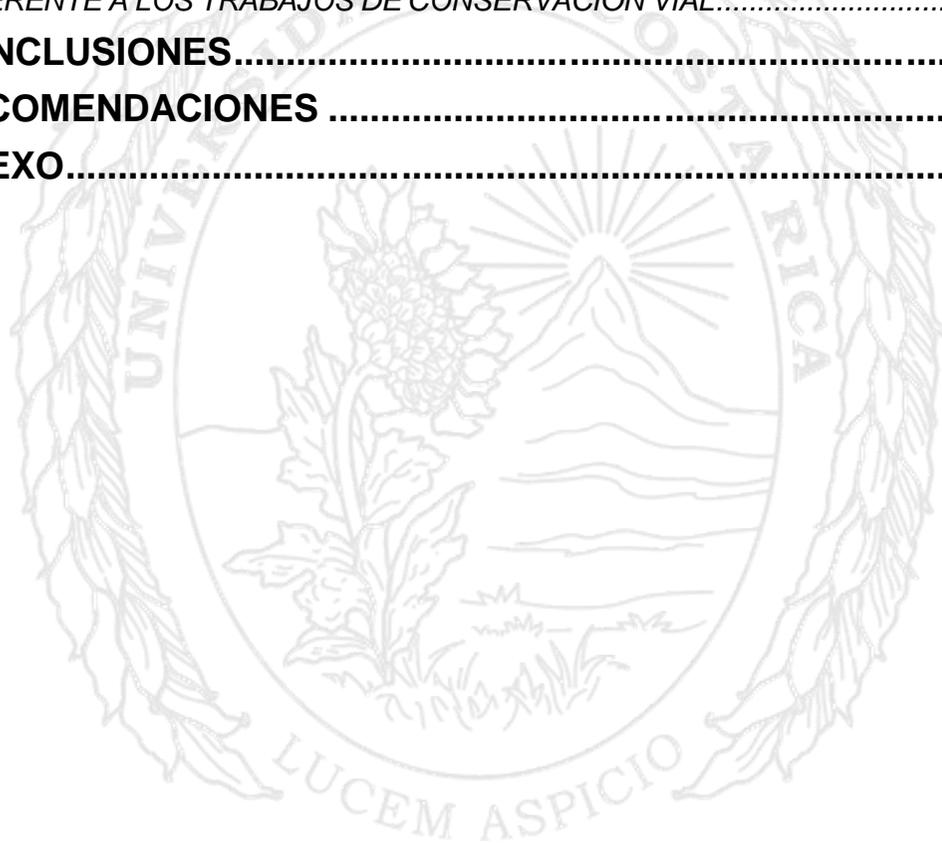
HALLAZGO 6: SE EVIDENCIARON LABORES DE BACHEO EN UN 69% DE UN TRAMO DE LA RUTA No. 236, EN LA DE ZONA 1-7 DE CARTAGO, A PESAR DE QUE UNA INTERVENCIÓN CON PERFILADO Y SOBRECAPA DE TODO EL TRAMO PODRÍA SER MÁS ECONÓMICA Y DURABLE..... 37

HALLAZGO 7: SE EVIDENCIÓ UN FRENTE DE OBRA UBICADO ENTRE PASO REAL Y PALMAR NORTE, RUTA NACIONAL No. 2, DONDE SE COLOCABA MEZCLA ASFÁLTICA EN HORAS NOCTURNAS SIN LA ILUMINACIÓN ADECUADA..... 46

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 3 de 66
----------------	-------------	----------------



	<i>HALLAZGO 8: EN LAS ZONAS 4-2 Y 4-3 DE LA REGIÓN BRUNCA SE EVIDENCIARON HUECOS PROFUNDOS EN VÍAS PRINCIPALES.</i>	50
2.3	SOBRE LOS REQUERIMIENTOS DE LA INSPECCIÓN.	53
	<i>HALLAZGO 9: EL INSPECTOR A CARGO DE LA ZONA 4-3 NO POSEÍA TERMOCUPLA DURANTE LAS LABORES DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA.</i>	53
2.4	SOBRE LA CONDICIÓN DE LAS VÍAS POSTERIOR A LAS INTERVENCIONES REALIZADAS	54
	<i>HALLAZGO 10: SE EVIDENCIÓ EXUDACIÓN EXCESIVA EN UN TRAMO DE 200 METROS DE LA RUTA NACIONAL No.32, EN UNA SOBRECAPA ASFÁLTICA RECIÉN COLACADA.</i>	54
	<i>HALLAZGO 11: EL EQUIPO AUDITOR EVIDENCIÓ EN ALGUNAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL MATERIAL DE ESCOMBROS DENTRO DEL DERECHO DE VÍA, SIENDO LA LIMPIEZA Y RECOLECCIÓN DE DESECHOS UNA ACTIVIDAD INHERENTE A LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN VIAL.</i>	57
3	CONCLUSIONES	61
4	RECOMENDACIONES	64
5	ANEXO	66





**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA
CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA
Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.**

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

Empresas contratadas: Constructora Hernán Solís, CONANSA, MECO y Grupo Orosi.

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.

Auditores:
Ing. Mauricio Salas Chaves.
Ing. José David Rodríguez Morera.
Ing. Sandra Solórzano Murillo.

Asesor Legal:
Lic. Miguel Chacón Alvarado.

Alcance del informe:
Informar a la Administración sobre la calidad y eficiencia de los trabajos de Conservación Vial realizados hasta la fecha, bajo la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.

Referencias:
Fecha de giras: 23,24,25 y 26 de Enero; 1°, 2, 9,15,16, 22 y 23 de Febrero del 2012



Ilustración 1. Regionalización de CONAVI.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 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, el cual 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)

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 6 de 66
----------------	-------------	----------------



1.2 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.

1.3 Objetivo del Informe

El objetivo de este informe de auditoría técnica es evaluar la calidad y eficiencia de los trabajos de conservación vial que se realizan bajo la Contratación de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV, 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.

Los objetivos específicos a cumplir en este informe son:

- a. Informar sobre la calidad de los trabajos de conservación vial que se realizan bajo la Contratación de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.
- b. Advertir a la Administración sobre deterioros prematuros y posibles consecuencias de la condición observada de la vía.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 7 de 66
----------------	-------------	----------------



1.4 Antecedentes

Actualmente el CONAVI ejecuta la Licitación Pública 2009 LN-000003-0CV por un periodo de tres años (1095 días), refrendada por la Contraloría General de la República mediante el oficio DCA-1883 de la División de Contratación Administrativa del 21 de julio del 2011.

La Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR ha realizado, desde hace 10 años, auditorías a las actividades de conservación vial que se realizan en la Red Vial Nacional. Sin embargo, estos informes han detectado en forma sistemática prácticas constructivas inadecuadas y generalizadas en el medio, que contribuyen al deterioro acelerado del pavimento y consisten en su mayoría incumplimientos a los carteles de las respectivas licitaciones.

Las principales actividades que se han revisado en este tipo de contratos son bacheo y colocación de capas asfálticas. Asimismo se ha señalado en múltiples informes debilidades en la señalización, sistemas de contención vehicular y deterioros en las estructuras de puentes.

Sobre los hallazgos mostrados en el presente informe, el LanammeUCR ha informado a la Administración la existencia de los mismos, mediante los siguientes informes:

Cuadro 1. Reincidencia de los hallazgos detectados por la Unidad de Auditoría Técnica de LanammeUCR.

Descripción	Informe	Año
Uso de "traba" en la realización de bacheo	LM-AT-93-08	2008
Espesores mínimos de las capas asfálticas	LM-PI-PV-AT-22-04	2004
	LM-PI-PV-AT-14-05	2005
	LM-AT-022-08	2008
	LM-AT-93-08	2008

Descripción	Informe	Año
Conclusión del bacheo durante la jornada de trabajo	LM-PI-PV-AT-60F-06	2006
	LM-AT-54-07	2007
	LM-AT-134-09	2009
Debilidades en la construcción de juntas de mezcla asfáltica	LM-PI-PV-AT-67-03	2003
	LM-PI-PV-AT-114-03	2003
	LM-AT-93-08	2008
	LM-PI-AT-135-2011	2011
Eficiencia de la inversión	LM-PI-PV-AT-46F-06	2006
	LM-AT-110-08	2008
	LM-AT-100-08	2008
	LM-AT-253-09	2009
	LM-PI-AT-102-11	2011
Inspección de las obras	LM-AT-93-08	2008
Exudación en el pavimento	LM-PI-PV-AT-114-03	2003
	LM-PI-PV-AT-02-05	2005
	LM-PI-PV-AT-20F-06	2006
	LM-AT-110-08	2008
	LM-AT-080-11	2011
	LM-PI-AT-135-2011	2011
Presencia de escombros en el derecho de vía, producto de las actividades de conservación vial	LM-PI-PV-AT-24-03	2003
	LM-PI-PV-AT-114-03	2003
	LM-PI-PV-AT-60F-06	2006
	LM-PI-PV-AT-42-06	2006
	LM-AT-022-08	2008
	LM-AT-110-08	2008
	LM-AT-050-09	2009
	LM-AT-135-10	2010
	LM-AT-079-11	2011



Por otra parte, durante la ejecución de este informe se emitió por parte de la dirección del LanammeUCR, el oficio LM-IC-D-0248-12, el cual constituye una nota-informe sobre el uso generalizado de “traba” (actividad explicada en el cuerpo del informe) evidenciado durante las visitas realizadas a las rutas nacionales. El propósito de las notas-informe es informar oportunamente a la Administración sobre el hallazgo, dada la importancia del mismo y no retrasar la información que pueda promover acciones de correctivas dentro de la gestión de conservación vial, hasta que el documento formal del informe de auditoría técnica sea presentado.

1.5 Alcance del Informe

El alcance de este informe consiste en evaluar los procesos constructivos, la calidad de 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.

1.6 Metodología

La tarea 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. Asimismo, se contrasta las prácticas observadas con el cumplimiento del contrato vigente.

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

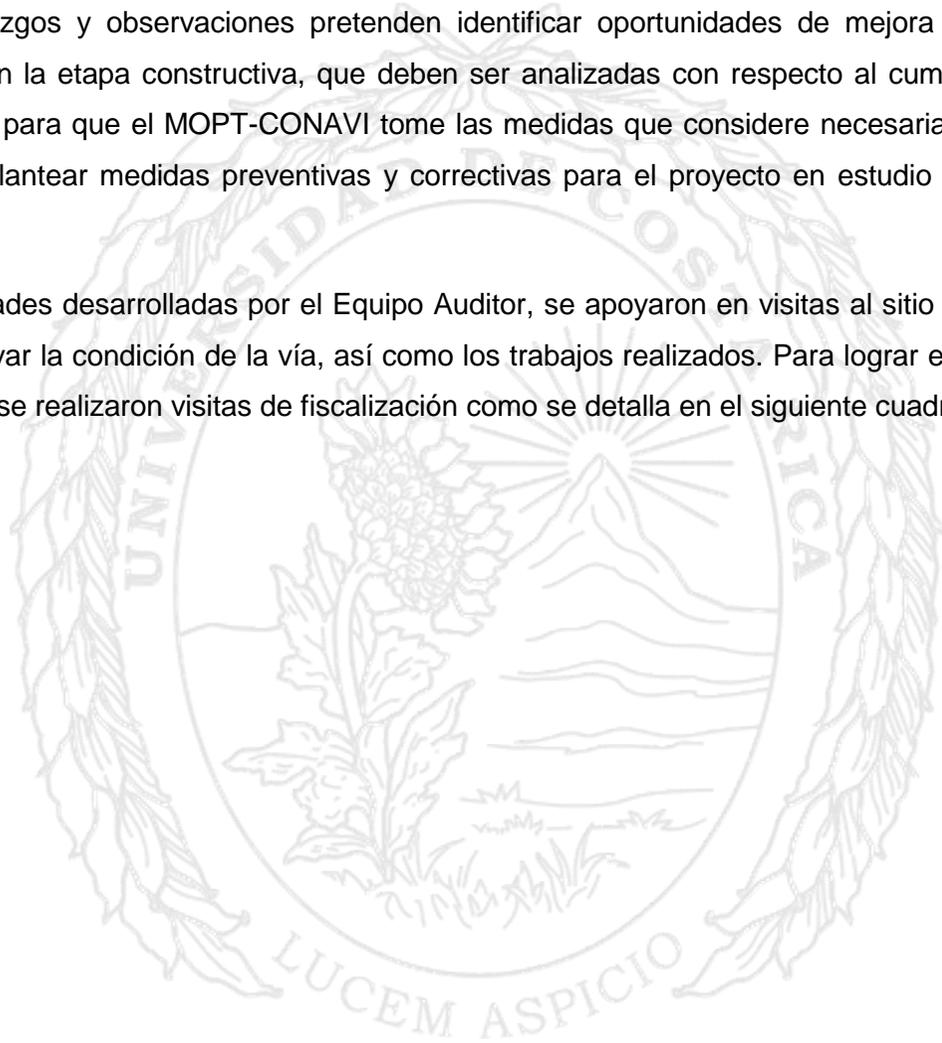
LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 10 de 66
----------------	-------------	-----------------



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 y supervisión 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 tome 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, así como los trabajos realizados. Para lograr el objetivo propuesto, se realizaron visitas de fiscalización como se detalla en el siguiente cuadro:



LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 11 de 66
----------------	-------------	-----------------

Cuadro 2. Visitas de fiscalización realizadas por el Equipo Auditor.

Región	Zona	Contratista	Monto del contrato mediante la licitación N°2009LN-000003-CV	Fecha de visita
Huetar Atlántica	Zona 5-1, Guápiles	MECO	¢5.218.817.958,09	23-Ene-2012
	Zona 5-2, Limón	MECO	¢5.725.487.416,62	
Brunca	Zona 4-2, Zona Sur	Hernán Solís	¢9.999.455.201,10	24-25-26-Ene-2012
	Zona 4-3, Zona Sur	Hernán Solís	¢4.521.475.948,62	
Chorotega	Zona 2-1, Liberia	Hernán Solís	¢4.417.349.209,24	1-2 Feb-2012
	Zona 2-2, Cañas	Hernán Solís	¢5.982.104.437,16	
	Zona 2-3, Santa Cruz	Hernán Solís	¢3.541.049.417,99	
	Zona 2-4, Nicoya	Hernán Solís	¢3.551.140.851,22	
Central	Zona 1-1, San José	Hernán Solís	¢5.549.222.535,78	09-Feb-2012
	Zona 1-4, Alajuela	CONANSA	¢4.608.863.388,58	15-Feb-2012
	Zona 1-7, Cartago	Grupo Orosi	¢6.845.235.305,02	16-Feb-2012
Pacífico Central	Zona 3-1, Puntarenas	Hernán Solís	¢4.493.781.250,16	22-23-Feb-2012
	Zona 3-2, Quepos	MECO	¢4.280.126.635,95	

Fuente: Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV y LanammeUCR.

1.7 Documentos de prevalencia

En el cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV de proyectos de Conservación Vial del CONAVI, se establecen los procedimientos a seguir en las obras viales de mantenimiento para las diferentes regiones del país.



Se define que los trabajos se deben realizar conforme las especificaciones técnicas contenidas en los siguientes documentos contractuales:

- El Cartel de Licitación, sus modificaciones y aclaraciones.
- La oferta del adjudicatario y cualquier manifestación que este realizare con posterioridad a la apertura de las ofertas y que fuere aceptada por la Administración.
- El acto de adjudicación de la Licitación.
- Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial aprobadas por el MOPT, vigentes al momento de la presentación de la oferta.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77) o versión vigente.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).
- Manual de Especificaciones Técnicas para Señalamiento horizontal y vertical en las carreteras (IT-91).
- Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCR).
- Manual de Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (MC-83) o versión vigente.
- Memorándum de Normas y Procedimientos MNP-Comunicado 12-1-70 de fecha treinta de junio de mil novecientos noventa y cuatro.
- Normas para la Colocación de Dispositivos de Seguridad para Protección de Obras.
- Planos o esquemas (de existir).

1.8 Descripción y ubicación de las zonas visitadas

El mantenimiento vial bajo la licitación pública alcanza la totalidad de las zonas regionalizadas por el CONAVI como según se aprecia en la siguiente Ilustración:

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 13 de 66
----------------	-------------	-----------------

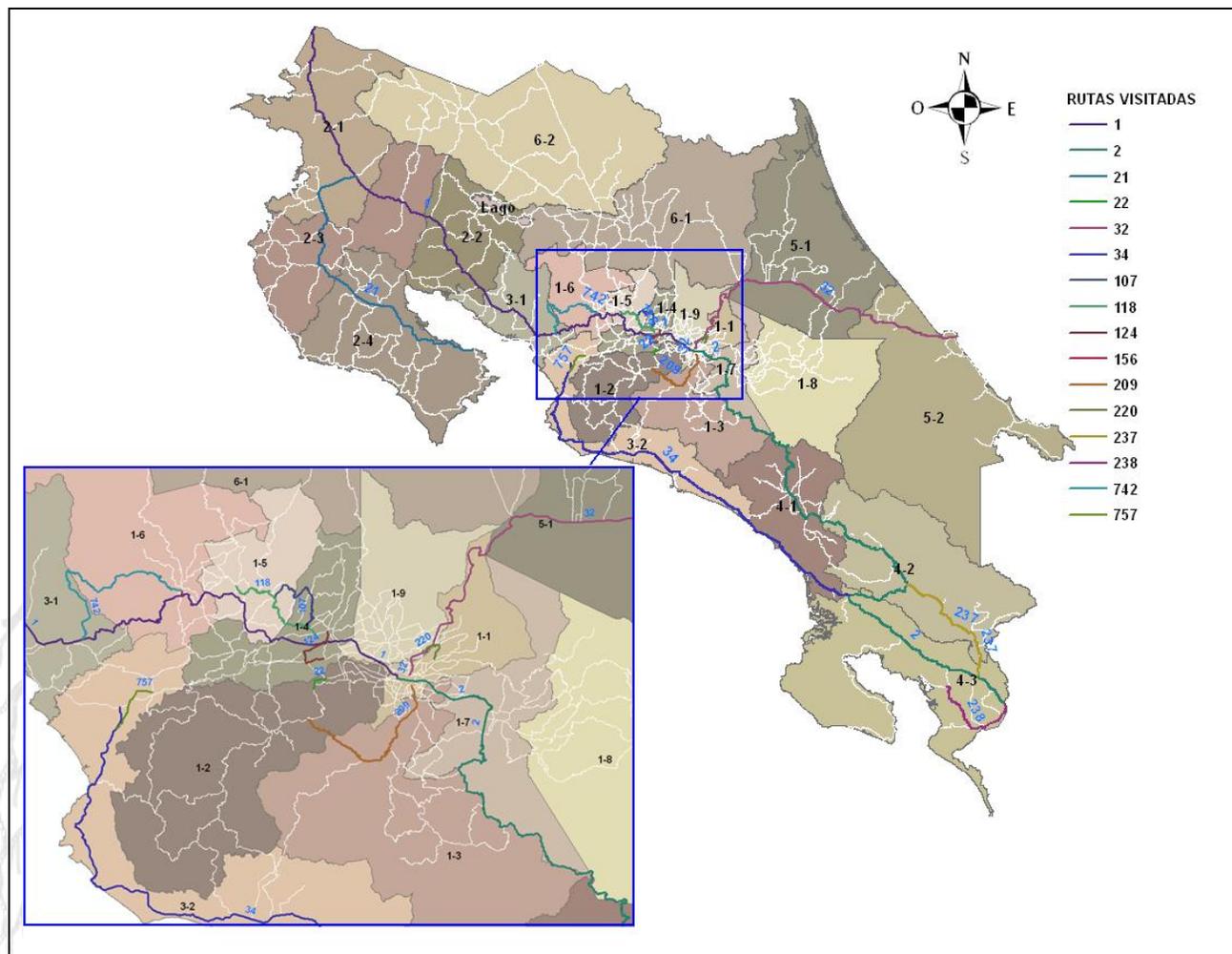


Ilustración 2. Rutas nacionales visitadas para la ejecución del presente informe. Fuente: LanammeUCR.



2 HALLAZGOS 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 lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos, podrán ser inmersas en la aplicación de 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 vial que se ejecutan bajo la Licitación Pública N° 2009LN-000003-0CV “*Proyectos de Conservación Vial Red Vial Nacional Pavimentada*”.

2.1 Sobre los procesos constructivos

HALLAZGO 1: SE DETECTÓ EL USO DE “TRABA” COMO UNA PRÁCTICA GENERALIZADA EN OBRAS DE CONSERVACIÓN VIAL EN EL PAÍS.

Se ha observado en las diferentes visitas realizadas a los frentes de obra de las Zonas de Conservación Vial en todo el país, correspondientes a la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV, un uso generalizado de la práctica de “colocación de traba” en la actividad de bacheo. Esta observación fue oportunamente informada a la Gerencia de Conservación de

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 15 de 66
----------------	-------------	-----------------

Vías y Puentes del CONAVI mediante el oficio LM-IC-D-0248-12 con fecha del 06 de marzo de 2012, y remitido por el Director del LanammeUCR, Ing. Alejandro Navas Carro.

La actividad de “colocación de traba” observada, consiste en extender una capa delgada de mezcla asfáltica en el área a bachear o donde se colocará una sobrecapa, una vez que se ha aplicado y roto el riego de liga. En Costa Rica, ésta denominada “traba”, también es conocida en los sitios de obra como “tack coat”. Sin embargo, se debe aclarar que este término es mal empleado, ya que “tack coat” se refiere internacionalmente, como lo indica su traducción, al riego de liga únicamente, sin mezcla asfáltica, y precisamente, se utiliza para que se adhiera la nueva capa o bache, con la base o capa subyacente.

A continuación se enumeran algunos ejemplos de sitios donde se observó la utilización de “traba” antes de colocar el resto de la mezcla para completar el espesor de los baches.

El 9 de febrero del presente año se observó la colocación de traba en un bacheo realizado 200 m Sur de la rotonda de la “Y Griega”, carretera a Desamparados. El inspector de la obra por parte de la Administración mencionó que esta mezcla esparcida como traba era necesaria porque si no se colocaba, el riego de liga se enrollaba en las llantas y se deterioraba el área preparada. Sin embargo, en la siguiente Fotografía se puede ver que esta mezcla es extendida en toda el área del bache y no solo en la huella por donde pasan las llantas de la vagoneta. El bache tenía un espesor promedio aproximadamente de 5 cm.



Fotografía 1: Colocación de “traba” para la entrada de la vagoneta con mezcla asfáltica.
Ubicación: Radial Desamparados. Zona 1.1. Fecha de la visita: 9 de febrero 2012.
Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 16 de 66
----------------	-------------	-----------------

Caso similar se observó por parte del Equipo Auditor en la Zona 4-3 de la zona sur del país, específicamente en la localidad de Venecia de Osa, sobre la Ruta Nacional No.2. En este sitio se estaba construyendo un bache que no alcanzaba los 5 cm de espesor. Siendo un espesor mínimo se utilizó mezcla asfáltica suelta como “traba” tal y como se puede observar en la próxima Fotografía.



Fotografía 2: Colocación de “traba”. Ubicación: Ruta Nacional No.2, Venecia, Zona 4-3 de la Zona Sur.
Fecha de la visita: 26 de enero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

De igual forma en la Ruta Nacional No.1, aproximadamente 200 m hacia Guanacaste, desde el puente sobre el Río Lagarto, se encontraron labores de bacheo (Fotografía 3), en las que se observaron espesores variables a lo largo del área a bachear. Los espesores variaban de 2 cm a 12 cm. En este caso, se colocó “traba” con un espesor variable y considerable, la cual utilizaban, según el inspector presente, también como prenivelación. Esta mezcla asfáltica era lanzada para acomodarla en toda el área del bache, cubriendo totalmente el riego de liga. Esta capa no se compactó y mientras se hacía esta labor de acomodo, el inspector realizó algunas mediciones de temperatura. Los valores obtenidos alcanzaban los 50°C luego de 4 a 5 minutos de haber sido lanzada en la superficie. Lo anterior implica una temperatura suficientemente baja como para no lograr uniformizar la capa de mezcla asfáltica de forma adecuada en la compactación.

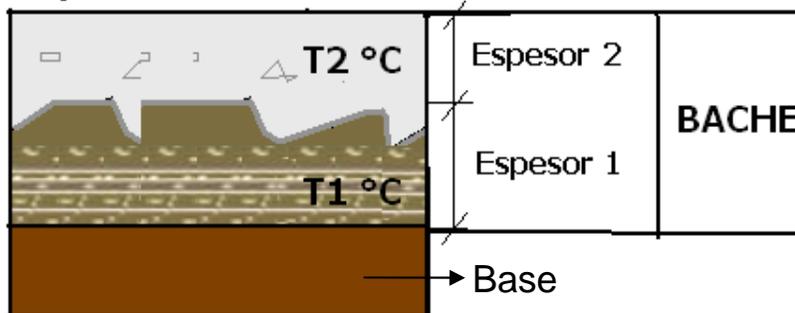


Fotografía 3: Colocación de “traba”. Ruta Nacional No.1, Río Lagarto, Guanacaste, Zona 2-2.
Fecha de la visita: 1 de febrero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

De acuerdo con criterio del Equipo Auditor y a las buenas prácticas de ingeniería, este procedimiento de construcción es inadecuado debido a que la primera capa delgada de mezcla asfáltica que se aplica, conocida como “traba” o “tackcoteo”, será muy difícil de compactar eficientemente debido a su espesor y a la rapidez con que se enfría la mezcla, especialmente cuando se coloca en áreas extensas. Al no compactarse adecuadamente, se convierte en un plano de falla (ver la Ilustración 3) entre la mezcla que se coloca encima (Espesor 2) y la capa inferior (base), lo que pone en riesgo la durabilidad de la intervención realizada. Aunado a esto, el porcentaje de vacíos producto de la inapropiada compactación incidirá en una prematura aparición de deterioros, haciendo incurrir a la Administración en procesos inefectivos con respecto al fin del mantenimiento de la Red Vial Nacional y poniendo en riesgo la inversión que hace.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 18 de 66
----------------	-------------	-----------------

Superficie de rodadura



Donde:

- Espesor 1 y Espesor 2 son variables, menores a 4 cm.
- $T_1\text{ °C} < T_2\text{ °C}$

Ilustración 3. Ilustración de la estructura del pavimento intervenida. Fuente: LanammeUCR

Se debe tomar en cuenta que al realizar un bacheo, la manipulación de la mezcla debe ser mínima para evitar tanto la segregación térmica, como la de los diferentes tamaños del agregado que la componen. Se debe indicar que el Equipo Auditor observó en el bache de la Fotografía 3, que lo que corresponde al Espesor 1 de la Ilustración 3 (es decir la “traba”), fue colocado mediante el lanzamiento de la mezcla con pala (Fotografía 3). Esto promueve la reducción rápida de la temperatura y la segregación mencionada.

Por otro lado, se debe mencionar que generalmente para espesores de baches menores a 4 cm, esta capa de “traba” afecta en mayor grado el desempeño de la mezcla colocada. Típicamente se recomienda, para lograr una compactación adecuada, compactar espesores mayores a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica con un compactador adecuado, que su peso no genere ruptura del agregado. Así por ejemplo, si se utiliza una mezcla con tamaño nominal máximo de 12,5 mm, el espesor mínimo recomendado debería ser de 4 cm para que la mezcla se acomode adecuadamente y logre una buena compactación. De esta forma se evita correr el riesgo incluso, de triturar el agregado. Esta recomendación internacionalmente conocida, es acogida y utilizada como un requerimiento contractual para estas obras de conservación vial, de tal forma que el Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV es claro en mencionar en el apartado 2.1 *Espesor de la mezcla asfáltica según tipo de intervención*, lo siguiente:

“Mantenimiento rutinario: para el caso del bacheo, el espesor de la capa asfáltica estará en función de la reparación a realizar, pero el espesor mínimo de capa asfáltica no debe ser inferior a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que



conforma la mezcla asfáltica... *Nota: los espesores de capa que se mencionan en este apartado corresponden a mezcla asfáltica compactada.* (El subrayado no es del texto original).

Es claro que de acuerdo con el espesor que generalmente tiene una capa de “traba”, no se cumple con el espesor mínimo especificado contractualmente para lograr una compactación adecuada. Además se enfría rápidamente y se compacta ineficientemente hasta colocar el espesor faltante. De esta forma, es evidente que la “traba” es una capa de mezcla asfáltica que es pagada como una colocación técnicamente aceptada, cuando en realidad no lo es. Asimismo, en casos de baches con espesores totales pequeños, del orden de 5 cm, se corre el riesgo de que aparte de colocar una capa de traba menor a 4 cm, el espesor faltante también sea menor a 4 cm, por lo que se estaría construyendo baches en dos capas con una densificación insuficiente y con la posibilidad de triturar del agregado.

Es conocido que el objetivo de la colocación de la denominada “traba”, según los inspectores y encargados, es que al entrar la vagoneta en el sitio de obra, esta no deteriore el área con riego de liga. Sin embargo, como se mencionó, esta práctica es perjudicial para el proceso constructivo e incumple con los requerimientos técnicos. Además, se pudo observar que en la mayoría de casos no es necesario que la vagoneta invada este sitio de riego de liga y cuando esto es necesario, podría ser suficiente una adecuada limpieza del área del bache antes de la aplicación del riego de liga y un posterior lapso de tiempo suficiente para que la emulsión rompa.

HALLAZGO 2: SE EVIDENCIARON BACHEOS INCONCLUSOS EN ALGUNAS ZONAS VISITADAS POR EL EQUIPO AUDITOR, SIENDO UNA PRÁCTICA INADECUADA PARA LA DURABILIDAD DE LAS OBRAS.

En las zonas enumeradas en el siguiente Cuadro y visitadas por el Equipo Auditor, se ha evidenciado que luego de la jornada de trabajo de obras de conservación vial por medio de la Licitación Pública No.2009LN-000003-CV, los baches construidos no son terminados

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 20 de 66
----------------	-------------	-----------------

hasta el nivel de la superficie de la carretera existente. Esto se hace evidente por la irregularidad resultante observada, que en algunos casos es corregida al día o días siguientes de colocación o simplemente permanecen en esa condición.

Cuadro 3. Zonas donde se encontraron baches inconclusos.

Zona	Fecha de la visita
Zona 5-1, Guápiles	23-Ene-2012
Zona 5-2, Limón	
Zona 4-2, Zona Sur	24-25-26-Ene-2012
Zona 4-3, Zona Sur	
Zona 2-2, Cañas	1-2 Feb-2012
Zona 2-3, Santa Cruz	
Zona 1-4, Alajuela	15-Feb-2012
Zona 3-1, Puntarenas	22-23-Feb-2012
Zona 3-2, Quepos	22-23-Feb-2012

Fuente: Auditoría Técnica LanammeUCR.

Las capas de mezcla asfáltica colocadas de manera posterior para terminar de rellenar el volumen de los baches son por lo general de espesores pequeños como 1 cm ó 2 cm, por lo que de acuerdo con lo expuesto el Hallazgo 1, constituirán planos de falla en las áreas bacheadas.

A continuación se enumeran algunos casos de las diferentes zonas del país donde se observó este tipo de prácticas.

El 23 de enero del 2012 se visitó la Zona 5-2 de Limón, Línea 1. Específicamente en la Ruta Nacional No.32, en la Sección de Control 70472, frente a restaurante Rancho Pantera se encontraron dos baches con insuficiente cantidad de mezcla asfáltica para completar el espesor a nivel de la superficie existente. El espesor faltante era variable y oscilaba entre 1

cm a 2 cm (ver Fotografía 4). No se estaba trabajando en el sitio este día y tampoco se indicada la fecha de colocación de la mezcla asfáltica.



Fotografía 4: Baches inconclusos en la Zona 5-2 de Limón, Ruta Nacional No.32. Ubicación: Frente al Restaurante Rancho Pantera. Fecha de la visita: 23 enero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

El 24 de enero del 2012, se realizó una visita a la Zona 4-2, línea 8, de la Zona Sur. Estas labores se encontraron en la Ruta Nacional No.237, en el tramo que va del centro de la localidad de San Vito hacia el hospital de San Vito (Fotografía 5), vía que se dirige hacia Agua Buena. Se encontraron bacheos que no fueron terminados el día que se realizaron. No se indicaba la fecha de colocación.



Fotografía 5: Baches inconclusos en la Zona 4-5 Zona Sur, Ruta Nacional No.237. Ubicación: San Vito de Coto Brus. Fecha de la visita: 24 enero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

El 25 de enero del 2012 se visitó la Zona 4-3 de la Zona Sur, Línea 7. En esta visita se observaron labores de bacheo en la Ruta Nacional No.2 (Fotografía 6), específicamente en la localidad de Venecia del cantón de Osa. Este día se pudo observar un frente de obra donde se estaba colocando mezcla asfáltica como bacheo formal. Sin embargo, al finalizar la jornada, el bache que se estaba construyendo, no pudo ser completado hasta el nivel de superficie de la capa de rodamiento existente, debido a que la mezcla no alcanzó, según el inspector presente en la obra. Al igual que los casos anteriores el espesor faltante alcanzaba de 1 cm a 2 cm.



Fotografía 6: Bache inconcluso en la Zona 4-3, Ruta Nacional No.2. Ubicación: Localidad de Venecia de la Zona Sur. Fecha de la visita: 25 enero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

El 1 de febrero del 2012, se observaron labores de bacheo en la Ruta Nacional No.1, 300 m noroeste del puente sobre el Río Lagarto. La zona de conservación vial corresponde a Cañas, Zona 2-2, Línea 5. Sin embargo, el día 2 de febrero se pudo evidenciar que estas labores no continuaron y que además, los baches que se construían el día anterior no se completaron en todo su espesor, quedando una superficie con un nivel por debajo del existente (Fotografía 7).



Fotografía 7: Bache inconcluso en la Zona 2-2 de Cañas, ubicado aproximadamente 300 m Noroeste del puente sobre el río Lagarto, Ruta Nacional No.1. Fecha de la visita: 1 y 2 de febrero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 24 de 66
----------------	-------------	-----------------

El día 15 de febrero del 2012, se observaron labores de bacheo en la Ruta Nacional No.118, correspondiente a Barrio San José de Alajuela hacia Grecia. Este frente de obra se ubicó aproximadamente 400 m hacia Grecia de la Intersección con la Ruta Nacional No.3 (frente al Restaurante Princesa Marina en Barrio San José). Se pudo observar que los baches no fueron terminados con una sola capa, si no que hasta este día se completaría el espesor que se había iniciado de colocar en fechas anteriores (ver Fotografía 8). En las fotografías se nota el espesor faltante, además del sitio donde se terminó la colocación de la mezcla asfáltica del día anterior. Del mismo modo, se pudo observar que el espesor total del bache, aunque era variable, se aproximaba a un promedio de 5 cm.



Fotografía 8: Bache inconcluso en la Zona 1-4 de Alajuela, ubicado aprox. 400 m norte del Rest. La Princesa Marina, Barrio San José de Alajuela, Ruta Nacional No.118. Fecha de la visita: 15/02/2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

El día 22 de febrero de 2012, se pudo constatar que se terminaban las labores de bacheo en la Ruta Nacional No.1, 100 m antes de la entrada del Restaurante Monteverde, ubicado en Guacimal de Puntarenas. Este tramo pertenece a la Zona de Conservación Vial de Puntarenas 3-1, Línea 13. En la Fotografía se puede notar que no alcanzó la mezcla asfáltica de ese día para completar el espesor total del bache colocado. Además, se puede notar que la compactación no fue uniforme en toda el área del bache, lo que se evidencia por la condición de la franja cercana al espaldón en la siguiente Fotografía, la cual se muestra totalmente segregada. A pesar de esto, la cuadrilla que estaba trabajando en estas labores, recogió la maquinaria y terminó la jornada en ese momento (ver círculo en la siguiente Fotografía), para continuar al día siguiente.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 25 de 66
----------------	-------------	-----------------



Fotografía 9: Bache inconcluso en la Zona 3-1 de Puntarenas, Ruta Nacional No.1. Ubicación: aproximadamente 100 m antes de la entrada del Restaurante Monteverde en Guacimal de Puntarenas. Fecha de la visita: 22 de febrero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

El día 23 de febrero del 2012, se pudo observar que, de acuerdo con las fechas de colocación de mezcla asfáltica marcadas en la carretera, los primeros días de febrero se realizaron labores de bacheo en la Ruta Nacional No.34, en el tramo Loma–Parrita en la localidad de La Palma, perteneciente a la Zona de Conservación Vial 3-2 Quepos, Línea 12, Sin embargo, este día (aproximadamente 20 días después), se encontró un bache con espesor insuficiente, tal como se muestra en la Fotografía 10. No se encontraron cuadrillas de bacheo cercanas, a pesar de que había zonas cortadas para continuar las labores de bacheo.



Fotografía 10: Bache sin terminar en la Zona 3-2 Quepos, localidad de La Palma, Tramo Loma – Parrita. Ruta Nacional No.34. Fecha de la visita: 23 de febrero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

De acuerdo con estos ejemplos mencionados, correspondientes a varias zonas de conservación vial del país, se puede evidenciar por el Equipo Auditor, que esta práctica de baches inconclusos es frecuente. En algunos casos, se completa el espesor en días siguientes y en otros no.

Según los inspectores de campo de los diferentes sitios de obra, la causa principal que lleva a que suceda esta práctica, es la falta de mezcla asfáltica suficiente para concluir el relleno de los baches abiertos en un día de colocación de mezcla. Esto va directamente relacionado con una falta de planificación de la producción de mezcla en la planta y que es enviada al sitio de obra, donde ya se han abierto y preparado los sitios para bacheo, y cuyos volúmenes no coinciden para terminar las obras diarias. Esto provoca que resulten estas irregularidades en la superficie de rodamiento y, en el mejor de los casos permanezcan incompletas por lo menos una noche, aunque en muchos casos no se corrigen.

Por otra parte, en caso de que efectivamente los baches se concluyan en días posteriores, se estaría provocando nuevas regulaciones en el tránsito, ya que se debe volver a instalar el

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 27 de 66
----------------	-------------	-----------------



frente de obra para colocar el volumen de mezcla faltante. Esto a pesar de que el Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV cita, en la descripción de los requisitos del ítem *M-41(D) Bacheo Urgente*, lo siguiente:

Durante el procedimiento de bacheo no se permitirá la interrupción total de la vía, y cuando menos un carril deberá permanecer abierto al tránsito. Todo bache una vez excavado y preparado deberá ser rellenado con mezcla asfáltica y compactado en el menor tiempo posible para restituir la seguridad del tránsito. No se permitirá que los baches queden excavados, sin relleno durante la noche.

Por otra parte, los baches que quedan inconclusos (principalmente con un faltante en su espesor menor a 4 cm) son intervenciones que atentan con la calidad y la durabilidad de la obra. Por lo tanto, se pone en riesgo la inversión realizada en todo el país en cuanto a bacheo, incluso en el caso de sobrecapas que también resulten inconclusas. Esto se debe a que en espesores de esta magnitud, para mezclas asfálticas convencionales, no es posible que el agregado que conforma la mezcla se acomode apropiadamente y se provoque una insuficiente densificación. En consecuencia, podría obtenerse un pobre desempeño ante las cargas y el intemperismo. Por otro lado, conforme el espesor sea más cercano al tamaño nominal máximo del agregado, se corre el riesgo que la energía de compactación triture el agregado, modificando la granulometría y por ende, las características de capacidad de soporte.

Sobre este tema, el cartel de licitación es claro en mencionar en el apartado 2.1 *Espesor de la mezcla asfáltica según tipo de intervención*, lo siguiente:

***“Mantenimiento rutinario:** para el caso del bacheo, el espesor de la capa asfáltica estará en función de la reparación a realizar, pero el espesor mínimo de capa asfáltica no debe ser inferior a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica... Nota: los espesores de capa que se mencionan en este apartado corresponden a mezcla asfáltica compactada.”* (El subrayado no es del texto original).

En este caso, el Cartel de Licitación menciona que la mezcla asfáltica que se debe utilizar es de 12,5 mm de tamaño nominal máximo. Aplicando esta especificación técnica contractual,

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 28 de 66
----------------	-------------	-----------------



el espesor mínimo a compactar debería ser de 37,5 mm o 3,75 cm, resultando un valor práctico de espesor mínimo de 4 cm. Por otro lado, es recomendable que, además de cumplir con este espesor mínimo, si el espesor total no excede de 10 cm, se compacte en una sola capa con un compactador adecuado, para evitar juntas innecesarias en la construcción.

Se ha observado por parte del equipo auditor que esta práctica de colocación de espesores delgados, que no cumplen el requerimiento contractual descrito, es muy común en los frentes de obra. Igualmente, es percibido que tanto para los inspectores de obra encargados de la empresa constructora, para los ingenieros encargados por parte de la Administración, así como para los ingenieros de los Organismos de Inspección (para el caso en que exista en la zona) la utilización de “traba” es una práctica normal y utilizada diariamente. Sea esto por falta de mezcla asfáltica al final de la jornada de colocación, por el uso de una prenivelación innecesaria ó por decisiones en sitio. Asimismo, estas decisiones no son reportadas como anomalías o desviaciones en el proceso constructivo, por lo que posteriormente los trabajos con uso de “traba” se podrían pagar como una intervención que cumple con los requerimientos técnicos aplicables.

HALLAZGO 3: SE DETECTARON PRÁCTICAS NO ADECUADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS JUNTAS EN ALGUNOS BACHEOS CON MEZCLA ASFÁLTICA.

Se ha observado en diferentes giras realizadas por el Equipo Auditor, una construcción inadecuada de las juntas de la mezcla asfáltica en la actividad de bacheo. Tal como se muestra en la Fotografía 11, pertenecientes a trabajos de bacheo en la Radial a Desamparados (Ruta Nacional No.209), al utilizar la máquina perfiladora para la remoción de la mezcla asfáltica deteriorada, los extremos presentan una sección variable. Esta situación hará que existan secciones del material a compactar donde el espesor será inferior al mínimo recomendado (tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica de acuerdo con el Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV).

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 29 de 66
----------------	-------------	-----------------



Fotografía 11: Zona 1-1 San José, bacheo con uso de perfiladora.
Ubicación: Ruta Nacional No.209, sección 19053, 100 m sur de Rotonda Y Griega.
Fecha: 09/02/2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Se ha evidenciado además, baches inconclusos donde es posible observar que las “paredes” hechas con los cortes no son verticales, tal como se muestra a en las siguientes Fotografías:



Fotografía 12: Zona 4-2 Sur, bacheo inconcluso. Ubicación: Ruta Nacional No.237, San Vito de Coto Brus. Fecha: 24/01/2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 13: Zona 1-4 Alajuela, bacheo realizado con juntas no verticales e irregulares. Ubicación: Ruta Nacional No.118, aprox. 300 m Norte del Rest. Princesa Marina. Fecha: 15/02/2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 14: Zona 1-9 Heredia, bacheo realizado sin juntas definidas.
Ubicación: Ruta Nacional No.220, sección 40270, aprox. 150 m desde cruce con Ruta Nacional No.308 hacia cruce con Ruta N°32. Fecha: 09/02/2012.
Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Al quedar inconcluso el bacheo, se construyen transiciones para evitar el golpe de los vehículos con el desnivel. Sin embargo, es práctica común que luego se rellene el volumen de mezcla faltante sin reparar las juntas.

El Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV en su Especificación Especial 2.1 indica:

“Mantenimiento periódico: *el espesor mínimo de capa asfáltica no debe ser inferior a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica. Por ejemplo, el espesor mínimo de capa no debe ser inferior a 4 cm para mezcla cuyo tamaño máximo nominal sea 12,5 mm.”* (Subrayado no del texto original)

En cuanto a las juntas transversales, el renglón de pago M-45 (A) PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE menciona:

“Prevalecerá lo indicado en la Disposición General vigente, con cambios que se exponen a continuación.

a) Requisitos:

En juntas transversales, con pavimentos existentes y capas previamente colocadas, las juntas serán verticales. Se construirán estas juntas transversales mediante cortes verticales, de manera que se abarque el espesor total de capa.

Se aplicará un riego de adherencia en los bordes de las juntas, tanto transversales como longitudinales.

El material que sea eliminado de los bordes de capa será retirado del sitio, así como cualquier otro elemento sobrante.” (Subrayado no del texto original)

Para ilustrar las instrucciones del Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV descritas anteriormente, se presenta la Ilustración 4. Esta imagen adaptada del *Manual de Procedimientos de Bacheo con Mezcla Asfáltica en Caliente* elaborado por el Instituto Nacional de Aprendizaje y el LanammeUCR, muestra gráficamente las condiciones en las que se debe realizar el bacheo, en cuanto al retiro del material deteriorado.

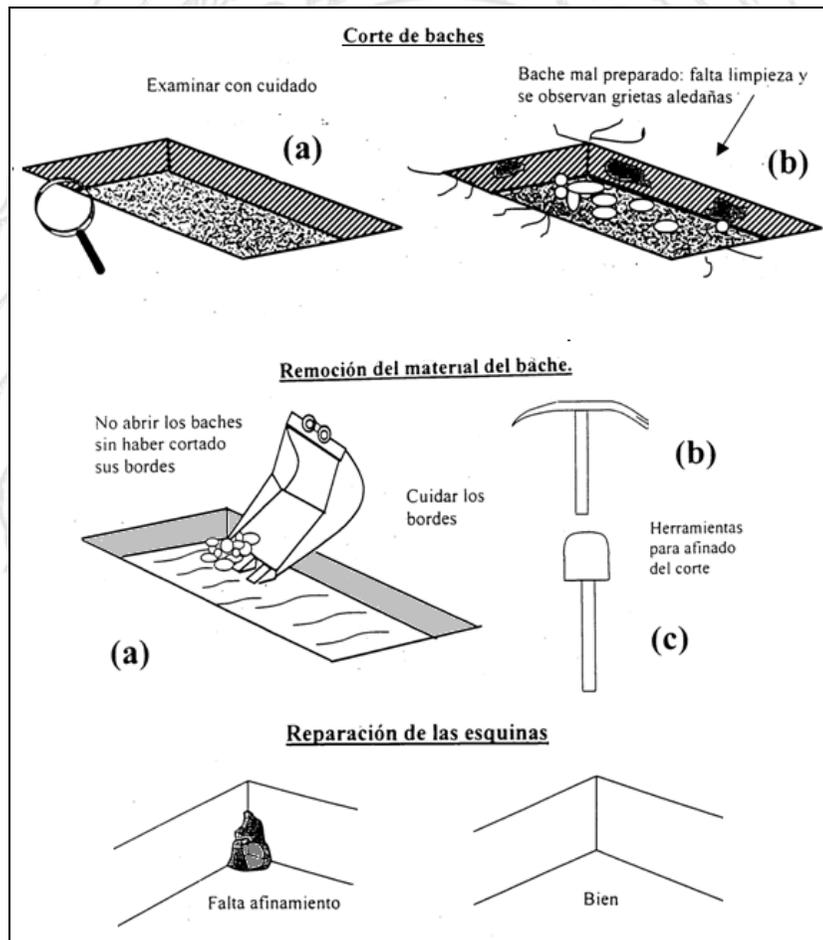


Ilustración 4: Cortes para realizar bacheo. Fuente: Adaptación de Manual de Procedimientos de Bacheo con Mezcla Asfáltica en Caliente (INA-LanammeUCR, 1998).



La compactación de espesores de mezcla asfáltica inferiores a los recomendados produce el riesgo de triturar el agregado. Además se presentará segregación de la mezcla, lo que hará difícil la compactación y por ende deterioros como desprendimiento de agregado y formación de huecos se presentarán de forma temprana en el área que se está reparando.

Del mismo modo sucede con la construcción de juntas no verticales, las cuales producen en los bordes del bache un espesor variable y la posibilidad de que exista material suelto o de forma irregular en la base de los cortes tal como se aprecia en la Ilustración anterior.

HALLAZGO 4: SE EVIDENCIÓ MATERIAL GRANULAR SUELTO CONTAMINANDO EL CONCRETO COLADO EN EL CABEZAL DE LAS ALCANTARILLAS, UBICADO EN EL ACCESO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO BARRANCA SOBRE LA RUTA NACIONAL No.742.

Contiguo a los accesos al puente provisional sobre el Río Barranca de la Ruta Nacional No.742, en San Gerónimo de Esparza, se observó agregado granular suelto dentro del encofrado donde se estaba colando concreto. En presencia del equipo auditor se colocó concreto premezclado y se realizó el vibrado, en el cabezal de las alcantarillas.

Durante la colocación de la mezcla de concreto el equipo auditor pudo determinar la presencia de agregado granular grueso donde fue colado concreto fresco dentro de las formaletas (como se observa en la Fotografía 15). Posteriormente continuó colada de concreto sobre material suelto.



Fotografía 15: Ubicación del agregado grueso dentro del encofrado cuando se colocaba concreto, 23/02/2012.
Ubicación: Ruta Nacional No.742 accesos al puente provisional sobre el Río Barranca en San Gerónimo,
Esparza. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Por otra parte, el Manual CR2010 recomienda en la colocación de concreto, en la división 552.11, punto a) que:

“...Se removerá todo el mortero, escombros, y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto. Se humedecerán los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto sea colocado...” (Subrayado no es del texto original)

La colocación de la mezcla de concreto sobre el material suelto mencionado, puede crear vacíos durante la fragua. Esto significa que puede presentarse un plano de falla a lo largo de esa superficie, a raíz de un sismo o de las cargas de diseño, que provoque grietas o fisuras, promoviendo el deterioro o una falla de la estructura del cabezal.

Asimismo, al estar expuesto a la corriente del río durante la época lluviosa, las fisuras que se desarrollen provocarán el contacto del refuerzo con el agua, teniendo como resultado corrosión y debilitamiento de la estructura.

HALLAZGO 5: EN LA ZONA 3-2 SE EVIDENCIARON CORTES DE LA CAPA ASFÁLTICA PARA HACER REPARACIONES CON BACHEO QUE PERMANECEN SIN INTERVENIR DURANTE UN PERIODO CONSIDERABLE, LO QUE PERMITE LA INTRODUCCIÓN DE AGUA QUE PODRÍA AFECTAR LA ESTRUCTURA EXISTENTE.

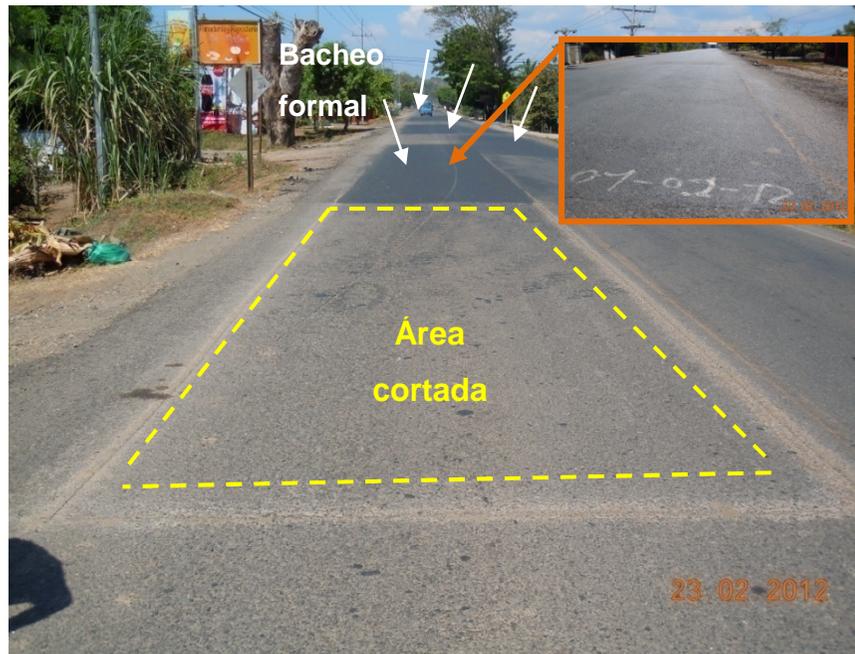
En la inspección realizada en la Zona 3-2 el día 23 de febrero de 2012, se hallaron zonas cortadas para extraer el material de la capa asfáltica, donde no se removió ese material. En las siguientes Fotografías se muestran los baches cortados no realizados.



Fotografía 16: Zona 3-2 Quepos. Área recortada, no se concluyó el bacheo.
Ubicación: Ruta Nacional No.34, localidad de La Palma, Parrita.
Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Es importante mencionar el hecho de que estas zonas del pavimento que se encontraron “cortadas”, se ubican justo al lado de otras áreas que se intervinieron con bacheo formal el 1° de febrero de 2012 (Fotografía 17). Luego de 20 días del bacheo se realiza la visita por parte del Equipo Auditor encontrándose la superficie de la capa asfáltica cortada como se ha mostrado en las Fotografías.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 35 de 66
----------------	-------------	-----------------



Fotografía 17: Zona 3-2 Quepos. Área cortada junto a bacheos formales.
Ubicación: Ruta Nacional No.34, localidad de La Palma, Parrita.
Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Esto indica una debilidad en la planificación ya que, luego de tener un frente de obra en un punto, toda la maquinaria y recursos son trasladados a otro sitio. De esta forma se requiere volver a la zona donde se cortó la superficie de ruedo para concluir el trabajo de bacheo.

Es necesario controlar las áreas a cortar teniendo en cuenta la disponibilidad de mezcla asfáltica en el frente de obra y el tiempo restante de la jornada. Lo anterior con el fin de no obtener baches inconclusos y evitar cortar áreas que no se alcanzarán a intervenir.

El hecho de realizar cortes y dejarlos abiertos, acelera la aparición de deterioros producto de la infiltración de aguas superficiales. Esto es especialmente dañino cuando las grietas producidas con la sierra permanecen expuestas por lapsos prolongados.



2.2 Sobre la planificación de las intervenciones

HALLAZGO 6: SE EVIDENCIARON LABORES DE BACHEO EN UN 69% DE UN TRAMO DE LA RUTA No. 236, EN LA DE ZONA 1-7 DE CARTAGO, A PESAR DE QUE UNA INTERVENCIÓN CON PERFILADO Y SOBRECAPA DE TODO EL TRAMO PODRÍA SER MÁS ECONÓMICA Y DURABLE.

El día 16 de febrero del 2012, se visitó un frente de obras de conservación vial que se encontraba ubicado al costado Este del Cementerio de Cartago, Ruta Nacional No.236. La ruta corresponde a la Zona 1-7, Línea 16 de la provincia de Cartago. En este frente se estaba realizando un bacheo a lo largo de un tramo recto de aproximadamente 185 m de longitud. Las labores consistían en el marcado de las zonas por reparar, el corte, la extracción del material por sustituir por medio de una pala mecánica o “back hoe” y posterior bacheo.

Es importante mencionar que al extraer el material de la capa asfáltica existente por medio de pala mecánica, se retiraba parte de la capa de la base del pavimento. Dado lo anterior, los espesores de los baches eran considerablemente variables y con valores oscilando entre de 12 cm y 18 cm aproximadamente.

El Manual de Procedimientos para Bacheo con mezcla asfáltica en caliente (INA-LanammeUCR, 1998), señala sobre el fondo de los baches que:

“La profundidad o espesor debe ser uniforme y plana. Es importante comprobar la uniformidad de la profundidad del fondo del bache. Esto se puede hacer con una cuerda o escantillón.” (Subrayado no es del texto original)

La Ilustración 5 ejemplifica la recomendación anterior. De no seguir esta indicación, la compactación del bache será deficiente puesto que el espesor presentará variabilidad, lo que incide en la calidad de la compactación. Es decir, si el espesor es inferior al mínimo en algún punto del bache, se corre el riesgo de segregar el agregado de la mezcla e incluso triturarlo.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 37 de 66
----------------	-------------	-----------------

Por otra parte, si el espesor es muy grande es posible que la energía utilizada en la compactación del bache no sea la suficiente como para proveer una adecuada densificación. Lo anterior a su vez favorecerá la aparición de deterioros prematuros pues una alta cantidad de vacíos en la capa asfáltica permite la entrada de agua superficial, dando como resultado la aparición de huecos a corto plazo.



Acabado del fondo del bache

Ilustración 5: Fondo del bache. Fuente: Manual de Procedimientos para Bacheo con mezcla asfáltica en caliente (INA-LanammeUCR, 1998).

Según el ingeniero del Organismo de Inspección de la Zona 1-7 de Cartago, en un principio se habían programado la colocación de aproximadamente 100 ton de mezcla asfáltica para este tramo, de acuerdo con las necesidades observadas. Sin embargo, de acuerdo con el inspector, conforme se fue trabajando en el sitio, se observó la necesidad de más cantidad de mezcla asfáltica.

Asimismo, se decidió por parte de la inspección reparar las áreas que se pudieran con la mezcla que se enviara desde la planta durante ese día. Sin embargo, no se logró intervenir todas las zonas deterioradas.

Según lo indicado al Equipo Auditor por el organismo de inspección presente, el inspector de CONAVI y el encargado de la empresa constructora, la cantidad de mezcla asfáltica a colocar en el tramo en cuestión alcanzaría un total de 556 toneladas aproximadamente.



Si bien el Manual CR-2010 no es el documento prevaleciente en la licitación de conservación vial vigente, es importante mencionar lo que este define sobre la técnica de bacheo donde la describe como:

“..Reparación de zonas puntuales dañadas de una vía, que deben ser reparadas mediante el corte y extracción de material dañado o contaminado para ser restituido usando mezcla asfáltica debidamente compactada. No debe ser utilizado de manera extensiva.” (Subrayado es del texto original)

Sin embargo, según lo observado por el Equipo Auditor en la visita, las reparaciones no eran puntuales y más bien pretendían abarcar la mayor parte de la superficie deteriorada de la vía en el tramo descrito.

Ante la decisión de intervenir todo el tramo con bacheo, el Equipo Auditor realizó un ejercicio comparativo entre la alternativa de bacheo elegida frente a una opción de perfilado del pavimento existente más la colocación de una sobrecapa asfáltica. Esto con el propósito de llevar a cabo un análisis de costos, a manera de ejemplo, en vista de que es conocido que el uso excesivo del bacheo no es una alternativa eficaz en la recuperación de la condición de los pavimentos.

Alternativa de bacheo en el tramo de 185 m lineales

Durante la visita, el equipo auditor realizó mediciones de las áreas que se habían reparado (ver Ilustración 6 y Fotografía 19), las que se estaban reparando y las que se marcaron para reparar con la mezcla asfáltica a utilizar (total de 556 toneladas para todo el tramo de 185 m). De acuerdo con las mediciones realizadas, se pudo determinar que se repararía en total un área de 1390 m², en el tramo de 185 m de longitud.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 39 de 66
----------------	-------------	-----------------

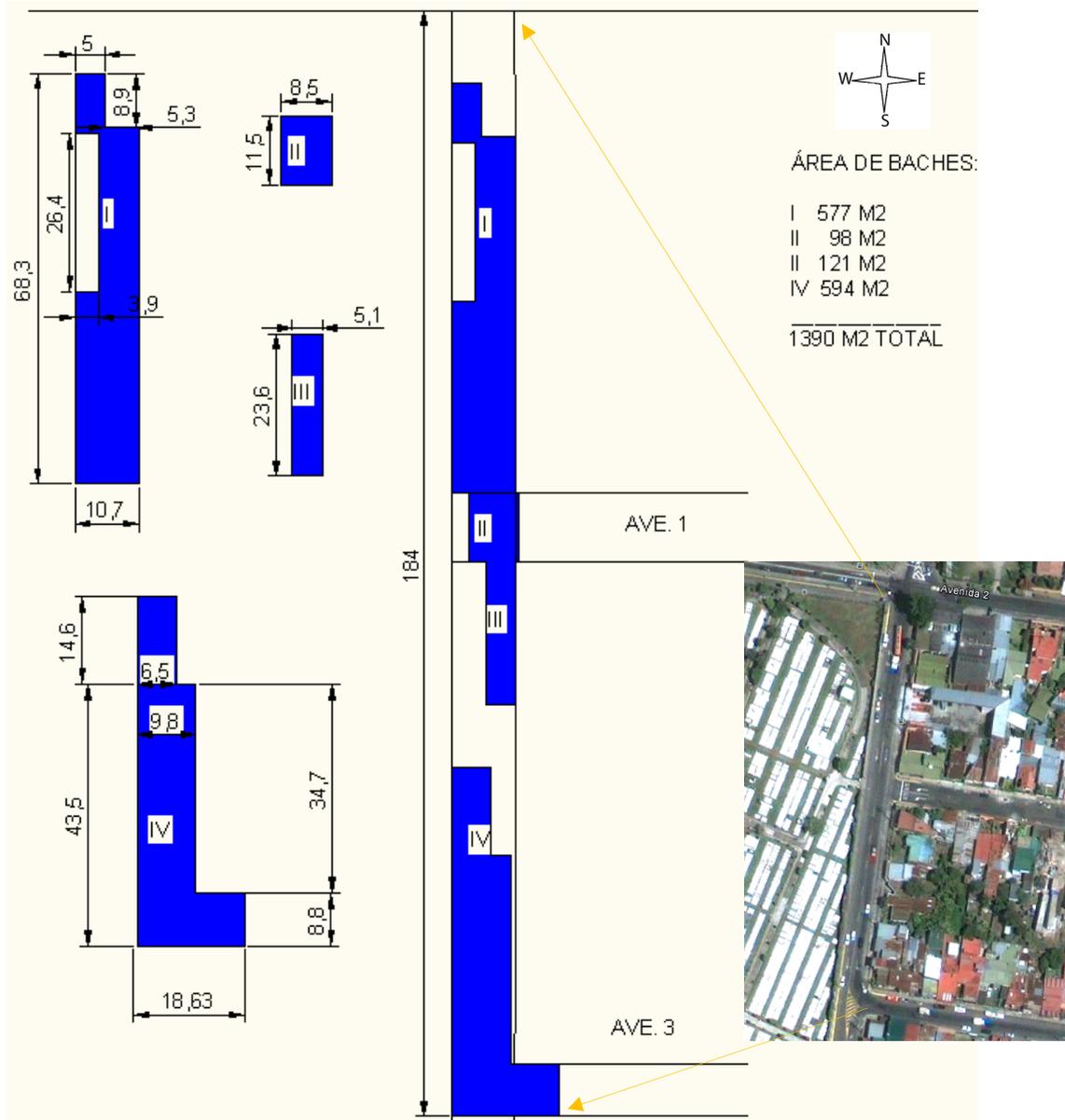


Ilustración 6. Esquema de bacheo realizado en el tramo. Cotas mostradas en metros.

Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 18: Bacheo realizado en la Ruta Nacional No.236. Costado Este del cementerio de Cartago. Fecha de la visita: 16 de febrero 2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Así, considerando el precio unitario del bacheo formal para esta zona, que corresponde a $\text{¢}55.537,87$ por tonelada colocada, se puede calcular que el costo de este bacheo alcanza los $\text{¢}30.879.055,00$. Lo anterior para 556 ton colocadas en 185 m lineales.

Alternativa de perfilado del pavimento más sobrecapa asfáltica

Considerando la alternativa de perfilar la totalidad del área de pavimento existente en ese tramo de 185 m lineales, se calcula un área total de aproximadamente 2010 m^2 con base en las mediciones. De acuerdo con el costo de perfilado para esta zona de $\text{¢}923,45$ por m^2 , perfilar un área de 2010 m^2 costaría $\text{¢}1.856.135,00$ (colones).

Si se asume que para eliminar la capa asfáltica existente se deben perfilar 10 cm de profundidad (espesor promedio aproximado de la capa asfáltica removida, medido en campo), se obtiene que se necesita un volumen de mezcla asfáltica de 201 m^3 , para cubrir la totalidad del área considerada de 2010 m^2 . Asumiendo la densidad de la mezcla asfáltica como $2,30 \text{ ton/m}^3$, se estima que se necesita un total de 462 toneladas de mezcla asfáltica. Es decir, 94 toneladas menos que la que se utilizó para el bacheo con el que se intervino el

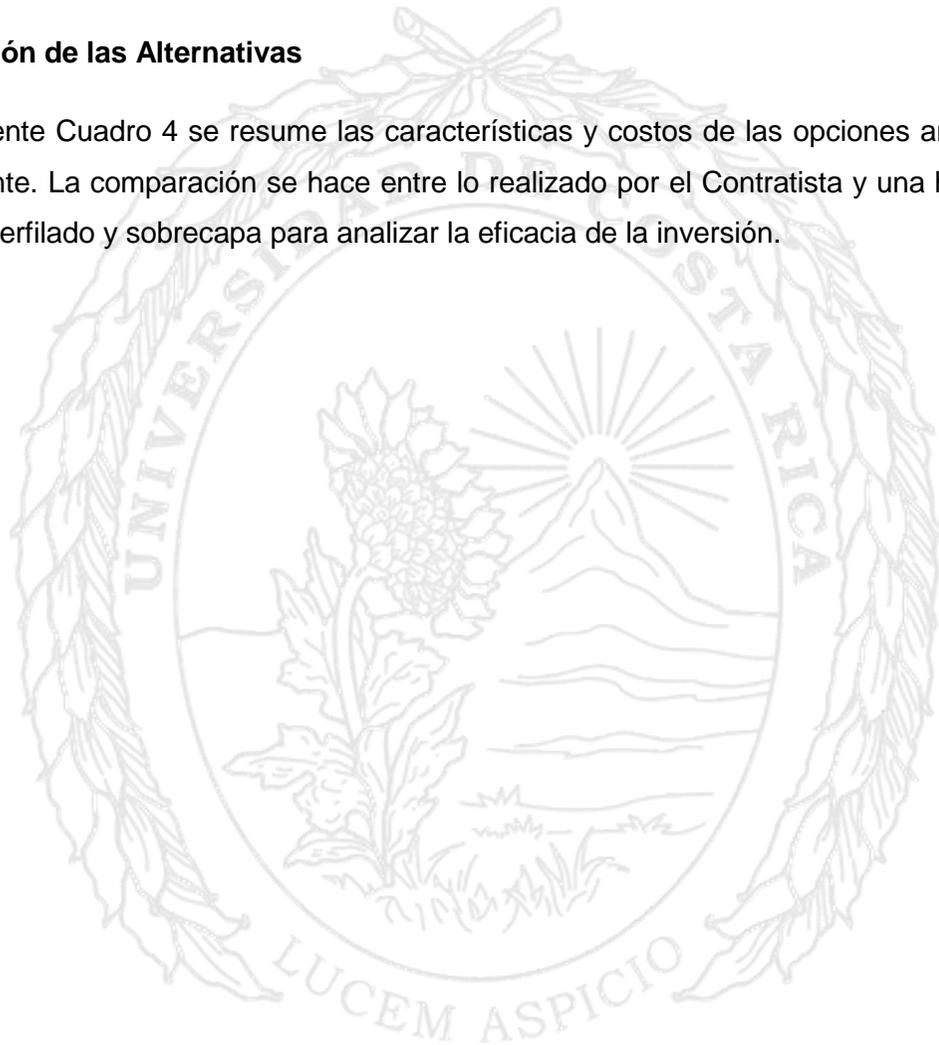
LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 41 de 66
----------------	-------------	-----------------



tramo. El costo de la colocación de esta capa asfáltica de 462 toneladas de mezcla, considerando el precio unitario para esta zona de $\text{¢}48.853,50$ por tonelada colocada, correspondería a $\text{¢}22.584.973,00$ (colones). En total, si se suma el costo del perfilado más la colocación de la capa asfáltica, resultaría un total de $\text{¢}24.441.107,00$ (colones), o sea, aproximadamente 20% menos que la opción del realizar bacheo.

Comparación de las Alternativas

En el siguiente Cuadro 4 se resume las características y costos de las opciones analizadas anteriormente. La comparación se hace entre lo realizado por el Contratista y una hipotética acción de perfilado y sobrecapa para analizar la eficacia de la inversión.



Cuadro 4: Comparación económica de las alternativas de intervención del pavimento¹.

Alternativa	BACHEO	PERFILADO+SOBRECAPA
Descripción de la intervención en el pavimento	<ol style="list-style-type: none"> 1) Escogencia de áreas del pavimento a remover. 2) Corte de áreas seleccionadas. 3) Remoción con retroexcavadora, 4) Colocación de mezcla asfáltica manualmente (pala y rastrillo). 5) Compactación de cada bache 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Perfilado de la capa asfáltica hasta un espesor definido (10 cm correspondiente al espesor medido de la carpeta). 2) Colocación de sobrecapa asfáltica con máquina distribuidora. 3) Compactación de la superficie.
Área intervenida del tramo	69%	100%
Cantidad de mezcla asfáltica	556 toneladas	492 toneladas
Costo de mezcla asfáltica por tonelada colocada	¢55.537,87	¢48.853,50
Costo total de mezcla asfáltica	¢30.879.055,00	¢22.584.973,00
Costo del perfilado por m²	-	¢1.856.135,00
COSTO TOTAL	¢30.879.055,00	¢24.441.107,00
COSTO por metro cuadrado (m²)	¢22.215,18 (costo por m² de superficie bacheada)	¢12.159,75

¹ Los costos utilizados son tomados de los contratos de LP N°2009-000003-CV.

Como se puede ver, la intervención con bacheo resulta más costosa para el tramo analizado de la vía, el cual presenta agrietamiento tipo “cuero de lagarto” (grietas interconectadas) en la Fotografía 19. Este agrietamiento acelera el deterioro debido a la infiltración de agua, lo que produce huecos rápidamente mediante el desprendimiento de la capa asfáltica.



Fotografía 19: Zonas con cuero de lagarto severo. Algunas zonas como estas no se atendieron.
Ubicación: Costado Este del cementerio de Cartago. Fecha de la visita: 16 de febrero 2012.
Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

En este caso, con un cálculo sencillo, resulta casi $\$6.500.000,00$ millones más caro el bacheo de un 69% del área total intervenida, que reparar toda la superficie. A esto se debe considerar que con la alternativa menos costosa, se lograría reparar la totalidad del área considerada y se mejoraría sustancialmente la regularidad superficial del tramo. Al mismo tiempo, sería una intervención más durable puesto que no quedarían sitios sin reparar. En consecuencia quedaría sellada la totalidad de la superficie de manera que impida que el agua superficial afecte las capas internas del pavimento, como se mencionó anteriormente. De igual modo, aun considerando un espesor de perfilado de 13 cm, el costo podría ser muy similar al costo calculado para el bacheo realizado, y con las ventajas mencionadas.

Lo mencionado anteriormente se explica gráficamente en la siguiente Ilustración. La vida útil del pavimento (curva en negro) es la relación que existe entre el grado de deterioro con la edad de la carretera. El área bajo la curva de deterioro o de vida útil de un pavimento,

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 44 de 66
----------------	-------------	-----------------

representa el “desempeño” de esa estructura de pavimento. Es decir el nivel o grado de calidad con que el pavimento cumple su propósito en un determinado plazo. Cuando en el pavimento se utilizan las estrategias de conservación adecuadas, es posible levantar de nuevo la condición del pavimento. Al realizarse estas labores idóneas de acuerdo con la condición, si un pavimento estaba diseñado para una vida útil determinada, éste con los trabajos realizados podrá extender esta vida útil. El detalle de este cambio en la edad del pavimento se muestra en la Ilustración 7.

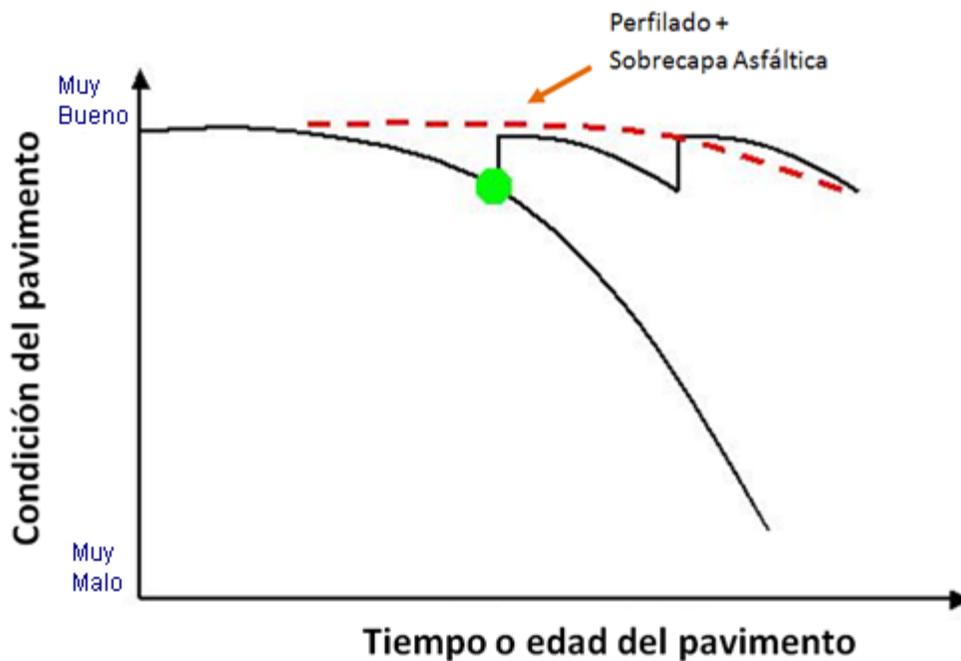


Ilustración 7. Efecto en la vida útil del pavimento de las rehabilitaciones idóneas según la condición del pavimento.

De esta forma, luego de realizar el análisis, es criterio del Equipo Auditor que es importante optimizar los recursos disponibles y analizar los costos que pueden generar las diferentes intervenciones que se puedan realizar, de manera que se logre obtener obras durables, con condiciones mejoradas, al menor costo posible.



Por otro lado, esta Auditoría considera importante señalar, sobre el Cartel de la licitación LP N°2009-000003-CV, que en el Anexo III, en la Matriz para Asignación de Estrategias de Mantenimiento, Rehabilitación y Reconstrucción vs Tipo, Nivel y Severidad del Deterioro, recomienda que para deterioros de tipo cuero de lagarto de severidad alta, con una extensión mayor a 10%, se realice una intervención de bacheo más la colocación de una sobrecapa.

Así las cosas, de acuerdo con el Cartel de la Licitación Pública 2009-000003-CV, se podría entender que independientemente de la extensión que exista del cuero de lagarto severo, siempre que esté por encima del 10% del área analizada, lo que se recomienda aplicar es bacheo más una sobrecapa. De la misma forma, se refiere a una condición de deterioro de Baches Destapados de severidad alta con una extensión mayor a 10%. Lo anterior no representa una adecuada estrategia puesto que la severidad del agrietamiento tipo “cuero de lagarto” puede ser tan alto que solo corresponda una reconstrucción total del pavimento.

HALLAZGO 7: SE EVIDENCIÓ UN FRENTE DE OBRA UBICADO ENTRE PASO REAL Y PALMAR NORTE, RUTA NACIONAL No. 2, DONDE SE COLOCABA MEZCLA ASFÁLTICA EN HORAS NOCTURNAS SIN LA ILUMINACIÓN ADECUADA.

La construcción del bache observado en la Fotografía 20, ubicado en el tramo Paso Real-San Palmar Norte se realizó careciendo del equipo de iluminación necesario tanto para los trabajos en sí, como para advertir a los usuarios de la vía de la actividad y del cierre del carril en donde se laboraba. La iluminación que se tenía disponible en el lugar consistía en la luz propia de una retroexcavadora más la luz aportada por los focos del vehículo del ingeniero inspector de CONAVI.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 46 de 66
----------------	-------------	-----------------



Fotografía 20: Construcción de bache de 27,50 m de largo y 3,60 m de ancho, con iluminación inadecuada. Ubicación: Palmar Norte Ruta Nacional No.2, aproximadamente 3,2 km de la intersección con la Ruta Nacional No.34, en dirección hacia Paso Real. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Existe incumplimiento con el equipo ofrecido por el Contratista y descrito en el renglón de pago M-45 (A) Pavimento bituminoso en caliente de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV:

“...b) Maquinaria, Mano de Obra y Materiales:

Equipo y Operador:

- 1 camión brigada
- 1 pavimentador bituminoso
- 1 distribuidor de Asfalto con aspersores
- 1 compactador vibratorio de rodillos
- 1 compactador Llanta de hule
- 1 barredora mecánica
- 1 tanque de agua
- señales lumínicas remolcables (informativas y preventivas)
- 1 vehículo carga liviana (para transporte de señales lumínicas y demás implementos)
- 2 torres de iluminación, con su respectivo auto remolcador
- Equipo de acarreo (el necesario para cumplir con el programa de trabajo)

Mano de Obra:

- 1 encargado
- 2 rastrilleros

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 47 de 66
----------------	-------------	-----------------



- **Implementos y señales mínimas de seguridad e informativas:**
- 2 señales lumínicas remolcables (informativas y preventivas)
- 2 “pick up”, para transporte de señales lumínicas y demás implementos
- 2 torres de iluminación, con su respectivo auto remolcador
- 40 señales informativas (verticales y reflectivas)
- 40 señales preventivas (verticales y reflectivas)
- 60 conos de seguridad de 75 cm de altura
- Equipo de comunicación (para banderilleros y encargados)
- Chalecos reflectivos para todo el personal del Contratista
- Cascos de seguridad para todo el personal del Contratista
- Personal mínimo de seguridad:
- 1 encargado general
- 2 topadores (banderilleros)
- 2 encargados de las señales y los conos”.

(Subrayado no es del texto original)

Además de esto, de acuerdo con lo expresado por el ingeniero de CONAVI a cargo de la inspección, a pesar de haber solicitado tres vagonetas con mezcla asfáltica, el Contratista solo envió dos, por lo que el bache que se muestra en la Fotografía 20, quedó inconcluso.

Ante esto el ingeniero expresa que se decide dejar cerrado el carril toda la noche, lo que demandaba la iluminación que alertara a los usuarios de la vía, tal como lo menciona el Manual CR-77:

107.08 VALLAS Y SEÑALES DE ADVERTENCIA Y OTROS DISPOSITIVOS:

“...El Contratista deberá proporcionar, construir y conservar todas las vallas que sean necesarias, luces apropiadas y señales de advertencia, peligro y otros dispositivos en suficiente número para el control del tránsito y deberá tomar todas las precauciones necesarias para la seguridad del público y la protección de la obra. Las carreteras cerradas al tránsito serán debidamente protegidas mediante vallas bien construidas, y las obstrucciones deberán ser iluminadas durante las horas de oscuridad.”

A pesar de existir banderilleros dado el cierre de un carril, no se contaba con la iluminación mínima en cuanto a seguridad vial, como lo recomienda el Manual CR-2010:

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 48 de 66
----------------	-------------	-----------------



“156.07 Operaciones nocturnas.

Las operaciones de construcción deben llevarse a cabo básicamente durante las horas de luz natural (½ hora después del amanecer a ½ hora antes de la puesta del sol). Cuando sean permitidas operaciones nocturnas, el Contratista debe someter a aprobación del Contratante un sistema de iluminación. Debe incluir los tipos de luminarias, localización y manera que las luces serán manejadas. El sistema propuesto debe someterse a aprobación al menos con 14 días de antelación al uso pretendido. Debe utilizarse una fuente independiente de iluminación que no sea las luces de los vehículos. No deben usarse luces incandescentes. El sistema de iluminación aprobado debe proveerse e instalarse de manera que cubra el área completa de trabajo. Las luces deben colocarse de manera que no encandilen a los motoristas que transitan en cualquier dirección. Si la operación cambia de lugar, las luces deben moverse al nuevo lugar. Debe proveerse iluminación en cada sitio donde haya un abanderado. Todos los equipos deben contar con un domo de luz exterior amarilla destellante. El personal en obra debe portar chaleco retroreflectivo en todo momento.” (Subrayado no es del texto original)

La realización de trabajos nocturnos sin contar con el equipo de iluminación necesario expone a accidentes tanto a los usuarios como a los trabajadores. Si no se alerta lo suficiente a los conductores acerca de la actividad que se está realizando o de que el carril en que circulan se encuentra cerrado la probabilidad de accidentes se incrementa.

Por otra parte, la escasa iluminación podría repercutir en la calidad final de las obras por la dificultad en la ejecución de los trabajos por parte del contratista y en control por parte de los inspectores. El control de calidad en condiciones adversas de iluminación pone en riesgo la efectividad de la inversión realizada.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 49 de 66
----------------	-------------	-----------------

HALLAZGO 8: EN LAS ZONAS 4-2 Y 4-3 DE LA REGIÓN BRUNCA SE EVIDENCIARON HUECOS PROFUNDOS EN VÍAS PRINCIPALES.

En un recorrido por la Región Brunca, realizado del 24 al 26 de enero de 2012, se visitó el tramo Paso Real - San Vito de la Ruta Nacional No.237 (Zona 4-2 de la Zona Sur), evidenciándose baches profundos y descubiertos. Estos baches destapados, como el mostrado en la Fotografía 21, presentan profundidades de más de 10 cm y existen algunos que se encuentran ubicados en puntos críticos, en cuanto a seguridad vial, como curvas y junto a deslizamientos.

Se pudo observar que lejos del sitio donde se ubican estos huecos, pero en esta misma ruta, se realizan trabajos de estabilización de base con cemento para luego colocar una capa de rodamiento asfáltica, denominados como *Proyecto Especial Paso Real - San Vito* por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.



Fotografía 21: Zona 4-2 Zona Sur, Bache de 1 m de largo y 0,56 m de ancho y 15 cm de espesor.
Ubicación: Ruta Nacional No.237 aproximadamente 15 Km hacia San Vito desde la entrada a Paso Real.
Fecha: 24/01/2012. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 50 de 66
----------------	-------------	-----------------



Por otra parte, en la Zona 4-3 de la Región Brunca, entre la localidad de Palmar Norte y Paso Canoas (Ruta Nacional No.2), también se observaron huecos de considerable magnitud, aunque no frecuentes, que podrían causar graves accidentes.

En el tramo antes mencionado (Palmar Norte - Paso Canoas), se encontraba un frente de obra realizando labores de bacheo formal en la vía. No obstante, la preocupación del Equipo Auditor radica en que se deba esperar un plazo indefinido para tapar huecos que son considerados de alta peligrosidad. Lo anterior en una vía principal de alta velocidad, con poca iluminación y falta de demarcación en algunos tramos. Todo esto aún y cuando existe un renglón de pago correspondiente a bacheo de urgencia para atender este tipo de casos.

Es importante destacar que el punto 6 de la Especificación Especial N°8 *Priorización de rutas a intervenir y asignación de tipos de intervenciones en función del deterioro del pavimento*, del Cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV indica que:

“Bacheos de urgencia pueden ser programados, en cualquier momento, en rutas ya atendidas.” (Subrayado no es del texto original)

Por lo tanto la programación y ejecución de una intervención de formal (sea bacheo o reconstrucciones parciales) en el mismo tramo donde se presentan los huecos profundos y peligrosos, no impide al Contratista realizar bacheo de urgencia en los puntos del tramo donde se amerite, especialmente cuando se compromete la seguridad de los usuarios de la vía.

Asimismo, de acuerdo con la Tabla 1 del Anexo III de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV, cuando se presenten el tipo de baches descritos arriba, la acción de mantenimiento recomendada es bacheo, tal y como se muestra a continuación en un extracto de la tabla mencionada:

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 51 de 66
----------------	-------------	-----------------

Tabla 1: Matriz de acciones de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción vs. deterioro del pavimento de acuerdo con criterio de consenso de los ingenieros de la Dirección de Conservación Vial de CONAVI.

Tipo de deterioro	Severidad	Descripción (*)	Extensión	Acciones de conservación
<u>Baches destapados</u>	<u>Baja</u>	<i>Hoyos en forma de tazón con diámetro de al menos 15 cm. Profundidad menor a 2.5 cm.</i>	<i>Menor a 20 %</i>	<i>Bacheo</i>
			<i>Mayor o igual a 20 %</i>	<i>Bacheo</i>
	<u>Moderada</u>	<i>Hoyos en forma de tazón con diámetro de al menos 15 cm. Profundidad entre 2.5 y 5.0 cm.</i>	<i>Menor a 10 %</i>	<i>Bacheo</i>
			<i>Mayor o igual a 10 %</i>	<i>Bacheo</i>
	<u>Alta</u>	<i>Hoyos en forma de tazón con diámetro de al menos 15 cm. Profundidad mayor a 5.0 cm.</i>	<i>Menor a 10 %</i>	<u><i>Bacheo</i></u>
			<i>Mayor o igual a 10 %</i>	<i>Bacheo más sobrecapa.</i>

(Subrayado no es del texto original). Fuente: Licitación Pública N°2009LN-000003-CV.

Además, en la definición de los alcances Licitación Pública N°2009LN-000003-CV, se describe el mantenimiento rutinario como:

“El mantenimiento rutinario consistirá en un conjunto de labores de limpieza de drenajes, control de vegetación, reparaciones menores y localizadas del pavimento, que deben efectuarse de manera continua y sostenida a través del tiempo, para preservar la condición operativa, el nivel de servicio y seguridad de las vías” (Este subrayado no es del texto original)

De acuerdo con esto, las reparaciones del tipo bacheo de urgencia son necesarias para garantizar la seguridad en la vía por el peligro que constituyen los huecos profundos.

La presencia de estos baches abiertos genera incomodidades para el usuario a la hora de conducir por la disminución de la velocidad y los golpes en los vehículos, lo que representa un aumento en sus costos de operación. Además, la ubicación de los huecos provoca



maniobras por parte de los conductores con el fin de esquivarlos, teniendo como efecto la invasión de los carriles contrarios y por ende elevando el riesgo de accidentes con peatones y otros vehículos.

2.3 Sobre los requerimientos de la inspección.

HALLAZGO 9: *EL INSPECTOR A CARGO DE LA ZONA 4-3 NO POSEÍA TERMOCUPLA DURANTE LAS LABORES DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA.*

El día 24 de enero de 2012 a las 18:06 horas el Equipo Auditor presencié la colocación de mezcla asfáltica en caliente en la sección Paso Real – Palmar Norte, sobre la Ruta Nacional No.2, al tiempo que el ingeniero de CONAVI a cargo de la inspección no contaba con equipo de inspección básico, como lo es la termocupla.

Según el ingeniero inspector de CONAVI presente en el frente de obra, las dos vagonetas con mezcla asfáltica ubicadas en el sitio salieron de la planta a las 8:04 h y 8:21 h, llegando al lugar de los trabajos a las 9:35 h y 10:00 h, respectivamente. Esto significa que al momento de la colocación (18:06 h), tenían aproximadamente 10 horas de haber dejado la planta de producción. A pesar de lo anterior, el ingeniero inspector no contaba con una termocupla para poder verificar la temperatura de la mezcla al momento de la colocación, es decir a las 18:06 h.

La temperatura de la mezcla asfáltica afecta directamente la calidad de la compactación. De acuerdo con el Manual de Procedimientos de Bacheo con Mezcla Asfáltica en Caliente (INA-LanammeUCR, 1998):

“Es muy conveniente que la colocación de la mezcla se realice con rapidez para que no se reduzca la temperatura de la misma por debajo de 110 grados centígrados, ya

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 53 de 66
----------------	-------------	-----------------



que por debajo de esta temperatura la compactación se hace más difícil.” (Subrayado no es del texto original)

Por otra parte el ítem 401.20 ACARREO, DISTRIBUCIÓN Y ACABADO del Manual CR-77 señala que:

“...La mezcla deberá ser entregada con una temperatura entre los 110°C y 165°C para la mezcla de asfalto y 66°C y 110°C para la mezcla de alquitrán, y dentro del margen de (10°C) de la temperatura fijada en la fórmula de la mezcla para la obra...”

Las labores de inspección sin poseer termocupla ponen en riesgo la calidad de las obras y por ende la efectividad de la inversión realizada por la Administración. Así las cosas, también se da la posibilidad de no detectar incumplimientos por parte del contratista.

2.4 Sobre la condición de las vías posterior a las intervenciones realizadas

HALLAZGO 10: SE EVIDENCIÓ EXUDACIÓN EXCESIVA EN UN TRAMO DE 200 METROS DE LA RUTA NACIONAL No.32, EN UNA SOBRECAPA ASFÁLTICA RECIÉN COLACADA.

En la visita realizada el lunes 23 de enero de 2012 a la Ruta Nacional No.32 se pudo observar en el inicio de la sección 70472 (600 m al Este de Puente sobre el Río Madre de Dios), exudación excesiva en una sobrecapa de mezcla asfáltica colocada el 8 de diciembre de 2011, según fecha indicada en la superficie de la calzada (46 días antes). La exudación es la formación de una película de material bituminoso en la superficie del pavimento que crea una superficie brillante y muy lisa, producto del exceso de ligante asfáltico.

Como se muestra en la Fotografía 22 y Fotografía 23, el exceso de asfalto es tal que luego de realizar la visita por parte del Equipo Auditor, sobre la superficie del pavimento fue posible observar las huellas frescas provocadas al caminar sobre el asfalto. La longitud del tramo

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 54 de 66
----------------	-------------	-----------------

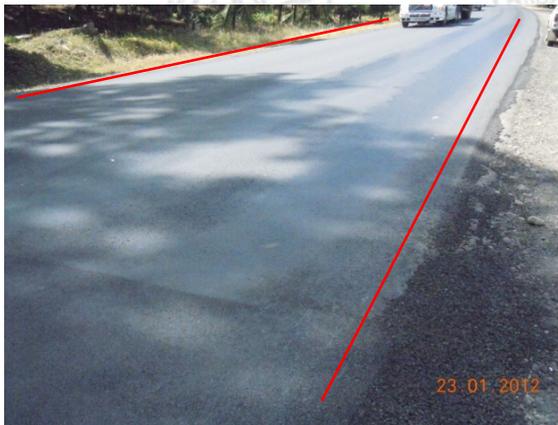
donde se presenta exudación en exceso es de aproximadamente 200 m y es posible detallar las huellas de los neumáticos que pasan sobre la superficie exudada (Ver Fotografía 23, Fotografía 24 y Fotografía 25).



Fotografía 22: Huella al pisar la superficie de ruedo.
Ubicación: Ruta Nacional No.32 Aprox. Kilómetro 113. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 23: Huellas en superficie de ruedo.
Ubicación: Ruta Nacional No.32 Aprox. Kilómetro 113. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 24: Zona con exudación.
Ubicación: Ruta Nacional No.32 Aprox. Kilómetro 113. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 25: Huellas de los neumáticos.
Ubicación: Ruta Nacional No.32 Aprox. Kilómetro 113. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

La exudación en el pavimento afecta la resistencia al deslizamiento por lo lisa y resbalosa que se vuelve la superficie de rodamiento. Esta condición incide negativamente en aspectos de seguridad vial como la distancia de frenado e hidroplaneo (derrapes) y existe un riesgo



potencial de que la mezcla asfáltica presente deformaciones por inestabilidad ante condiciones climáticas calidad y el efecto de cargas pesadas.

En el Decreto Ejecutivo No. 33148-MOPT publicado en la Gaceta No. 100, del jueves 25 de Mayo de 2006 se cita textualmente:

“1º Que las infraestructuras de vialidad y del transporte, léase las carreteras contribuyen de manera trascendente en el desarrollo global del país y en su integración con el istmo, en los ámbitos económico, social, turístico y cultural, determinando finalmente la calidad de vida del ciudadano. De ahí que las autoridades involucradas en la materia, deben constituirse en garantes del derecho de movilidad y libertad de tránsito, en las mejores condiciones de seguridad y comodidad en aras de lograr el objetivo...”

“...12º Que un mecanismo vital para lograr esos objetivos es la aplicación de un sistema de control de calidad conocido internacionalmente como Auditorías de Seguridad Vial, que permitan la formulación e integración del componente de seguridad vial en los proyectos de obras nuevas, en el acondicionamiento de las existentes y en general en la mejora de la red vial del componente de seguridad vial;...”

El Decreto Ejecutivo mencionado indica, textualmente:

“Artículo 1º - En todas las labores de planificación y construcción de obras viales o programas de transporte y su eventual conservación, mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, mejoramiento y/o rehabilitación que realiza el Consejo Nacional de Vialidad, se deberá considerar e incorporar el componente de seguridad vial, considerando a todos los posibles usuarios de la vialidad de previo a su ejecución...”

Dado que la fricción, como se mencionó anteriormente, está directamente relacionada con el aspecto de seguridad vial, debería ser un parámetro a considerar por parte de la

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 56 de 66
----------------	-------------	-----------------



Administración. Lo anterior con el fin de cumplir el decreto ejecutivo vigente No. 33148-MOPT en obras de conservación vial o nuevas, dentro de la Red Vial Nacional Pavimentada a cargo del CONAVI.

Por otra parte, las mezclas asfálticas que presentan exudación, son mezclas inestables con tendencia a presentar deformaciones permanentes en las huellas de los vehículos (roderas). Las roderas inciden negativamente en la regularidad superficial y provocan, en condiciones lluviosas, acumulaciones de agua que disminuyen la resistencia al deslizamiento entre las llantas de los vehículos y el pavimento. Además la acumulación de agua es lanzada por los vehículos al transitar sobre ella, disminuyendo la visibilidad de los demás usuarios, lo que aumenta la posibilidad de accidentes.

HALLAZGO 11: EL EQUIPO AUDITOR EVIDENCIÓ EN ALGUNAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL MATERIAL DE ESCOMBROS DENTRO DEL DERECHO DE VÍA, SIENDO LA LIMPIEZA Y RECOLECCIÓN DE DESECHOS UNA ACTIVIDAD INHERENTE A LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN VIAL

Se encontraron escombros producto de las actividades de bacheo en las márgenes de la vía, los cuales no fueron removidos al finalizar los trabajos. Esta práctica se observó en diferentes Zonas de Conservación Vial de CONAVI como lo son la Zona 1-6 San Ramón, Zona 3-1 Puntarenas, Zona 3-2 Quepos, Zona 4-2 Zona Sur y Zona 5-1 Guápiles (ver las siguientes Fotografías).



Fotografía 26: Zona 5-2 Limón. Escombros en margen de la vía. Ubicación: Ruta Nacional No.32 Aprox. Kilómetro 115+250 Frente a Rancho Pantera. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 27: Zona 5-1 Guápiles. Escombros en margen de la vía. Ubicación: Ruta Nacional No.32 Aprox. Kilómetro 100+400 Contiguo a Río Pacuare. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 28: Zona 3-2 Quepos. Escombros junto al puente. Ubicación: Ruta Nacional No.34 Aprox. Kilómetro 82+300 Puente sobre Río Las Vueltas. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 29: Zona 4-3 Sur. Escombros no retirados. Ubicación: Ruta Nacional No.2 Aprox. Kilómetro 280+800 Venecia de Palmar, en el cantón de Osa. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 30: Zona 1-6 San Ramón. Escombros junto a hundimiento. Ubicación: Ruta Nacional No.1 Aprox. Kilómetro 5+200 desde cruce con Ruta 156 (entrada a San Ramón) hacia Puntarenas. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Fotografía 31: Zona 3-1 Puntarenas. Escombros frente a Restaurante Monteverde. Ubicación: Ruta Nacional No.1 Aprox. Kilómetro 119+200. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

El cartel de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV en el inciso 25.10 de la Sección No.1 llamada CONDICIONES GENERALES DE ESTA LICITACIÓN indica que:

“Una vez concluidas las obras en cada ruta, el contratista deberá limpiar toda el área que ha sido ocupada o utilizada para realizar la misma, eliminando toda basura, escombros o materiales sobrantes y otros generados o no por la ejecución del proyecto; dejándola en condiciones aceptables a criterio de la unidad de supervisión del contrato. Este trabajo no tendrá ningún pago directo, por lo que el contratista deberá considerarlo como una actividad auxiliar para el debido cumplimiento del contrato. En caso de comprobarse el incumplimiento de esta cláusula, se le castigará con el monto calculado para un (1) día de sanción pecuniaria, por incumplimiento del plan de trabajo, para todos los días donde persista la omisión.” (Subrayado no es del texto original)

Sobre este mismo tema, en la sección 104.06 Limpieza final, del CR-2010 *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes* se menciona que:

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 59 de 66
----------------	-------------	-----------------



“... el Contratista retirará todo el equipo, instalaciones provisionales, materiales no usados o inservibles, escombros, etc., y reparará o reemplazará de manera aceptable las cercas u otras propiedades públicas o privadas que hayan sido dañadas o destruidas debido a la realización del trabajo. Asimismo, conformará a satisfacción del Contratante todas las irregularidades en el terreno que sean producto de la construcción del proyecto, tanto en propiedades públicas como privadas. Limpiará las obstrucciones causadas por el trabajo en los cauces; limpiará los desagües y acequias dentro de los límites del proyecto y en sus lugares adyacentes, ya sea en propiedad pública como privada, de manera precisa y en condición presentable.” (Subrayado no es del texto original)

El incumplimiento de la cláusula del contrato mencionada anteriormente, es decir la acumulación de escombros en los costados de la vía puede afectar, además de la limpieza de los trabajos realizados, el funcionamiento de las cunetas y drenajes de las aguas superficiales. Asimismo, inciden en el uso del espaldón y por ende en la seguridad de los usuarios, ya que el apilamiento del material se convierte en un obstáculo.

Por otra parte, los desechos de las capas asfálticas constituyen un activo de la Administración, tal como se estipula en el renglón de pago M-42 (A) Perfilado del pavimento (m²) de la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV:

“El material perfilado pertenece al MOPT-CONAVI y debe ser acarreado por el Contratista al plantel del MOPT más cercano.” (Subrayado no es del texto original)

De acuerdo con lo anterior los desechos de la capa asfáltica, producto del bacheo ó perfilado, podrían ser reciclados y utilizados en otros proyectos. De este modo es necesario por parte de la Administración prever este proceso con el fin de evitar desperdicios, contaminación y afectación a los usuarios.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 60 de 66
----------------	-------------	-----------------



3 CONCLUSIONES

- Los hallazgos documentados en el presente informe, constituyen en su mayoría situaciones evidenciadas sistemáticamente por la Unidad de Auditoría Técnica desde hace 10 años. Por lo tanto, es criterio legal de esta Auditoría Técnica que no existe por parte de la Administración un mecanismo efectivo que incorpore las recomendaciones emitidas mediante los informes de esta Auditoría a la gestión de la conservación vial en el país. Este mecanismo debe ser parte de un Sistema de Administración de Carreteras que administre los diferentes activos de la carretera (pavimento, puentes, señalización, etc.) de forma integral bajo los principios fundamentales de la gestión de carreteras, es decir análisis económicos y de ingeniería.
- Existe una sección en la Ruta Nacional No.32, en el Kilómetro 113, que presenta exudación excesiva en la superficie del pavimento, a pocos días de su colocación. Esto evidencia deficiencias en la calidad del trabajo realizado y los materiales utilizados, así como una amenaza a la seguridad de los usuarios por el riesgo de derrapes.
- Específicamente en una vía de la Zona 1-7 de Cartago, se observó la colocación de un bacheo en un área aproximada de 69% en un tramo de 185 m. Al realizar una comparación de costos entre el bacheo realizado y una intervención con perfilado y colocación de una capa asfáltica en la totalidad de la obra, se puede concluir que ésta última podría resultar menos costosa. Además, se debe considerar las ventajas que conlleva reparar toda el área superficial, como por ejemplo una impermeabilización adecuada y una mejor regularidad superficial de la que podría aportar un bacheo de parte del área intervenida.
- Se pudo observar la realización de obras en horario nocturno sin las condiciones adecuadas de iluminación, poniendo en riesgo la calidad de los trabajos así como la seguridad de los usuarios de la vía y los trabajadores.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 61 de 66
----------------	-------------	-----------------



- Por otra parte, se evidenció la falta de equipo básico de inspección en un frente de obra visitado, tal como la termocupla para medir la temperatura de recibo, de colocación y compactación de la mezcla asfáltica. Esto hace que la labor del inspector se vea limitada. Sin un equipo básico de inspección, el inspector no podrá controlar a cabalidad aspectos básicos para asegurar la calidad de las obras.
- Se encontraron huecos profundos que ameritan ser tapados de manera urgente antes de programar intervenciones formales en la vía. Esto por el peligro que representan estos huecos para los usuarios por las maniobras necesarias para evadir los baches y por el riesgo de que provoquen accidentes o simplemente daños mecánicos al vehículo.
- Se ha observado que el uso de mezcla asfáltica como “traba” ha sido frecuentemente utilizado en las diferentes zonas de conservación vial del país. La utilización de esta práctica provoca que quede colocada mezcla sin compactar de forma adecuada, la cual se enfría rápidamente y a la hora de colocar el resto del espesor del bacheo o sobrecapa, es muy difícil que la capa inicial de mezcla lanzada (la “traba”) logre densificarse e integrarse como parte de la totalidad del espesor. De esta forma, se presenta un estrato inestable entre la capa superficial y la capa de base del pavimento.
- En algunas zonas de conservación vial se han encontrado frentes de obra donde es una práctica común dejar los trabajos de bacheo inconclusos, dejando una irregularidad permanente en la superficie. En ciertos casos, estos bacheos son completados en días siguientes, sin embargo, al ser espesores menores a tres veces el tamaño máximo nominal, no solo se incumple las especificaciones técnicas aplicables, si no que es posible que ese espesor no logre ser densificado adecuadamente y se corra el riesgo de triturar el material con la compactadora utilizada.
- Se observaron prácticas constructivas no adecuadas en cuanto a las juntas de construcción y preparación de paredes en el bacheo. Las juntas construidas

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 62 de 66
----------------	-------------	-----------------



inadecuadamente originan deterioros prematuros por deficiente compactación y permiten la filtración del agua superficial dado que existe el riesgo de una inefectiva adherencia entre capas, comprometiendo así la inversión realizada.

- Se evidenció que la práctica de no recoger los escombros de mezcla asfáltica luego de realizar intervenciones en las vías, se presenta en la mayoría de las zonas visitadas. Esto sucede a pesar de que se trata de una actividad contemplada en los ítems de pago y que debe realizarse. La no recolección de escombros implica además de problemas de limpieza y estética, problemas de seguridad vial al convertirse estos montículos en obstáculos que pueden ser impactados por los vehículos. Además, en el caso de que el escombros se distribuya en la superficie del espaldón, este se convierte en una superficie insegura para el frenado de vehículos, al quedar como material suelto. Por otro lado, se debe tomar en cuenta que los escombros producto del perfilado o el bacheo de la carpeta asfáltica son un activo de la Administración y pueden ser reutilizados, por lo que no recogerlo podría implicar pérdidas para la misma Administración.
- El Equipo Auditor observó material granular dentro de un encofrado, luego de haber colado parte de la estructura. Justamente en el momento de reanudar la colada, el concreto se vertió encima del material granular ajeno al concreto, lo que afecta su calidad y en consecuencia el desempeño de la estructura, que consiste en un cabezal de un paso de alcantarillas.
- Existen debilidades en la planificación de los frentes de obra ya que se evidenciaron áreas de la capa asfáltica existente con cortes que pasan períodos indefinidos sin ser removidas y reparadas. Las fisuras hechas en el pavimento promueven deterioros debido a la infiltración del agua.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 63 de 66
----------------	-------------	-----------------



4 RECOMENDACIONES

- Es importante que la Administración implemente un mecanismo de corrección de hallazgos que se han encontrado a través de los años en las labores de conservación vial. De esta forma, aunque exista rotación del personal a cargo de las diferentes zonas de conservación vial, se podrían atender las recomendaciones giradas en informes pasados, con el objetivo de erradicar prácticas que podrían afectar la calidad de las obras y poner en riesgo la inversión realizada.
- Además de recomendar no utilizar la denominada “traba”, se recomienda que los baches o sobrecapas de mezcla asfáltica no se construyan en capas inferiores a 4 cm de espesor para mezclas de tamaño nominal máximo de 12,5 mm, o menores a 6 cm para mezclas de tamaño nominal máximo de 19 mm.
- Se debe velar porque se realice una planificación adecuada por parte del contratista, de las cantidades de mezcla requeridas para los frentes de trabajo programados día a día para evitar que queden trabajos inconclusos al final de la jornada laboral.
- Se recomienda asegurar la construcción de paredes verticales en los cortes realizados para bacheo de manera que no queden juntas mal compactadas que pongan en riesgo la durabilidad de las obras.
- Se debe velar por que los materiales utilizados para la construcción de obras, tales como el concreto hidráulico, concreto asfáltico, emulsiones, entre otros, no sean contaminados o alterados para que éstos no pierdan sus características y cumplan la función para la que fueron diseñados.
- No realizar cortes en la superficie de pavimentos que no serán intervenidos en la jornada de trabajo o en los próximos días. De esta manera evitar el riesgo de que quede alterada la superficie existente por un tiempo considerable, por ejemplo por la movilización del frente de obra de manera imprevisible o por paralización de las obras por algún motivo externo.

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	Página 64 de 66
----------------	-------------	-----------------



- Realizar un análisis de los costos que pueden generar las diferentes intervenciones posibles en los pavimentos, de manera que se logre obtener obras durables, con condiciones mejoradas, al menor costo posible.
- Facilitar al personal de CONAVI a cargo de las labores de inspección, el equipo básico para cumplir con sus funciones.
- Atender los huecos profundos de forma prioritaria, dado la peligrosidad que significan para los usuarios.
- Revisar tramos existentes con exudación con el fin de que se tomen las medidas correctivas y preventivas que eviten accidentes por la lisura de la superficie. Además, se recomienda verificar el diseño de mezcla, así como los resultados de calidad de tales mezclas utilizadas, para verificar sus características y darle un seguimiento continuo a su desempeño en los sitios colocados.
- Asegurar el cumplimiento contractual mediante los órganos de inspección en cuanto a la recolección y correcta disposición de escombros en los frentes de obra.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Equipo Auditor

Ing. Mauricio Salas Chaves.
Auditor Técnico, LanammeUCR

Ing. Sandra Solórzano Murillo.
Auditora Técnica, LanammeUCR

Ing. José David Rodríguez Morera.
Auditor Técnico, 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

LM-AT-056-2012

Mayo, 2012



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



ANEXO

LM-AT-056-2012	Junio, 2012	~
----------------	-------------	---

Estado de su Trámite



Estimado/a usuario/a:

Usted puede consultar el estado de su trámite ante Contraloría ingresando a nuestro Sitio Web: www.cgr.go.cr, en el vínculo:

"Estado de su trámite"

Digite el número que se le asignó al presentar su gestión y podrá conocer en detalle el estado de la misma.

Gracias por su atención!

4385

RECIBIR

Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
 DESPACHO DE LA VICEMINISTRA
 INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES

* 13 MAR. 2012 *

RECIBIDO Luz M^a Chaves

Nombre: _____
 Firma: *[Signature]* Hora: _____

06 de marzo de 2012
LM-IC-D-0248-2012

4385
13 MAR -8 A 11:23

David
9MAR'12 9:33
CONSERVACION VIAL

CONAVI SECRE ACTAS
Roquel
9MAR2012AM9:26

Ingeniero
José Antonio Araya Álvarez
Gerente a.i. de Conservación de Vías y Puentes
Consejo Nacional de Vialidad

Ref. Uso de "traba" en proyectos de conservación vial.

Estimado Ingeniero:

Con fundamento en las disposiciones que determina el inciso g) del artículo 6 de la Ley 8114 y su reforma mediante la ley 8603, referente a la materia de asesoría técnica que le compete al LanammeUCR, nos permitimos manifestarle lo siguiente.

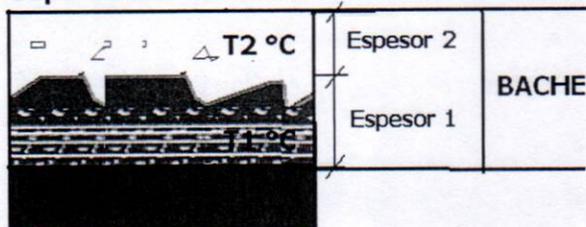
En visitas diferentes visitas realizadas a los frentes de obra de Conservación Vial de las Zonas de Conservación Vial correspondientes a la Licitación Pública N°2009LN-000003-CV, hemos evidenciado un uso generalizado de la práctica de "colocación de traba" en la actividad de bacheo. Esta actividad consiste en extender una capa delgada de mezcla asfáltica en el área a bachear o donde se colocará una sobrecapa, una vez que se ha aplicado el riego de liga.

En Costa Rica, esta denominada "traba", también es conocida en los sitios de obra como "tack coat"; sin embargo, se debe aclarar que este término es mal empleado, ya que "tack coat" se refiere internacionalmente al riego de liga, únicamente sin mezcla asfáltica y precisamente, se utiliza para que se adhiera la nueva capa o bache con la base o capa subyacente.

Resulta importante mencionar que, según las buenas prácticas de colocación de mezcla asfáltica, este hábito es inadecuado porque la primera capa delgada de mezcla asfáltica que se aplica conocida en los frentes de obra de nuestro país como "traba" o "Tackcoteo", será imposible de compactar eficientemente debido a su espesor y a la rapidez con que se enfría la mezcla, especialmente en áreas extensas. Al no compactarse adecuadamente, se convierte en un plano de falla entre la mezcla que se coloca encima (Espesor 2) y la capa inferior (la base) como se puede apreciar en la Ilustración 1, lo que pone en riesgo la durabilidad de la intervención realizada. Aunado a esto, el porcentaje de vacíos producto de la inapropiada compactación podría incidir en una prematura aparición de deterioros, haciendo incurrir a la Administración en procesos onerosos e inefectivos en el mantenimiento de la Red Vial Nacional.

9MAR 12 AM 9:20
DIREC. EJECUTIVA
Noily Azofeifa Ch.

Superficie de rodadura



Espesor 1 y Espesor 2: variables, menores a 4 cm

$T1^{\circ}\text{C} < T2^{\circ}\text{C}$

Ilustración 1. Ilustración de la estructura del pavimento intervenida.

Fuente: LanammeUCR

La siguiente ilustración corresponde a una fotografía térmica, en ella se presenta un ejemplo de la distribución de temperaturas sobre una superficie de un bache donde se coloca mezcla asfáltica caliente:

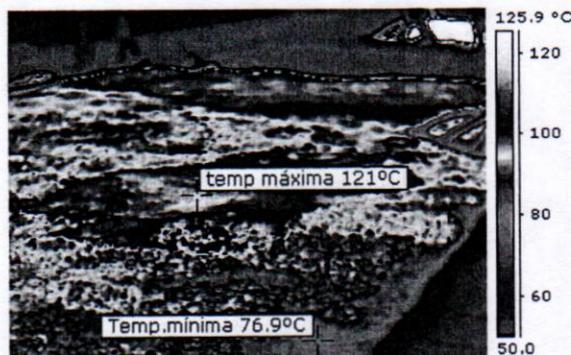


Ilustración 2. Representación de una fotografía térmica de una superficie de mezcla asfáltica en caliente.

Fuente: Informe LM-PI-PV-AT-60F-06, LanammeUCR

Se debe tomar en cuenta que al realizar bacheo, la manipulación de la mezcla debe ser mínima para evitar tanto la segregación térmica (Ilustración 2) como la de los diferentes tamaños del agregado que la componen. Se debe indicar que el Equipo Auditor observó que el *Espesor 1 (traba)* es colocado mediante el lanzamiento de la mezcla con pala.

Esta Auditoría evidenció temperaturas de mezcla de 60°C realizadas por el inspector de sitio, ($T1^{\circ}\text{C}$ en *Espesor 1*) luego de 4 a 5 minutos de haber sido lanzada en la superficie, lo que implica una temperatura suficientemente baja como para no lograr uniformizar una sola capa de mezcla asfáltica adecuadamente compactada.

Además de todo lo anterior, muchas veces los espesores de los baches son menores a 4 cm ó 5 cm, por lo que la capa de "traba" afecta en mayor grado el desempeño de la mezcla colocada. Típicamente se recomienda, para lograr una densificación adecuada, compactar espesores mayores a tres veces el tamaño máximo nominal del agregado que conforma la mezcla asfáltica con un compactador adecuado. Así por ejemplo, si se utiliza una mezcla con tamaño nominal máximo de 12,5 mm, el espesor mínimo recomendado debería ser de 4 cm para que la mezcla se acomode adecuadamente y logre una buena compactación. De esta forma se evita correr el riesgo incluso, de triturar el agregado.



En este sentido, además de recomendar no utilizar la "traba", recomendamos que los baches o sobrecapas no se construyan en capas que sean inferiores a 4 cm de espesor para mezclas de tamaño nominal máximo de 12,5 mm, o menores a 6 cm para mezclas de tamaño nominal máximo de 19 mm. Lo anterior debido que, hemos observado en algunos casos la construcción de baches con espesores de hasta 5 cm que se contruyen en capas de hasta 2 cm por falta de mezcla al momento de la colocación o por el uso de mezcla de prenivelación en bacheos con espesores variables. Además estas capas se compactan, y en algunos casos se completa el espesor en los días siguientes, en otros, no se completa dejando irregularidades en la superficie. (Ver fotografías de 7 a 11).

La colocación de "traba" no es en sí una actividad aceptada y practicada a nivel internacional en el mantenimiento de carreteras, de hecho solo es realizada en Costa Rica. A pesar de esto, se ha determinado que consiste en una actividad recurrente en el país puesto que el LanammeUCR ha emitido los siguientes documentos al respecto de este tema:

Fecha	Actividad	Detalle
1998	Manual de procedimientos de bacheo con mezcla asfáltica en caliente.	Elaborado por Ingenieros de LanammeUCR en cooperación con el Instituto Nacional de Aprendizaje y Fundevi.
1998	Manual de Control de Calidad para las operaciones de producción y colocación de mezcla asfáltica para bacheo	Elaborado por Ingenieros de LanammeUCR en cooperación con el Instituto Nacional de Aprendizaje y Fundevi.
7-8/ 07/2003	Taller de Técnicas de mantenimiento vial.	Taller impartido por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.
27/09/ 2006	Informe LM-PI-PV-AT-60F-06	Evaluación de Prácticas Constructivas de Conservación Vial.
2007-Actualidad	Módulos de formación de inspectores de obra vial en LanammeUCR.	Un esfuerzo de LanammeUCR por formar inspectores en el conocimiento de técnicas de mantenimiento vial.
08/04/ 2008	Informe LM-AT-22F-08	Informe de Auditoría Técnica Externa Evaluación de Prácticas Constructivas de Conservación Vial de la Licitación Pública LP-01-05.
03/04/2009	Informe LM-AT-134-09	Proyectos de Conservación Vial Zona 5-2. Evaluación de prácticas constructivas
05/03/2009	Informe LM-AT-050-09	Cumplimiento del Cartel de Licitación LP-01-05 en la ejecución de Trabajos de Conservación Vial que se realizan en el periodo analizado.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

Es conocido que el objeto de la denominada "traba" es, según los inspectores y encargados, que al entrar la vagoneta en el sitio de obra, ésta no deteriore el área con riego de liga. Sin embargo, como mencionamos, esta práctica es perjudicial. Además, en la mayoría de los casos no es necesario que la vagoneta invada este sitio y cuando esto sea necesario, podría ser suficiente una adecuada limpieza del área del bache antes de la aplicación del riego de liga y un posterior lapso de tiempo suficiente para que la emulsión rompa.

Se recomienda por lo tanto tomar las medidas correctivas pertinentes e implementar un mecanismo de seguimiento para corregir la práctica de construcción inadecuada conocida como "traba" o "tackcoteo" utilizada durante la última década.

No omitimos manifestar que, estaremos en la mejor disposición de comentar cualquier consulta o aclaración que al respecto estime oportuno.

Atentamente,

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc
Director LanammeUCR



Cc. Lic. Rocío Aguilar Montoya, Contralora General de la República.
Lic. Allan Ugalde, Gerente de Infraestructura, Contraloría General de la República.
Consejo de Administración de CONAVI.
Ing. María Lorena López Rosales, Vice Ministra de Infraestructura y Concesiones, MOPT.
Ing. Carlos Acosta Monge, Director Ejecutivo, Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
Ing. Jose Antonio Araya, Gerente de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.
Ing. Rodrigo Ulloa Meléndez, Sub Gerente de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.
Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph D. Coord. General PITRA-LanammeUCR
Ing. Jenny Chaverri Jiménez, Coord. UAT PITRA- LanammeUCR
Archivo UAT
JCHJ/ms/jdr/ssm

Anexo Fotográfico

Utilización de "Traba"

Zona	Fecha	Descripción
<p>1-1 Radial Desamparados Frente a entrada a Parque de la Paz.</p>	 <p>Fotografía 1. 09/02/2012</p>	<p>Aplicación de "traba" para introducir la vagoneta con mezcla asfáltica dentro de la zona a bachear.</p>
<p>1-1 Radial Desamparados Frente a entrada a Parque de la Paz.</p>	 <p>Fotografía 2. 09/02/2012</p>	<p>Colocación de mezcla asfáltica, luego de colocada "la traba".</p>
<p>4-3 Ruta N°2 Venecia Zona Sur</p>	 <p>Fotografía 3. 26/01/2012</p>	<p>Colocación de traba en bache.</p>
<p>4-3 Ruta N°2 Venecia Zona Sur</p>	 <p>Fotografía 4. 26/01/2012</p>	<p>Segregación de la mezcla asfáltica a causa de colocación de <i>traba</i> con pala y rastrillo en el área a rellenar.</p>

Zona	Fecha	Descripción
2-2 Ruta N°1 Contiguo a Río Lagarto	 Fotografía 5. 01/02/2012	Introducción de la vagoneta sobre la mezcla extendida como <i>traba</i> . Bache extenso y de espesor variable.
2-2 Ruta N°1 Contiguo a Río Lagarto	 Fotografía 6. 01/02/2012	Descenso de la mezcla de <i>traba</i> hasta 62,7°C.

Baches inconclusos y construidos por capas delgadas.

Zona	Fecha	Descripción
5-2 Ruta 32 Frente a Rancho Pantera	 Fotografía 7. 23/01/2012	Espesor faltante de 2 cm a rellenar por bacheo inconcluso. Este espesor es imposible de compactar y puede provocarse trituración del agregado o segregación de la mezcla.

Zona	Fecha	Descripción
5-2 Ruta 32 400m luego del puente del Río Pacuare	 Fotografía 8. 23/01/2012	Bacheo con insuficiente mezcla para rellenar hasta la superficie. Además, se pueden notar deformaciones importantes.
3-1 Ruta N°1 Frente a Rest. Monteverde, Guacimal, Puntarenas.	 Fotografía 9. 22/02/2012	Bache inconcluso por falta de mezcla al término de la jornada. Se puede notar la falta de compactación en una franja del bache. La compactadora se retiró del sitio, en presencia del equipo auditor, antes de terminar la compactación de toda la superficie del bache. Según el inspector, en este bache se utilizó traba, y es común esta práctica en esta zona.
3-1 Ruta N°1 Frente a Rest. Monteverde, Guacimal, Puntarenas.	 Fotografía 10. 22/02/2012	Bache inconcluso. Se puede notar que al término de la jornada falta aproximadamente 1cm, que según el inspector, se completaría al día siguiente.
3-2 Ruta N°34 La Palma Diagonal a la Plaza	 Fotografía 11. 23/02/2012	Bache inconcluso colocado el 01/02/2012. Nótese que la visita fue realizada 22 días después de colocada la mezcla asfáltica.