



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe: LM-AT-079-19

ANÁLISIS DEL CASO Y RESUMEN DE LOS CRITERIOS EMITIDOS POR EL LANAMMEUCR SOBRE LA INTERVENCIÓN REALIZADA EN LA CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO (LOSAS DE CONCRETO)



Preparado por:
**Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR**

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

San José, Costa Rica
Diciembre, 2019



Información Técnica del documento

1. Informe Informe de Auditoría Técnica: LM-AT-079-19	2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Análisis del caso y resumen de los criterios emitidos por el LanammeUCR sobre la intervención realizada en la carretera Florencio del Castillo (losas de concreto)	4. Fecha del Informe Diciembre, 2019
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
8. Notas complementarias --**--	
9. Resumen Este informe de Auditoría Técnica constituye un resumen de los criterios emitidos por el LanammeUCR sobre los trabajos de rehabilitación que iniciaron en el mes de febrero de 2019 sobre la autopista Florencio del Castillo, específicamente en las secciones de control 30110 (Paso superior entrada a San Rafael – Lte. Cantonal La Unión/Cartago), 30730 (Lte. Cantonal La Unión/Cartago - Taras) y 30740 (Taras – Lte. Cantonal La Unión/Cartago). Dichos trabajos consistían en una mejora de la condición de estas secciones de control la Ruta Nacional 2 que contaban con losas de concreto, con un avanzado estado de deterioro que afectaba las condiciones de ruedo de los usuarios que transitaban sobre esta vía. En cuanto al contenido del informe se señalan los siguientes aspectos, como hallazgos de auditoría técnica. <ol style="list-style-type: none"> 1. Se evidenciaron prácticas constructivas inadecuadas durante la ejecución de estos trabajos de rehabilitación, tales como colocación de mezcla asfáltica sobre una subbase desnivelada y visiblemente contaminada, aplicación de riego de imprimación sobre el material de subbase sin barrer, daños a las paredes del espadón de la carretera y carriles adyacentes, donde incluso ya se había colocado mezcla asfáltica durante proceso de demolición de losas, colocación de mezcla asfáltica suelta, como “capa de prenivelación” o “traba” a temperaturas de hasta 75 °C (La mezcla asfáltica no se debe colocar a menos de 125 °C y la compactación se debe completar antes de que la mezcla asfáltica alcance los 85 °C). 2. Se evidenció que las obras iniciaron sin un diseño aprobado, lo cual pone en riesgo la eficiente inversión de los recursos públicos. 3. Se evidenció la aprobación de un sobrediseño, para la atención de dicha rehabilitación. 4. Se determinó que, en algunos tramos, los espesores de mezcla asfáltica colocados superan los espesores aprobados por la Administración. 5. Se determinó que los trabajos de rehabilitación iniciaron sin la realización de ensayos por parte del correspondiente laboratorio de verificación de la calidad. 6. Finalmente, se hace referencia a la gestión reactiva que impulsó la ejecución de este proyecto, de modo que, se llevó a cabo un uso ineficiente de los fondos públicos. 	
10. Palabras clave Conservación vial – Diseño de pavimentos – Prácticas constructivas – Losas – Florencio del Castillo, Auditoría	11. Nivel de seguridad: Ninguno
12. Núm. de páginas 112	



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

LM-AT-079-19: “Análisis del caso y resumen de los criterios emitidos por el LanammeUCR sobre la intervención realizada en la carretera Florencio del Castillo (losas de concreto)”.

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

Director del LanammeUCR:

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Auditor Técnico Líder: Ing. Luis Diego Herra Gómez
Auditores Adjuntos: Ing. Mauricio Salas Chaves
Ing. Sergio Guerrero Aguilera
Ing. José David Rodríguez Morera

Asesor Legal:

Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

El alcance de este informe de auditoría técnica comprende la realización de visitas técnicas a las secciones de control 30110, 30730 y 30740, durante el proceso de rehabilitación que se llevó a cabo para mejorar la condición de la estructura del pavimento en este tramo de la Ruta Nacional 2. Lo anterior, con el propósito de evaluar el proceso constructivo y señalar de manera oportuna, mediante la emisión de notas informes, aspectos que puedan ser mejorados y que deban ser considerados por la Administración.

Por otra parte, se realizó un análisis del diseño final aprobado por la Administración y elaborado por la empresa contratista, con el propósito de determinar la idoneidad del diseño de la estructura del pavimento.

Además, se llevó a cabo la extracción de núcleos y la medición de espesores con el GPR (*Ground Penetrating Radar*), con el fin de determinar si los espesores de mezcla asfáltica colocada, concuerdan con el diseño final aprobado.

Se llevó a cabo una revisión de los ensayos de laboratorio realizados por el laboratorio de verificación, para determinar si se contó con un adecuado control de la calidad desde el inicio de las labores de rehabilitación.

Por último, se analizó la gestión relacionada con el desarrollo de este proyecto.



TABLA DE CONTENIDOS

1. FUNDAMENTACIÓN.....	9
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	9
3. OBJETIVOS DEL INFORME.....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. ALCANCE DEL INFORME.....	10
5. ANTECEDENTES	11
6. METODOLOGÍA.....	15
7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA.....	15
8. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	16
9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR	17
10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	18
10.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	18
HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON PRÁCTICAS CONTRUCTIVAS INADECUADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE ESTA REHABILITACIÓN.....	18
HALLAZGO 2: LAS OBRAS INICIARON SIN UN DISEÑO FORMAL APROBADO POR EL CONAVI.....	28
HALLAZGO 3: SE EVIDENCIÓ LA APROBACIÓN DE UN SOBREDISEÑO PARA LA ATENCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO.....	31
HALLAZGO 4: SE DETERMINÓ QUE, EN ALGUNOS TRAMOS, LOS ESPESORES DE MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADOS SUPERAN LOS ESPESORES APROBADOS POR LA ADMINISTRACIÓN, SITUACIÓN QUE GENERA SOBRECOSTOS AL PROYECTO....	37
HALLAZGO 5: LAS IMPRECISIONES EN EL RECUENTO INICIAL DE NECESIDADES DEL PROYECTO INCIDIERON SIGNIFICATIVAMENTE EN LOS COSTOS.....	43
HALLAZGO 6: AL INICIO DEL PROYECTO NO SE CONTÓ CON ENSAYOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD.....	50
HALLAZGO 7: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN EN EL PROYECTO DE ATENCIÓN A LAS LOSAS DE CONCRETO DE LA RUTA NACIONAL 2 CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO	52
11. CONCLUSIONES	59
12. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS	63
13. ANEXOS.....	65

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 4 de 112
----------------------	--	-----------------



13.1. ANEXO 1. OFICIO OFI-CC-INT-02-2019CV “ANÁLISIS COMPLEMENTARIO DE LA INTERVENCIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO, RUTA NACIONAL #2, OCHOMOGO.” 65

13.2. ANEXO 2. MEMORIA DE CÁLCULO DE DISEÑO REALIZADO POR EL EQUIPO AUDITOR 76

13.3. ANEXO 3. ESQUEMA DE LOSAS A INTERVENIR PRESENTADO POR LA EMPRESA HERNÁN SOLÍS. 81

13.4. ANEXO 4. OFICIO DRC-41-2019-1784 (DESCARGO) 91

13.5. ANEXO 4. ANÁLISIS DEL OFICIO DRC-41-2019-1784 (DESCARGO) 105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LÍNEA DEL TIEMPO DEL PROCESO DE AUDITORÍA TÉCNICA..... 14

FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO 16

FIGURA 3. ESPESOR DE 29 CM POR RELLENAR CON MEZCLA ASFÁLTICA EN EL CARRIL EXTERNO EN TRAMO INTERVENIDO. SE OBSERVA EL ESPESOR YA COLOCADO EN EL CARRIL INTERNO DE APROXIMADAMENTE 17 CM. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 19

FIGURA 4. ALGUNAS LOSAS NO SE SUSTITUYERON. ESTACIONAMIENTO 0+800 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 19

FIGURA 5. ALGUNAS DE LAS LOSAS QUE SE CONSERVARON EN EL SITIO PRESENTABAN AGRIETAMIENTOS. ESTACIONAMIENTO 0+800 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 20

FIGURA 6. EL MATERIAL DE SUBBASE EXISTENTE SE OBSERVA SEGREGADO, SUELTO Y NO SE CONFORMA. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 21

FIGURA 7. EL LABORATORIO DE AUTOCONTROL DEL CONTRATISTA REALIZA MEDICIONES DE COMPACTACIÓN, SIN EMBARGO, SIEMPRE SE NOTA EL MATERIAL SUELTO Y SEGREGADO. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR..... 21

FIGURA 8. SE OBSERVÓ QUE DEBAJO DE LA CAPA COLOCADA EN EL CARRIL CONTIGUO INTERNO, EL MATERIAL DE SUBBASE SE ENCUENTRA SUELTO. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR..... 22

FIGURA 9. DETERIORO DE LA CAPA ASFÁLTICA COLOCADA DÍAS ANTES EN EL CARRIL CONTIGUO. NO SE REALIZA CORTE PARA CONSTRUIR JUNTA LONGITUDINAL Y PERPENDICULAR ADECUADA ANTES DE COLOCAR LA CAPA ASFÁLTICA DEL LADO.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 5 de 112
----------------------	--	-----------------



ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR..... 23

FIGURA 10. NÓTESE LA SEPARACIÓN ENTRE CAPAS ASFÁLTICAS COLOCADAS DÍAS ANTES EN EL CARRIL CONTIGUO INTERNO. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR..... 23

FIGURA 11. SE OBSERVARON DETERIOROS IMPORTANTES EN LOS BORDES DE LAS LOSAS QUE QUEDARON EN SITIO. NO SE PREPARAN LAS JUNTAS TRANSVERSALES DONDE LIMITA CON EL BACHE CONSTRUIDO. ESTACIONAMIENTO 0+800 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 24

FIGURA 12. LA CONDICIÓN PÉSIMA DEL ESPALDÓN NO GARANTIZA UNA BUENA JUNTA LONGITUDINAL CREANDO BORDES IRREGULARES. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 24

FIGURA 13. RIEGO DE EMULSIÓN APLICADO SOBRE EL MATERIAL DE SUBBASE, APROXIMADAMENTE DE 1LT/M², SEGÚN EL INSPECTOR A CARGO. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR... 25

FIGURA 14. COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA SUELTA COMO “TRABA”. LA MEZCLA SE ENFRIABA ACELERADAMENTE Y NO SE APLICÓ COMPACTACIÓN. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR... 26

FIGURA 15. COLOCACIÓN DE LA PRIMERA CAPA CON PAVIMENTADORA SOBRE LA CAPA DE MEZCLA ASFÁLTICA SUELTA (“TRABA”). ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR..... 27

FIGURA 16. ESPESOR DE CAPA DE 30CM COLOCADO EN EL CARRIL EXTERNO. ESTACIONAMIENTO 0+500 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 8 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR..... 27

FIGURA 17. DESNIVEL PROVOCADO POR SOBRECAPA..... 28

FIGURA 18. ESQUEMA CONSTRUCTIVO INICIAL DE LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO. FUENTE: OFICIO OFI-CC-INT-02-2019 DE LA EMPRESA HERNÁN SOLÍS..... 29

FIGURA 19. ESTRUCTURA CONSIDERADA PARA LA MAYORÍA DE LAS LOSAS EN EL TRAMO 1. 30

FIGURA 20. DISEÑO APROBADO, CASO 1: LA LOSA ESTÁ EN BUEN ESTADO Y SOLO SE COLOCA SOBRECAPA ASFÁLTICA. 32



FIGURA 21. DISEÑO APROBADO, CASO 2: LA LOSA PRESENTA UN DETERIORO SUPERIOR AL 70% Y SE COLOCA UN BACHEO DE MEZCLA ASFÁLTICA PREVIO A LA COLOCACIÓN DE UNA SOBRECAPA ASFÁLTICA. 32

FIGURA 22. COLOCACIÓN DE SOBRECAPA ASFÁLTICA SOBRE TRAMO CON SECCIONES DONDE SE SUSTITUYERON LOSAS POR MEZCLA ASFÁLTICA Y EN OTROS NO. UBICACIÓN: SOBRE LA RUTA NACIONAL 2, KM 17+110, SC 30110, LTE. CANTONAL LA UNIÓN / CARTAGO (Q. QUIRAZÚ) – TARAS (RN 236). FECHA: 20 DE JUNIO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 34

FIGURA 23. PROMEDIO DE ESPESORES DE MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS. 39

FIGURA 24. PROMEDIO DE ESPESORES DE MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN EL DISEÑO APROBADO. 39

FIGURA 25. ESPESORES EN EL CARRIL INTERNO DEL TRAMO 1..... 40

FIGURA 26. ESPESORES EN EL CARRIL INTERNO DEL TRAMO 2..... 41

FIGURA 27. ESPESORES EN EL CARRIL INTERNO DEL TRAMO 3..... 42

FIGURA 28. EL MATERIAL DE SUBBASE EXISTENTE SE OBSERVA SEGREGADO, SUELTO Y NO SE CONFORMA. ESTACIONAMIENTO 0+700 DEL PASO A DESNIVEL. FECHA: 13 DE MARZO 2019. FUENTE LANAMMEUCR 51

FIGURA 29. CÍRCULO VICIOSO DE LA GESTIÓN REACTIVA. 54

FIGURA 30. INCLUSIÓN EN EL POI DE LA INTERVENCIÓN EN LAS LOSAS DE CONCRETO DE LA CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO COMO OBRA NUEVA. FUENTE: OFICIO DRC-46-2019-05-15. 55

FIGURA 31. TRABAJO COLOCACIÓN DE SOBRECAPA INFORME MENSUAL LÍNEA 3, AGOSTO DE 2019. FUENTE: CACISA. 2019 57

FIGURA 32. RESUMEN DE COMUNICADOS EMITIDOS POR LA ADMINISTRACIÓN SOBRE LA VARIACIÓN EN EL COSTO DE LA INTERVENCIÓN EN LA RUTA 2, CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO. FUENTE: COMUNICADOS OFICIALES DEL MOPT..... 58

FIGURA 33. UBICACIÓN DEL TRAMO 3. OFICIO 241.2018 DISEÑO DE LOSAS OCHOMOGO RUTA 2..... 109



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PAVIMENTO DEL TRAMO 1: REPUESTOS MIAMI-SERVICENTRO CRISTO REY.....	35
TABLA 2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO TRAMO 2 PUESTO PESAJE-RAMPA DE DESCENSO.....	35
TABLA 3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO TRAMO 3 TARAS-TANQUES DE EMULSIÓN RECOPE.....	35
TABLA 4. REGISTRO DE ESPESORES DE MAC SEGÚN LOS INFORMES I-1619-19 Y I-1843-19.....	38
TABLA 5. RESUMEN DE LOS ESPESORES PROMEDIO OBTENIDOS MEDIANTE GPR.....	43
TABLA 6. DESGLOSE DEL COSTO REAL DEL TRAMO 1.....	44
TABLA 7. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE LOSAS SUSTITUIDAS EN EL TRAMO 1.....	44
TABLA 8. COSTO HIPOTÉTICO DEL PROYECTO SI EN CAMPO SE HUBIESE REMOVIDO EL PORCENTAJE DE LOSAS QUE LA EMPRESA CONTRATISTA INDICÓ QUE ERA NECESARIO REMOVER (15,38 %).	47
TABLA 9. DESGLOSE DEL COSTO REAL DEL TRAMO 2.....	47
TABLA 10. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE LOSAS SUSTITUIDAS EN EL TRAMO 2.....	47
TABLA 11. COSTO HIPOTÉTICO DEL PROYECTO SI EN CAMPO SE HUBIESE REMOVIDO EL PORCENTAJE DE LOSAS QUE LA EMPRESA CONTRATISTA INDICÓ QUE ERA NECESARIO REMOVER (24,17 %).	48
TABLA 12. DESGLOSE DEL COSTO REAL DEL TRAMO 3.....	48
TABLA 13. ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE LOSAS SUSTITUIDAS EN EL TRAMO 3.....	49
TABLA 14. COSTO HIPOTÉTICO DEL PROYECTO SI EN CAMPO SE HUBIESE REMOVIDO EL PORCENTAJE DE LOSAS QUE LA EMPRESA CONTRATISTA INDICÓ QUE ERA NECESARIO REMOVER (21,7 %).	49
TABLA 15. RESUMEN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO.....	50
TABLA 16. COSTOS QUE HA TENIDO EL ÍTEM DE GEOGRILLA EN OTRAS LÍNEAS DE CONSERVACIÓN VIAL.....	110

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 8 de 112
----------------------	--	-----------------



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

LM-AT-079-19: Análisis del caso y resumen de los criterios emitidos por el LanammeUCR sobre la intervención realizada en la carretera Florencio del Castillo (losas de concreto)

1. FUNDAMENTACIÓN

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

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

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

2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

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

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 9 de 112
----------------------	--	-----------------



3. OBJETIVOS DEL INFORME

3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este informe de auditoría técnica es evaluar desde un punto de vista técnico los trabajos de rehabilitación que tuvieron lugar en la autopista Florencio del Castillo, específicamente en las secciones de control 30110, 30730 y 30740.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Señalar de manera oportuna, mediante notas informe, aspectos observados durante las visitas técnicas que puedan ser mejorados y que deban ser considerados por la Administración.
- Determinar si los diseños finales aprobados se apegan al principio de eficiencia en la inversión de los recursos públicos.
- Determinar si el proyecto contó con un adecuado control de calidad, mediante una revisión de la cantidad de ensayos realizados por el laboratorio de verificación.
- Evaluación de la gestión asociada a la ejecución de este proyecto.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe de auditoría técnica comprende la realización de visitas técnicas a las secciones de control 30110, 30730 y 30740, durante el proceso de rehabilitación que se llevó a cabo para mejorar la condición de la estructura del pavimento en este tramo de la Ruta Nacional 2. Lo anterior, con el propósito de evaluar el proceso constructivo y señalar de manera oportuna, mediante la emisión de notas informes, aspectos que puedan ser mejorados y que deban ser considerados por la Administración.

Por otra parte, se realizó un análisis del diseño final aprobado por la Administración y elaborado por la empresa contratista.

Además, se llevó a cabo la extracción de núcleos y la medición de espesores con el GPR (*Ground Penetrating Radar*), con el fin de determinar si los espesores de mezcla asfáltica colocada, concuerdan con el diseño final aprobado.

Se efectuó una revisión de los ensayos de laboratorio realizados por el laboratorio de verificación, para determinar si el proyecto contó con un adecuado control de la calidad.

Por último, se analizó la gestión relacionada con el desarrollo de este proyecto.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 10 de 112
----------------------	--	------------------



5. ANTECEDENTES

A continuación, se hace referencia al oficio DRC-46-2019-0515, donde se explican los antecedentes del proyecto de rehabilitación de las losas de concreto en la Autopista Florencio del Castillo:

Como parte de los antecedentes de esta rehabilitación se tiene que entre los años 2011 y 2013 la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI, llevó a cabo un proyecto de rehabilitación de las losas de concreto de la Autopista Florencio del Castillo, debido al mal estado del pavimento:

“El proyecto de rehabilitación consistía en la sustitución del espesor completo de losa de concreto en conjunto con la subbase que se encontraba en extremo contaminada, y la posterior construcción de un pavimento rígido del tipo “losas cortas” o de “dimensiones pequeñas”, el cual cuenta con un periodo de vida de diseño de 20 años, la construcción de dicho paquete estructural incluía la demolición total de las losas dañadas, y su reutilización mediante la fractura y quebrado para convertirlas en material de subbase. Dentro de las premisas de diseño se respetaba la geometría vigente de la carretera, con lo cual se evitaban problemas de seguridad vial o de manejo de aguas pluviales (drenajes), dado que la variación del nivel de rasante (“recrecidos” del pavimento), podría afectar estas condiciones.”

Oficio: DRC-46-2019-0515 del CONAVI, 2019

La propuesta de rehabilitación fue implementada en aproximadamente 1 km de carretera en el sentido San José – Cartago frente a la estación de pesaje. Además, en su momento, para continuar con los tramos restante se gestionaron fondos adicionales (2.500 millones de colones de presupuesto extraordinario) para atender los restantes 5 km de losas dañadas en el sector de Ochomogo. Sin embargo, mediante oficio DFOE-IFR-0678 de fecha 26 de noviembre de 2013, la Contraloría General de la República (CGR), procedió a improbar dicho presupuesto, instruyendo que debía desarrollarse como proyecto de obra nueva, y no como de conservación vial, tal como lo cita el Oficio: DRC-46-2019-0515 suscrito por el Ing. Pablo Camacho Salazar del CONAVI 2019:

A raíz de la anterior resolución de la CGR, dicho proyecto fue ingresado dentro del Banco de Proyectos de Inversión Pública (BPIP), siendo incluido en el Plan Operativo Institucional (POI) 2016 como parte de los proyectos de Preinversión, a fin de ejecutarse de forma integral como proyecto de obra nueva.

Posteriormente, según se indica en el oficio DRC-46-2019-0515, el 14 de septiembre de 2018, en una reunión de seguimiento a la contratación número 2014LN-000018-0CV00, Línea 1, la empresa constructora Hernán Solís presentó una propuesta para intervenir las losas de concreto de Ochomogo, la cual consistía en la construcción de una Base Estabilizada BE-25 previa demolición y retiro de las losas de concreto existentes, y la posterior colocación de una carpeta asfáltica. **Dicha propuesta fue rechazada por el Administrador Vial CACISA y por**

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 11 de 112
----------------------	--	------------------



los representantes de la Administración, debido a que no reunía las condiciones de geometría, ni de seguridad vial y tampoco de capacidad estructural requeridas. Además, la propuesta también implicaba que debía realizarse una readecuación importante de los sistemas de drenaje pluvial y sistemas de contención, lo que involucraba que la Administración realizara una inversión aún mayor en obras de readecuación.

Más adelante, el 26 de febrero de 2019 inician las obras de rehabilitación analizadas en este informe, bajo un esquema de intervención que no estaba respaldado mediante algún diseño de pavimento aprobado por la Administración y en un momento en el cual los contratos para inspección vial se encontraban suspendidos.

En la Figura 1, se muestra una línea del tiempo del proceso de auditoría técnica llevado a cabo por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, donde posterior al seguimiento del proyecto mediante visitas de campo se ejecutaron ensayos de laboratorio como la extracción de núcleos y mediciones con GPR (*Ground Penetrating Radar*), para determinar si los espesores de mezcla asfáltica colocados eran congruentes con lo indicado en el diseño que se aprobó posterior al inicio de los trabajos de rehabilitación (aproximadamente 4 meses después).

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 12 de 112
----------------------	--	------------------



Línea del tiempo

Rehabilitación losas de concreto Autopista Florencio del Castillo - Ruta Nacional 2



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 13 de 112
----------------------	--	------------------



Figura 1. Línea del tiempo del proceso de auditoría técnica

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 14 de 112
----------------------	--	------------------



6. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad del proyecto. La auditoría técnica que realiza el LanammeUCR no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. Tampoco 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 incluidos en los informes de la Auditoría Técnica.

Estos hallazgos y observaciones pretenden identificar oportunidades de mejoras para el desarrollo de los procesos en la etapa constructiva y/o operativa, mismas que deben ser analizadas, con el propósito de plantear medidas preventivas y correctivas, tanto para los proyectos en estudio como para los futuros, y que éstas sean implementadas por el MOPT-CONAVI.

Para la elaboración de estos hallazgos la metodología llevada a cabo contempló la ejecución de ensayos de laboratorio, la realización de visitas de campo (durante y después del proceso constructivo), la solicitud de información sobre ensayos de calidad y el análisis de estimaciones del proyecto.

7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

Las especificaciones para el control de la calidad en términos de regularidad superficial para proyectos de conservación se indican en el cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00. Además, este define que los trabajos se deben realizar conforme las especificaciones técnicas especiales y las contenidas en los siguientes documentos contractuales:

- Especificaciones Especiales incluidas en el capítulo III.
- Tomo de Disposiciones para Construcción y Conservación Vial.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010).
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).
- Las normas relacionadas con la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras.
- Decreto Ejecutivo No. 31363-Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) del 02 de junio de 2003 (Reglamento de circulación por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga), y sus reformas.
- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras Universidad de Costa Rica.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 15 de 112
----------------------	--	------------------



- Decreto ejecutivo 33148-MOPT, publicado en La Gaceta No.100, de fecha 25 de mayo de 2006, con respecto a la seguridad vial.
- Manual para el desarrollo de Proyectos de Infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las Obras Públicas pertinentes controladas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y por el Estado Costarricense.
- Ley de Tránsito por las Vías Públicas y Terrestres, Ley 9078.

8. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de rehabilitación estudiado en el presente informe se ubica sobre la Ruta Nacional 2, específicamente en las secciones de control 30110 (Paso superior entrada a San Rafael – Lte. Cantonal La Unión/Cartago), 30730 (Lte. Cantonal La Unión/Cartago - Taras) y 30740 (Taras – Lte. Cantonal La Unión/Cartago) (ver Figura 2).

El proyecto tiene una longitud total acumulada de 5,3 km subdividida en 3 tramos como se observa en la Figura 2, a la fecha (septiembre de 2019), tomando en cuenta la información expuesta en SIGEPRO, **se han invertido alrededor de 1.818 millones de colones** (sin considerar reajustes de precio) .

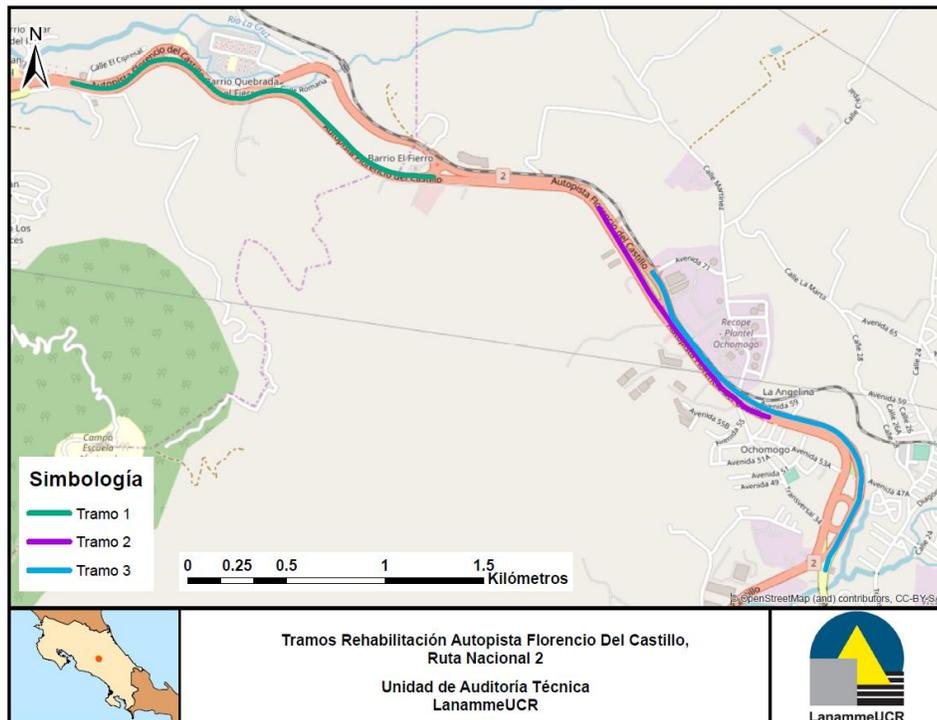


Figura 2. Ubicación del proyecto de rehabilitación de la autopista Florencio del Castillo

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 16 de 112
----------------------	--	------------------



9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-AT-79B-2018 fue remitido a la Administración el día 7 de noviembre de 2019, mediante oficio LM-IC-D-0939-19, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, estableciéndose como fecha límite para la recepción de comentarios por parte de la Administración el 29 de noviembre de 2019.

La presentación del informe se realizó el día 21 de noviembre de 2019 en las instalaciones del LanammeUCR, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe.

En la presentación participaron el Ing. Edgar Meléndez Cerda, la Ing. Hannia Rosales Hernández, el Ing. Esteban Jarquín Vargas y el Ing. Francisco Javier Gómez Vega por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. Además de los ingenieros Joshimar Tejeda Valverde y Manrique Aguilar Oreamuno por parte del departamento de Auditoría Interna de CONAVI y el Ing. Álvaro Mata Leitón de la Dirección Ejecutiva del CONAVI. También formó parte de la reunión el Ing. Randall Picado Gourzong, representante del Administrador Vial, así como los auditores encargados del informe, Ing. Luis Diego Herra Gómez, Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Ing. Mauricio Salas Chaves, Ing. José David Rodríguez Morera y la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc, coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Los comentarios de este informe, fueron recibidos el 3 de diciembre de 2019. Lo anterior, pese a que se había establecido como fecha límite para la recepción del descargo el día 29 de noviembre de 2019.

En cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica y una vez recibidos los comentarios al informe preliminar mediante el oficio DRC-41-2019-1784 se procedieron a analizar para emitir el presente informe LM-AT-079-2019 en su versión final, para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

En el Anexo 4 del informe se adjunta el oficio DRC-41-2019-1784 de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y en el Anexo 5 se adjunta el análisis al descargo realizado por el equipo auditor, donde se hacen las aclaraciones correspondientes.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 17 de 112
----------------------	--	------------------



10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

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

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

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

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

10.1. Hallazgos y observaciones de la Auditoría Técnica

HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS INADECUADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE ESTA REHABILITACIÓN.

Con base en una serie de visitas técnicas realizadas los días 7, 8, 12 y 13 de marzo de 2019 al proyecto de rehabilitación de las losas de concreto en la carretera Florencio del Castillo, se evidenciaron prácticas constructivas inadecuadas que en su momento se comunicaron a la Administración mediante la nota informe número LM-PI-022-2019 (del 22 de marzo de 2019) denominada “Prácticas constructivas inadecuadas en la intervención realizada sobre la Ruta Nacional 2, Sección 30110, San Rafael – Quebrada Quirazú (Losas Ochomogo, Carretera Florencio del Castillo)”. Esta nota no fue contestada por la Administración.

Específicamente, los aspectos constructivos señalados en este hallazgo corresponden al tramo 1, descrito en el apartado “Ubicación del proyecto”. En ese tramo se observó la sustitución de la mayoría de las losas de concreto hidráulico existentes, colocando en su lugar mezcla asfáltica convencional en todo el espesor, en ambos carriles, tarea que se empezó a ejecutar 26 de febrero de 2019.

Según lo observado en sitio, al retirar las losas existentes los espesores presentaban variabilidad, por lo que se observaron espesores desde 26 cm hasta 30 cm que posteriormente fueron rellenados con mezcla asfáltica para alcanzar el nivel de la rasante actual. Según lo indicado por el inspector encargado de la obra, algunas veces se presentaron espesores mayores a 30 cm.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 18 de 112
----------------------	--	------------------



Figura 3. Espesor de 29 cm por rellenar con mezcla asfáltica en el carril externo en tramo intervenido. Se observa el espesor ya colocado en el carril interno de aproximadamente 17 cm. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Sobre esta intervención, se debe mencionar que no es usual en la ingeniería de pavimentos, ni es técnicamente aceptable, sustituir una capa de riego rígida (concreto hidráulico) por mezcla asfáltica y mucho menos combinar pavimentos rígidos con flexibles, tal como sucedió en este caso al conservar en sitio las losas en “mejor condición”. Estas losas conservadas, se encuentran aún en condición agrietada y con bordes severamente deteriorados. En otras palabras, se dejó expuesta una capa que actualmente es de riego, con sitios de concreto (losas existentes) y otras con mezcla asfáltica, cuando son materiales que se comportan diferente y su interacción puede generar deterioros.



Figura 4. Algunas losas no se sustituyeron. Estacionamiento 0+800 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 19 de 112
----------------------	--	------------------



Figura 5. Algunas de las losas que se conservaron en el sitio presentaban agrietamientos. Estacionamiento 0+800 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Una de las principales razones por la que no es técnicamente aceptable la sustitución de losas por mezcla asfáltica, es que la distribución de esfuerzos en un pavimento rígido (con una capa típica de ruedo de concreto hidráulico) y un pavimento flexible (normalmente con capa de ruedo de mezcla asfáltica), ocurre de diferente forma en la superficie, lo que hace que se transmita a la estructura también de forma distinta, por lo que las capas que se colocan en un paquete estructural de uno o de otro pavimento son muy diferentes de acuerdo a lo requerido. Por ejemplo, en el caso de pavimentos rígidos las cargas son distribuidas en toda el área de las losas lo que hace que se transmita a las capas inferiores, en cuenta el suelo, con menor magnitud. En este sentido, un pavimento rígido no requiere de estructuras con capas internas con mayor capacidad de soporte que las que requiere un pavimento flexible.

Conociendo esto, se debe considerar que se colocó mezcla asfáltica sobre una subbase desnivelada y visiblemente contaminada, producto del excesivo período en el que las losas de concreto permanecieron agrietadas permitiendo la entrada de agua y promoviendo la pérdida de finos del material granular de la subbase, razón por la cual el pavimento de concreto presentaba escalonamientos importantes (gradas en las juntas o en las grietas). Se puede prever que la estructura granular, sobre la cual se colocó la mezcla asfáltica, no tiene la capacidad de soporte suficiente para soportar las cargas que pasan por esta vía, y que, por el contrario, es posible que se generen a corto plazo deformaciones importantes de forma progresiva, en la estructura de mezcla asfáltica que se colocada.

Normalmente, cuando se coloca mezcla asfáltica como capas de ruedo, y principalmente si son vías de alto tránsito pesado, se requiere de capas de subbase y de base que tengan una buena capacidad de soporte. Algunas veces se mejora la condición de la base por medio de estabilizaciones del material ya sea con cal, cemento hidráulico o asfalto.



Por otra parte, además de que la subbase existente posiblemente sea un material contaminado, se observó que no se le dio un tratamiento adecuado mínimo para garantizar que quede bien conformada y compactada antes de la colocación de la mezcla asfáltica. De acuerdo a lo observado por el equipo auditor, este material granular existente quedaba considerablemente suelto e irregular. A pesar de que se pasaba un compactador para darle cierta densidad y que se medía el porcentaje de compactación por parte del laboratorio de autocontrol de la empresa contratista, el material se observaba a simple vista segregado y suelto (Figura 6).



Figura 6. El material de subbase existente se observa segregado, suelto y no se conforma. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR



Figura 7. El laboratorio de autocontrol del contratista realiza mediciones de compactación, sin embargo, siempre se nota el material suelto y segregado. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 21 de 112
----------------------	--	------------------



De forma clara se podía observar durante la visita al sitio que debajo de la capa ya colocada unos días antes, en el carril adyacente, en el borde longitudinal se desprendía el material granular de esta subbase, dejando sin capa de soporte en este borde, la capa asfáltica de ruedo utilizada en ese momento (ver Figura 8).



Figura 8. Se observó que debajo de la capa colocada en el carril contiguo interno, el material de subbase se encuentra suelto. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Por otra parte, como consecuencia de la demolición de losas del carril externo, los bordes de la capa asfáltica colocada días antes se observaron severamente afectados por el proceso constructivo (ver Figura 9). De acuerdo con esto, no se observó un tratamiento adecuado durante la demolición de las losas para garantizar la perpendicularidad de las paredes en las juntas longitudinales ni en las transversales que aportara una unión efectiva entre las capas de ambos carriles, promoviendo irregularidades que posteriormente podrían afectar directamente el desempeño de la capa de ruedo final.

Claramente, el cartel de licitación 2014LN-000018-0CV00, menciona la necesidad y el requerimiento de preparar adecuadamente las paredes de los bordes de un bache (aserrado, perpendicularidad, riego) para lograr construir juntas que trabajen eficientemente. En este caso, toma mayor relevancia al ser juntas longitudinales de gran magnitud en su longitud y profundidad. Cabe destacar que la junta longitudinal con el espaldón existente se conservó en un estado pésimo en gran parte del tramo que se estaba interviniendo los días de las visitas técnicas. En el caso de las juntas transversales con algunas losas conservadas in situ, tampoco se les efectúa un tratamiento adecuado (ver Figuras 10, 11 y 12).



Figura 9. Deterioro de la capa asfáltica colocada días antes en el carril contiguo. No se realiza corte para construir junta longitudinal y perpendicular adecuada antes de colocar la capa asfáltica del lado. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR



Figura 10. Nótese la separación entre capas asfálticas colocadas días antes en el carril contiguo interno. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR



Figura 11. Se observaron deterioros importantes en los bordes de las losas que quedaron en sitio. No se preparan las juntas transversales donde limita con el bache construido. Estacionamiento 0+800 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR



Figura 12. La condición pésima del espaldón no garantiza una buena junta longitudinal creando bordes irregulares. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Posterior a la demolición y retiro de escombros, se realizó un riego de imprimación cercano a 1 l/m^2 , dosificación normal si se considera que la subbase existente es un material muy absorbente. Sin embargo, el riego de imprimación se realizó sobre una superficie con material suelto que propicia la pérdida de adherencia entre la subbase existente y la capa asfáltica colocada, lo cual podría incidir en el desempeño y durabilidad de los trabajos (ver Figura 13).

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 24 de 112
----------------------	--	------------------



Una vez realizado el riego de imprimación se inicia la colocación de mezcla asfáltica bajo las condiciones anteriormente mencionadas.



Figura 13. Riego de emulsión aplicado sobre el material de subbase, aproximadamente de $1\text{lt}/\text{m}^2$, según el inspector a cargo. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Llama la atención al equipo auditor de que se coloca una capa inicial de mezcla asfáltica, llamada “traba” con mezcla asfáltica distribuida con cargador y con pala por medio de operarios y que la misma no se compacta, a pesar de que se midieron espesores sueltos de hasta 10 cm. Como es esperable, la mezcla asfáltica al extenderse se va enfriando aceleradamente y se convierte en una capa en la estructura de pavimentos con una inadecuada densificación que podría incidir en el desempeño de las capas superiores y por ende en la durabilidad de los trabajos ejecutados.

El equipo auditor realizó algunas mediciones de temperatura de la mezcla asfáltica colocada y logró evidenciar que la temperatura de mezcla alcanzó magnitudes de hasta $75\text{ }^\circ\text{C}$ en la capa utilizada como traba (La mezcla asfáltica no se debe colocar a menos de $125\text{ }^\circ\text{C}$ y la compactación se debe completar antes de que la mezcla asfáltica alcance los $85\text{ }^\circ\text{C}$), lo que significa se presentó segregación térmica en la colocación de esta capa como se observa en las siguientes fotografías. En algunos casos se podían observar grumos de mezcla que a veces se retiraban, otras veces no (ver Figura 14).



Figura 14. Colocación de mezcla asfáltica suelta como “traba”. La mezcla se enfriaba aceleradamente y no se aplicó compactación. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Sobre esta capa de “traba”, se colocaría el resto del espesor hasta llegar al nivel actual de la capa de rueda (mismo nivel que la capa de rueda de la losa sustituida). Cabe destacar que de acuerdo con lo manifestado por el inspector de CONAVI, el primer día de trabajo el espesor total de la mezcla (aproximadamente 30 cm) fue colocado manualmente en varias capas. Ya para los días de las visitas realizadas por el equipo auditor, se observó que luego de la colocación manual de la “traba”, el resto de las capas de mezcla asfáltica se colocaron con pavimentadora, tal como se requiere si se busca brindar una regularidad superficial deseable para la colocación de áreas extensas a todo el ancho de un carril (ver Figura 15).

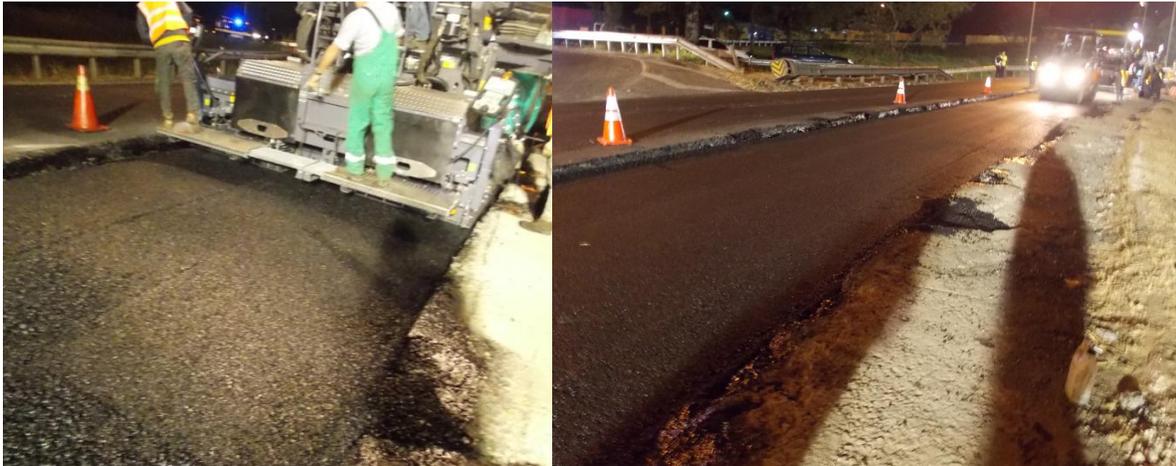


Figura 15. Colocación de la primera capa con pavimentadora sobre la capa de mezcla asfáltica suelta (“traba”). Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR



Figura 16. Espesor de capa de 30cm colocado en el carril externo. Estacionamiento 0+500 del paso a desnivel. Fecha: 8 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Como aspecto adicional, se debe indicar que una capa colocada sobre otra capa que no fue densificada adecuadamente (caso de la subbase existente y la capa de “traba”), podría presentar problemas en su compactación ya que la energía para densificar se disiparía en la capa inferior sin capacidad de soporte, permitiendo que queden mayor cantidad de vacíos en la capa superior, en consecuencia, su desempeño se vería afectado al no poseer las condiciones requeridas. Esta es la importancia de la densificación requerida de cada una de las capas de la estructura de un pavimento. En este sentido, aunque en la capa final de ruedo que se vaya a colocar se logre una compactación suficiente, las capas inferiores no serían una base eficiente para soportar las cargas que vayan a pasar sobre este pavimento.



Por último, el nivel de la superficie de rodadura en este tramo se elevó al menos 14 cm (ver Figura 17 donde incluso se observaron desniveles de hasta 26 cm) del nivel actual de la vía. De acuerdo con esto, se debe considerar que estas diferencias de nivel representan un riesgo de vuelco para el usuario, lo anterior si se toma en cuenta que el departamento de Transporte de Estados Unidos establece una diferencia máxima de nivel de 12 cm como límite crítico para carreteras con velocidades de operación de 48 km/h, siendo que, para autopistas donde se permitan velocidades mayores dicha diferencia máxima de nivel es aún menor (FHWA, 2006).

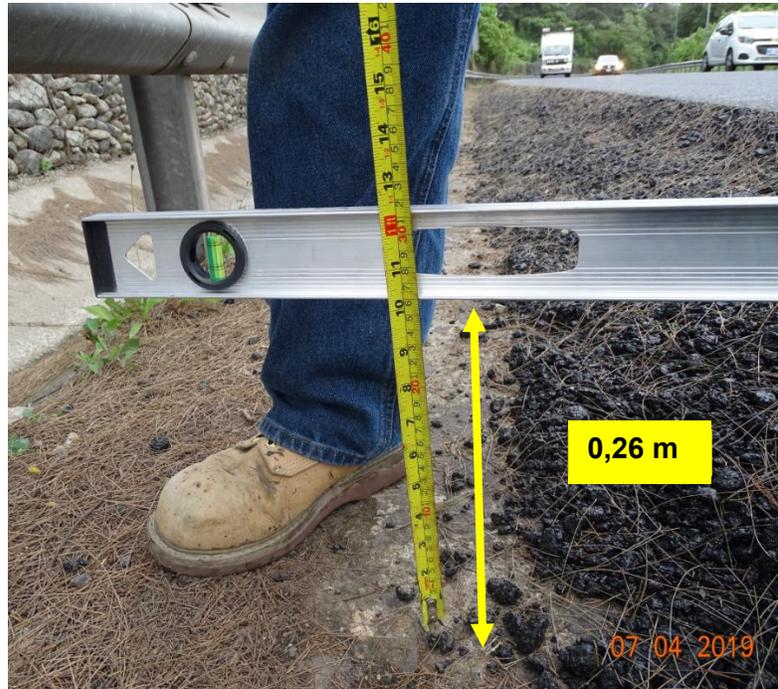


Figura 17. Desnivel provocado por sobrecapa
Ubicación: Desnivel ubicado en el carril externo del tramo 1.

HALLAZGO 2: LAS OBRAS INICIARON SIN UN DISEÑO FORMAL APROBADO POR EL CONAVI.

El presente hallazgo se fundamenta y sintetiza lo señalado previamente por el LanammeUCR en las notas informes número LM-PI-020-2019 (20 de marzo de 2019) y LM-IC-D-0481-19 (1 de julio de 2019) “Sobre el diseño de pavimentos de la rehabilitación de las losas de concreto de la Ruta Nacional 2, Autopista Florencio del Castillo”, las cuales no fueron respondidas por la Administración. Donde se evidencia que esta rehabilitación inició sin contar con la aprobación de un diseño formal de pavimento.

De acuerdo con lo señalado en la nota informe número LM-PI-020-2019 cuyo recibo por parte de la Administración se dio el 21 de marzo de 2019, los trabajos de rehabilitación de esta Ruta Nacional iniciaron bajo el siguiente esquema constructivo, para cada uno de los tramos de la carretera (ver Figura 2 con la ubicación de los tramos):

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 28 de 112
----------------------	--	------------------



Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		
Sobrecapa	Mezcla asfáltica	9 cm	Mezcla asfáltica	6 cm	Mezcla asfáltica	10 cm
	Geomalla	---	Geomalla	---	Geomalla	---
	Capa de prenivelación (mezcla asfáltica)	5 cm	Capa de prenivelación (mezcla asfáltica)	5 cm	Capa de prenivelación (mezcla asfáltica)	5 cm
Estructura existente	Losa de concreto existente (con sus grietas selladas)	36 cm	Losa de concreto existente (con sus grietas selladas)	36 cm	Losa de concreto existente (con sus grietas selladas)	36 cm
	Subbase granular	32 cm	Subbase granular	22 cm	Subbase granular	22 cm
	Subrasante	Infinito	Subrasante	Infinito	Subrasante	Infinito

Figura 18. Esquema constructivo inicial de la rehabilitación de la Autopista Florencio del Castillo. Fuente: Oficio OFI-CC-INT-02-2019 de la empresa Hernán Solís

El dimensionamiento de la estructura de la Figura 18 se basó en el oficio OFI-CC-INT-02-2019 (del 14 de enero de 2019) de la empresa Hernán Solís (ver Anexo 1), el cual señalaba que la intervención de la Figura 18 tendría un periodo de vida útil de 5 años y que como consideración adicional, las losas que presentaran deterioros superiores al 70 % debían ser reemplazadas con losas prefabricadas y colocadas in situ o mediante la colocación de mezcla asfáltica en sustitución del espesor de losa dañada.

Según lo evidenciado por el equipo auditor en las visitas realizadas los días 7, 8, 12 y 13 de marzo de 2019, donde se observó la rehabilitación del tramo 1, prácticamente la totalidad de las losas se estaban sustituyendo con mezcla asfáltica, pues su condición estructural era deficiente, como bien se indicó en el Hallazgo 1, de modo que el esquema señalado en la Figura 18 solo aplicaba para un pequeño porcentaje de las losas (convirtiéndose en la excepción), mientras que el resto de las losas del tramo 1 contaba con la siguiente estructura, según el oficio OFI-CC-INT-02-2019 (ver Figura 19):



Tramo 1		
Sobrecapa	Mezcla asfáltica	9 cm
	Geomalla	---
	Capa de prenivelación (mezcla asfáltica)	5 cm
Bacheo	Bache de mezcla asfáltica	36 cm
Estructura existente	Subbase granular	32 cm
	Subrasante	Infinito

Figura 19. Estructura considerada para la mayoría de las losas en el tramo 1.
Fuente: Oficio OFI-CC-INT-02-2019 de la empresa Hernán Solís

Según la información suministrada por la ingeniería de proyecto al equipo auditor vía correo electrónico el día 4 de marzo de 2019, sobre el diseño de pavimentos se debe indicar que el **documento facilitado OFI-CC-INT-02-2019CV corresponde a una propuesta del contratista y no se contaba con el oficio de aprobación por parte de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI**, dependencia encargada de aprobar el diseño.

Por lo tanto, se solicitó a la ingeniería de proyecto, mediante la nota informe LM-PI-020-2019, el oficio de aprobación de los diseños de pavimentos que se estaban ejecutando, de manera que se cumpliera con los estándares establecidos en el cartel de licitación donde se indica que este tipo de intervenciones deben ser realizadas con base en un análisis de ingeniería aprobada por la Administración mediante el ítem M403(1)A (Diseño de rehabilitaciones y sobrecapas asfálticas), **en caso contrario se estaba incurriendo en la realización de actividades de conservación vial sin una justificación técnica lo cual pone en riesgo la durabilidad de los trabajos ejecutados y la inversión realizada.**

No obstante, esta nota informe (LM-PI-020-2019) no fue atendida, y los trabajos se suspendieron momentáneamente mientras se ejecutaba el proceso de aprobación de un diseño.

Posteriormente, mediante la nota informe LM-IC-D-0481-19, enviada a la Administración el 1 de julio de 2019 y ante el reinicio de los trabajos el 15 de junio de 2019, el equipo auditor solicitó nuevamente a la ingeniería de proyecto y a la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI, el oficio de aprobación del diseño de pavimentos de la rehabilitación, así como el documento con el diseño de pavimentos propuesto. En esta ocasión, sí se recibió respuesta por ambas gerencias y se adjuntó el oficio DVP-05-19-0250 del 12 de junio de 2019

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 30 de 112
----------------------	--	------------------



de aprobación del diseño. Sin embargo, no se recibió el diseño de pavimentos propuesto por el contratista y se solicitó por otras fuentes.

En el oficio DVP-05-19-0250 del 12 de junio de 2019, referente a la revisión del diseño de la estructura de pavimento para la Ruta Nacional No.2 Tramos: Repuestos Miami-Servicentro Cristo Rey, puesto de Pesaje-Rampas de descenso y cruce de Taras-Tanques de Emulsión Recope, en relación con los trabajos ejecutados previamente a la fecha revisión del diseño se menciona que:

“Se asume que las intervenciones propuestas, son para la atención de la condición de la estructura de pavimentos existente al día de hoy (12 de junio de 2019) y que serán aplicadas posterior a la emisión de la presente recomendación; no obstante, lo anterior, la ejecución de estas obras queda exclusivamente bajo la responsabilidad de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes”

Según el párrafo anterior, se reafirma la condición evidenciada por el equipo auditor de que los trabajos ejecutados entre finales de febrero y marzo de 2019 en la Ruta Nacional 2 por la empresa Hernán Solís, se ejecutaron sin haberse aprobado el diseño de pavimentos en contraste con lo establecido en el cartel de licitación 2014LN-000018CV-0CV00. En este sentido, para los tres tramos, se sustituyeron las losas que contaban con mayor deterioro a criterio de la ingeniería de proyecto, sin contar con un diseño aprobado por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI.

De este modo, por la importancia de la ruta y los espesores de mezcla asfáltica colocados en este proyecto, el equipo auditor considera inaceptable el inicio de estas obras sin una previa aprobación de diseño que permita justificar técnicamente los espesores de mezcla asfáltica por colocar, de modo que, la Administración debe garantizar que toda inversión en el ámbito de conservación vial sea eficiente.

HALLAZGO 3: SE EVIDENCIÓ LA APROBACIÓN DE UN SOBREDISEÑO PARA LA ATENCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO.

Aprobación de diseño de pavimentos con sobredimensionamiento

En relación con el diseño de pavimentos, la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI, aprobó, mediante el oficio DVP-05-19-0250 del 12 de junio de 2019, las propuestas de diseño planteadas en el informe No. OFI-CC-EX03-2019CV-A (del 5 de junio de 2019) de la empresa Constructora Hernán Solís, S.R.L., indicando lo siguiente:

Las estructuras propuestas fueron diseñadas de conformidad con la Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimento, versión 1993 y cumplen satisfactoriamente los requerimientos estructurales para el periodo de 5 años.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 31 de 112
----------------------	--	------------------



Dicha propuesta de diseño (OFI-CC-EX03-2019CV-A) se emitió el 5 de junio de 2019 (es decir casi 4 meses después de que las intervenciones en las losas de concreto de la Autopista Florencio del Castillo iniciaran) y pese a que también fue presentada por la Constructora Hernán Solís, es distinta a la referenciada en las Figuras 18 y 19, pues señala otros espesores de losa de concreto existentes. Por lo demás, dicha propuesta de diseño es muy similar al esquema planteado originalmente, ya que se indica que las losas que cuentan con un 70% o más de deterioro debían ser sustituidas con mezcla asfáltica, mediante un bacheo.

No obstante, para la aprobación de esta última propuesta, la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI indicó que no era necesaria la colocación de geomalla, por lo que el esquema constructivo final aprobado fue el siguiente:

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Sobrecapa	Sobrecapa de asfáltica 14 cm	Sobrecapa de asfáltica 6 cm	Sobrecapa de asfáltica 15 cm
Estructura existente	Losa de concreto existente (con sus grietas selladas) 22 cm	Losa de concreto existente (con sus grietas selladas) 20 cm	Losa de concreto existente (con sus grietas selladas) 25 cm
	Subbase granular 32 cm	Subbase granular 22 cm	Subbase granular 22 cm
	Subrasante Infinito	Subrasante Infinito	Subrasante Infinito

Figura 20. Diseño aprobado, caso 1: la losa está en buen estado y solo se coloca sobrecapa asfáltica.

Fuente: oficio DVP-05-19-0250 de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Sobrecapa	Sobrecapa de asfáltica 14 cm	Sobrecapa de asfáltica 6 cm	Sobrecapa de asfáltica 15 cm
Bacheo	Bacheo de mezcla asfáltica 22 cm	Bacheo de mezcla asfáltica 20 cm	Bacheo de mezcla asfáltica 25 cm
Estructura existente	Subbase granular 32 cm	Subbase granular 22 cm	Subbase granular 22 cm
	Subrasante Infinito	Subrasante Infinito	Subrasante Infinito

Figura 21. Diseño aprobado, caso 2: La losa presenta un deterioro superior al 70% y se coloca un bacheo de mezcla asfáltica previo a la colocación de una sobrecapa asfáltica.

Fuente: oficio DVP-05-19-0250 de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI



Ahora bien, la aprobación de las estructuras de pavimentos propuestas se realizó por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes aun sabiendo que existía sobrediseño en los diferentes tramos a intervenir donde se realizó la sustitución de losas (Caso 2 (Figura 21)) y se consideró colocar una sobre capa asfáltica adicional. Así, por ejemplo, en el oficio DVP-05-19-0250 se indica que, si bien se cumple con la metodología AASHTO 93, existe un porcentaje de sobrediseño si se compara el número estructural requerido con respecto al número estructural propuesto. Dicha condición repercutió en los costos de la intervención. Sin embargo, se señaló que quedaba a criterio de la Administración su aplicación o no.

Los porcentajes de sobrediseño señalados en el oficio DVP-05-19-0250 de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes se basan en las siguientes relaciones de número estructural propuesto/número estructural requerido:

- Tramo 1 Repuestos Miami-Servicentro Cristo Rey:1,2.
- Tramo 2 Puesto Pesaje-Rampa de descenso:1,3.
- Tramo 3 Cruce de Taras-Tanques de Emulsión Recope:1,4.

Sobre el criterio de aprobación realizado por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI, se considera inadmisibles haberse aprobado un diseño sabiendo que existe un sobrediseño, quedando a criterio de otra gerencia del CONAVI su aplicación o no, en lugar de haber solicitado un reajuste estructural del sobrediseño. Es criterio del equipo auditor que la aprobación y ejecución de un diseño de pavimentos sobredimensionado representa una inversión ineficiente de los fondos públicos en perjuicio del mantenimiento y conservación de otras rutas de la misma Línea, aspecto que no ha sido valorado por la Administración.

El equipo auditor evidenció en la visita técnica realizada el día jueves 20 de junio de 2019 que la Gerencia de Conservación Vial decidió aplicar el diseño de la sobre capa asfáltica realizado exclusivamente para la condición en que las losas de concreto que no fueron sustituidas para todos los tramos en general, esto pese a la advertencia del sobrediseño realizado por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes y con el conocimiento de que en los meses de febrero y marzo, se realizó un alto porcentaje de sustitución de losas en cada uno de los tramos. Es decir, la Administración generalizó el diseño de pavimentos considerando la condición donde las losas de concreto no fueron sustituidas pese a que la mayoría de las estructuras de pavimentos ya contaba con otra condición (sustitución del espesor de losa de concreto con mezcla asfáltica).

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 33 de 112
----------------------	--	------------------



Figura 22. Colocación de sobrecapa asfáltica sobre tramo con secciones donde se sustituyeron losas por mezcla asfáltica y en otros no. Ubicación: Sobre la Ruta Nacional 2, km 17+110, SC 30110, Lte. Cantonal La Unión / Cartago (Q. Quirazú) – Taras (RN 236). Fecha: 20 de junio de 2019. Fuente: LanammeUCR.

La decisión adoptada por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI, de colocar una sobrecapa asfáltica con espesores entre 6 cm y 15 cm a lo largo de todos los tramos con la condición anteriormente descrita, en la cual la misma Gerencia de Contratación de Vías y Puentes determinó el oficio DVP-05-19-0250 que existía sobrediseño, es considerada por el equipo auditor como una toma de decisión aún más grave en perjuicio de la eficiencia de los recursos públicos de la Línea 3 contemplada en la licitación 2014LN-000018CV-0CV00.

Análisis del sobredimensionamiento en el diseño de pavimentos mediante AASHTO 93

Los señalamientos realizados sobre el porcentaje de sobrediseño, así como los criterios del equipo auditor sobre la ineficiencia de la inversión, fueron corroborados por un análisis de las estructuras realizado para los tres tramos contemplados en la rehabilitación de las losas de concreto de la Autopista Florencio del Castillo en la Ruta Nacional 2.

Para ello se presentan dos escenarios de análisis estructural, planteados para los tres tramos considerando únicamente la colocación de mezcla asfáltica sobre la subbase existente:

1. Réplica del diseño propuesto por el contratista contenido en el informe No. OFI-CC-EX03-2019CV-A, **con sustitución de las losas de concreto (mediante mezcla asfáltica) y colocación de sobrecapa para período entre 5 y 20 años** (escenario real de la estructura que se va construir a partir del 15 de junio).
2. Diseño elaborado por el equipo auditor **para periodo entre 5 y 20 años** considerando la eliminación de la totalidad de las losas de concreto por mezclas asfáltica, y estimando el espesor requerido para cumplir con la metodología AASHTO93 (elaborado por el equipo auditor según SN requerido).

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 34 de 112
----------------------	--	------------------



En el Anexo 2 se muestra la memoria de cálculo del análisis. A continuación, se muestran los resultados del análisis comparativo entre los dos escenarios para un período de 5 años, el cual fue seleccionado por la Administración para el proyecto de rehabilitación de las losas de concreto de la autopista Florencio del Castillo.

Tabla 1. Análisis estructural pavimento del Tramo 1: Repuestos Miami-Servicentro Cristo Rey.

Parámetro	Escenario1 (5 años)	Escenario2(5años)	Escenario2 (20 años)
SN requerido	6,32	6,32	7,53
Propuesta de SN	7,74	6,32	7,56
Espesor de mezcla asfáltica colocado a partir de subbase granular (cm)	36	28	35
Sobre dimensionamiento de espesor de mezcla asfáltica (cm)	8	0	0

Fuente: LanammeUCR, 2019

Tabla 2. Análisis estructural del pavimento Tramo 2 Puesto Pesaje-Rampa de descenso.

Parámetro	Escenario1 (5 años)	Escenario2(5años)	Escenario2 (20 años)
SV requerido	4,07	4,07	5,06
Propuesta de SN	5,44	4,13	5,11
Espesor de mezcla asfáltica colocado a partir de subbase granular (cm)	26	16,5	22
Sobre dimensionamiento de espesor de mezcla asfáltica (cm)	9,5	0	0

Fuente: LanammeUCR, 2019

Tabla 3. Análisis estructural del pavimento Tramo 3 Taras-Tanques de Emulsión RECOPE.

Parámetro	Escenario1 (5 años)	Escenario2(5años)	Escenario2 (20 años)
SV requerido	6,24	6,24	7,42
Propuesta de SN	7,92	6,32	7,48
Espesor de mezcla asfáltica colocado a partir de subbase granular (cm)	40	31	37,5
Sobre dimensionamiento de espesor de mezcla asfáltica (cm)	9	0	0

Fuente: LanammeUCR, 2019

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 35 de 112
----------------------	--	------------------



Los resultados del análisis estructural en los tres tramos (ver Tablas 1, 2 y 3) permiten afirmar que existió un sobrediseño en todos los puntos en que se decidió sustituir las losas de concreto por mezcla asfáltica. Como se indica en estas tablas, los espesores de sobrediseño en estos puntos fueron de 8 cm, 9,5 cm y 9 cm, para los tramos 1, 2 y 3 respectivamente. Lo anterior, en relación con el escenario 2, en el cual se considera la colocación de un espesor de mezcla asfáltica sobre la subbase existente (debidamente conformada y compactada) que cumpliera con el SN (número estructural) requerido el diseño según la metodología AASHTO 93.

De modo que, si se considera que la mayoría de las losas fueron sustituidas (aproximadamente un 70 % de todo el proyecto) se podría decir que la mayor parte del proyecto se construyó bajo una condición de sobrediseño.

Es importante aclarar que el escenario 2, pese a que sería una intervención con menor espesor, tampoco es considerado por el equipo auditor como el escenario óptimo. Lo anterior debido, a que la mezcla asfáltica se colocó sobre una superficie que no estaba preparada tal como se señaló la nota-informe LM-PI-AT-022-2019, además, la colocación de espesores de tal magnitud en un proyecto de conservación vial resulta en una intervención costosa para la Administración.

En este sentido, es criterio del equipo auditor que la Administración pudo considerar otras alternativas como la realización de la técnica *rubblizing* o la colocación de una base granular, en caso de que se quisiera evitar un impacto al tránsito importante si se hubiera seleccionado la construcción de una base estabilizada; sin embargo, se desconoce si se plantearon estos escenarios de intervención.

Pese a esto, se utiliza el escenario 2 como la base para evidenciar el sobrediseño en el que está incurriendo la Administración al ejecutar el proyecto de rehabilitación sin haber considerado correctamente la condición y estado del pavimento por atender.

Adicionalmente, el equipo auditor evidenció que con los espesores de mezcla asfáltica aprobados se alcanzaría un periodo de vida útil superior a 20 años en los tres tramos. Esto se evidenció al comparar los números estructurales del escenario 1, para el diseño de 5 años, con el escenario 2 para un diseño de 20 años. **Es decir, la Administración decidió realizar una intervención para 5 años con el fin de dar transitabilidad en la ruta y en su lugar realizó un sobrediseño de una estructura de pavimentos con proyección de más de 20 años**, bajo el supuesto que se hubiera construido siguiendo buenas prácticas constructivas.

Este sobrediseño determinado por el Equipo Auditor, dista del motivo de transitabilidad que se le quería dar a la ruta para un periodo de 5 años con la intervención realizada en la Autopista Florencio del Castillo. Aun así, según se evidenció en la nota informe LM-PI-AT-022-19 del 21 de marzo de 2019, la calidad de los trabajos realizados entre febrero y marzo de 2019 fue deficiente, lo cual implicaría una disminución en la vida útil del pavimento que se construyó. Estos hechos repercuten en ineficiencia de la inversión, así como un sobre costo en el que incurre la Administración al no realizar una adecuada gestión del diseño y selección de la intervención que se tenía que realizar en este proyecto de acuerdo a la condición del pavimento.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 36 de 112
----------------------	--	------------------



Las evidencias presentadas en la nota informe dirigida al CONAVI, LM-PI-AT-022-19 del 21 de marzo de 2019, refuerzan los criterios del equipo auditor de que la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI no realizó una correcta gestión de la intervención del proyecto de rehabilitación de la Autopista Florencio del Castillo. Primeramente, al permitir la ejecución de un proyecto que no contaba con la respectiva aprobación de su diseño de pavimentos hasta el 12 de junio de 2019 (casi cuatro meses después de iniciadas las obras). Segundo, al permitir la colocación de mezcla asfáltica bajo condiciones no propicias u óptimas para un correcto desempeño del pavimento entre los meses de febrero y marzo del 2019. Y por último, al decidir colocar una sobrecapa asfáltica con sobrediseño, lo cual fue advertido por la misma Gerencia de Contratación de Vías y Puentes en el oficio DVP-05-19-0250.

Por lo tanto, se evidencia que, si bien la Administración realizó la intervención en busca de brindar transitabilidad en un plazo de 5 años, aspecto que no es objetado por el equipo auditor, la toma de decisiones y el tipo de intervención seleccionado por la Gerencia de Conservación Vial del CONAVI genera un sobrecosto del proyecto y una inversión ineficiente de los recursos públicos al quedar evidenciado un sobrediseño del proyecto.

HALLAZGO 4: SE DETERMINÓ QUE, EN ALGUNOS TRAMOS, LOS ESPESORES DE MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADOS SUPERAN LOS ESPESORES APROBADOS POR LA ADMINISTRACIÓN, SITUACIÓN QUE GENERA SOBRECOSTOS AL PROYECTO.

El presente hallazgo se basa en el análisis de los resultados de GPR (*Ground Penetrating Radar*) y la extracción de núcleos del pavimento sobre los tramos 1, 2 y 3. Lo anterior, con el objetivo de determinar si los espesores de mezcla asfáltica colocados en el proyecto concuerdan con los indicados en el esquema constructivo propuesto por la empresa constructora y que posteriormente fue aprobado por la Administración.

A continuación, se presenta cada uno de estos análisis por separado:

Análisis mediante la extracción de núcleos.

El presente análisis se basa en el resultado de los informes I-1619-19 y I-1843-19, a cargo del Laboratorio de Mezclas Asfálticas del LanammeUCR, sobre la extracción de núcleos de mezcla asfáltica sobre la Autopista Florencio del Castillo.

El informe I-1619-19 considera la extracción de núcleos en el tramo 2, el día 22 de julio de 2019. Mientras que el informe I-1843-19 considera la extracción de núcleos en los tramos 1, 2 y 3 el día 26 de septiembre de 2019.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 37 de 112
----------------------	--	------------------



En la Tabla 4 se muestra un resumen de los espesores de núcleos registrados en estos informes:

Tabla 4. Registro de espesores de MAC según los informes I-1619-19 y I-1843-19.

Número de informe	Tramo	Espesor de MAC (cm)	¿Hay losa?	Número de capas
I-1619-19	2	42,2	No	3
I-1619-19	2	33,2	No	3
I-1619-19	2	33,7	No	3
I-1843-19	2	14,8	Sí	2
I-1843-19	2	12,4	Sí	2
I-1843-19	2	32,2	No	5
I-1843-19	2	38,3	No	6
I-1843-19	3	33,8	No	6
I-1843-19	3	27,2	No	5
I-1843-19	3	6,8	Sí	1
I-1843-19	3	17,2	Sí	4
I-1843-19	3	31,3	No	5
I-1843-19	3	14,6	Sí	3
I-1843-19	1	37,1	No	6
I-1843-19	1	16,4	No	2
I-1843-19	1	35,6	No	6

Por otra parte, en la Figura 23 se muestra de manera gráfica el promedio de los espesores obtenidos a partir de los núcleos extraídos para los tramos 1, 2 y 3 (según la Tabla 4 de este informe). Mientras que en la Figura 24 se muestra de manera gráfica los espesores de mezcla para cada uno de los tramos, según el diseño de mezcla presentado por el contratista y evaluado por CONAVI. De modo que, con base en los núcleos extraídos, se puede observar que en los tramos 1 y 2 se colocaron espesores de mezcla superiores a lo establecido en la última propuesta de intervención presentada por el contratista, mientras que para el tramo 3, se colocaron espesores de mezcla inferiores a lo señalado en esta propuesta.



Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3	
Sobrecapa de mezcla asfáltica 36,3 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 16,4 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 35,9 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 13,6 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 30,8 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 12,8 cm
	Losa de concreto existente		Losa de concreto existente		Losa de concreto existente
Subbase granular					
Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante

Figura 23. Promedio de espesores de mezcla asfáltica según los núcleos extraídos.
Fuente: LanammeUCR, 2019

Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3	
Sobrecapa de mezcla asfáltica 36 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 14 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 26 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 6 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 40 cm	Sobrecapa de mezcla asfáltica 15 cm
	Losa de concreto existente		Losa de concreto existente		Losa de concreto existente
Subbase granular	Subbase granular	Subbase granular	Subbase granular	Subbase granular	Subbase granular
Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante

Figura 24. Promedio de espesores de mezcla asfáltica según el diseño aprobado.
Fuente: oficio DVP-05-19-0250 de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI

Sobre este aspecto, llama la atención del equipo auditor el exceso de mezcla asfáltica colocada en el tramo 2, ya que, según los núcleos extraídos, sobre este tramo se colocaron más de 10 cm de mezcla asfáltica con respecto a la propuesta presentada por el mismo contratista. Lo cual, además de representar un sobrediseño de la estructura, constituye un sobrecosto para la Administración.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 39 de 112
----------------------	--	------------------



Análisis de GPR.

El presente análisis se basa en los resultados de GPR (Ground Penetrating Radar), que corresponde a una técnica no destructiva que permite estimar de manera continua los espesores de mezcla asfáltica a lo largo de los tramos 1, 2 y 3. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los tramos.

Para el análisis de espesores mediante GPR se muestra un gráfico de dispersión para cada uno de los tramos. Dichos gráficos presentan las profundidades de mezcla asfáltica tanto para el carril interno como para el externo. Además, estos gráficos presentan dos profundidades: una profundidad de sobrecapa (que corresponde al espesor de mezcla asfáltica que se colocó sobre las losas de concreto) y otra profundidad de bacheo (que corresponde al espesor de mezcla total colocado en aquellos puntos donde se sustituyeron las losas).

Tramo 1:

Para este tramo se determinó que:

El espesor promedio estimado de mezcla asfáltica colocada en los casos en que se remueve la losa es de 37,5 cm, superior a los 36 cm indicados en la propuesta de diseño por parte del contratista.

El espesor promedio estimado de mezcla asfáltica colocada sobre las losas de concreto que no fueron removidas es de 13,4 cm, similar a los 14 cm indicados en la propuesta de diseño por parte del contratista.

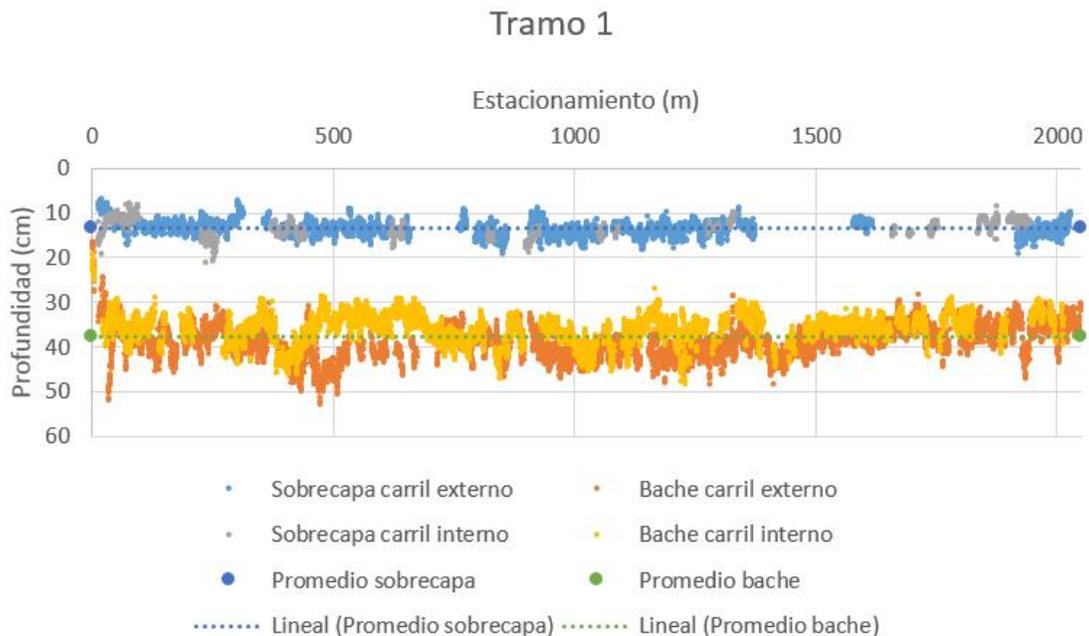


Figura 25. Espesores en el carril interno del tramo 1.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 40 de 112
----------------------	--	------------------



Tramo 2:

Para este tramo se determinó que:

El espesor promedio estimado de mezcla asfáltica colocada en los casos en que se remueve la losa es de 36,5 cm, superior a los 26 cm indicados en la propuesta de diseño por parte del contratista.

El espesor promedio estimado de mezcla asfáltica colocada sobre las losas de concreto que no fueron removidas es de 14 cm, superior a los 6 cm indicados en la propuesta de diseño por parte del contratista.

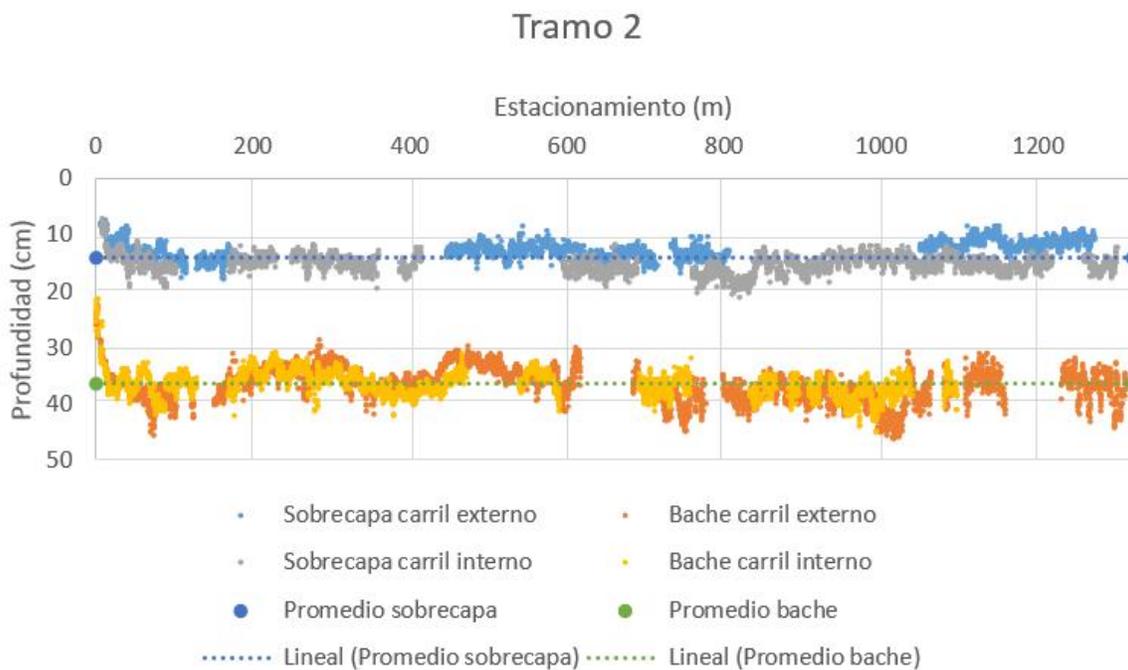


Figura 26. Espesores en el carril interno del tramo 2.



Tramo 3:

Para este tramo se determinó que:

El espesor promedio estimado de mezcla asfáltica colocada en los casos en que se remueve la losa es de 33,1 cm, inferior a los 42 cm indicados en la propuesta de diseño por parte del contratista.

El espesor promedio estimado de mezcla asfáltica colocada sobre las losas de concreto que no fueron removidas es de 7,1 cm, inferior a los 15 cm indicados en la propuesta de diseño por parte del contratista.

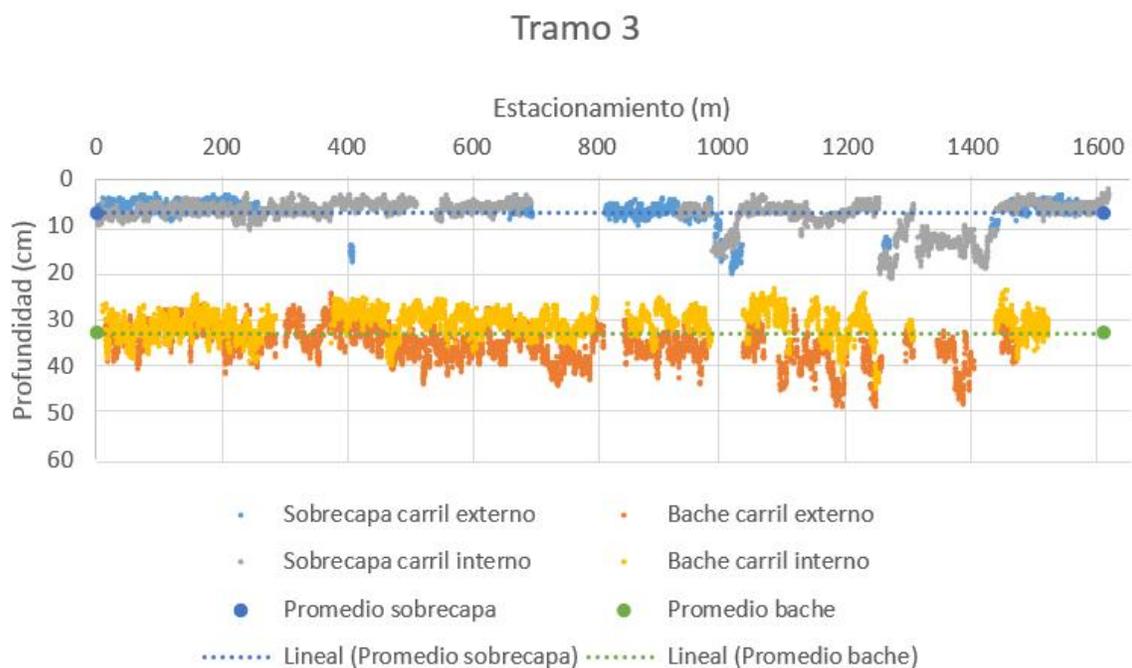


Figura 27. Espesores en el carril interno del tramo 3.

Sobre este último caso, se debe señalar que para este tramo 3, de acuerdo con lo señalado en la Tabla 3 del Hallazgo 3, había un sobredimensionamiento de 9 cm. Por lo tanto, no se considera un aspecto negativo el hecho de que en este tramo se haya reducido el espesor de mezcla asfáltica colocada.



Por último, en la Tabla 5 se muestra un resumen de los espesores promedio obtenidos mediante GPR, y se contrastan con respecto a los espesores del diseño aprobado, donde se muestra que en el Tramo 2 se colocó un espesor de mezcla muy superior al aprobado por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes del CONAVI en el oficio DVP-05-19-0250.

Tabla 5. Resumen de los espesores promedio obtenidos mediante GPR.

Tramo	Espesores promedio GPR (cm)		Espesores diseño (cm)	
	Bache	Sobrecapa	Bache	Sobrecapa
Tramo 1	37,5	13,4	36	14
Tramo 2	36,5	14	26	6
Tramo 3	33,1	7,1	42	15

Lo evidenciado en el presente hallazgo, en conjunto con la aprobación del sobrediseño señalado en el Hallazgo 3, representan un aumento significativo en el costo del proyecto y constituyen una ineficiente inversión de los fondos públicos.

Por lo tanto, para cuantificar la inversión que representó esta rehabilitación, a continuación, se presenta un hallazgo donde se desglosa el costo del proyecto y se cuantifica la afectación económica que tuvo el hecho de que en el proyecto se sustituyera prácticamente la totalidad de las losas de concreto por mezcla asfáltica.

Sobre el impacto de las decisiones en el costo del proyecto de rehabilitación de las losas en la autopista Florencio del Castillo

HALLAZGO 5: LAS IMPRECISIONES EN EL RECUENTO INICIAL DE NECESIDADES DEL PROYECTO INCIDIERON SIGNIFICATIVAMENTE EN LOS COSTOS

A continuación, se muestra cómo las imprecisiones en el recuento inicial de necesidades del proyecto afectaron significativamente los costos o la toma de decisiones en el proyecto. Lo anterior, debido a que inicialmente se previó que el proyecto se iba a sustituir un porcentaje pequeño de losas, sin embargo, se determinó que este porcentaje de losas sustituidas fue muy superior al porcentaje previsto.

El presente hallazgo se basa en la revisión de cantidades de mezcla asfáltica colocadas para esta rehabilitación, según el software SIGEPRO (Sistema de Gestión de Proyectos de CONAVI) y los registros del Administrador Vial, que es el ente consultor contratado por la Administración para llevar la inspección en el ámbito de conservación vial. Lo anterior, con el objetivo de realizar una evaluación de los costos del proyecto.

Análisis de las estimaciones del proyecto, según SIGEPRO.

Para realizar el presente análisis se consideran las estimaciones de pago de la 23 a la 29, comprendidas entre los meses de febrero y agosto de 2019, correspondientes a la línea 3 de

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 43 de 112
----------------------	--	------------------



licitación número 2014LN-000018-0CV00, de mantenimiento y rehabilitación de la Red Vial Nacional Pavimentada.

Específicamente se evaluó el uso del ítem *M45(A): pavimento bituminoso en la Ruta Nacional 2*, además del uso del ítem trabajo a costo más porcentaje que refleja los montos asociados a la demolición de las losas.

Análisis de estimaciones en el tramo 1.

En el presente análisis se presentan los siguientes dos escenarios:

Costo real del tramo 1: Este escenario considera los montos reales según SIGEPRO.

De acuerdo con SIGEPRO, el costo real del tramo 1 fue de: ₡ 939.499.511 colones, este costo considera tres aspectos: la colocación de mezcla asfáltica, la remoción de las losas y el sellado de grietas de las losas que sí se mantuvieron (ver Tabla 6).

Tabla 6. Desglose del costo real del tramo 1.

Ítem	Unidad de pago	Precio unitario	Cantidades ejecutadas	Costo
Demolición y remoción de losas de concreto	m ²	₡ 17.430,58	13695,21	₡238.715.454
Pavimento bituminoso en caliente	t	₡ 55.733,25	12545,37	₡699.194.251
Ruteo y sellado de grietas	m	₡ 2.416,12	658,00	₡ 1.589.806
			Costo total	₡ 939.499.511

Fuente: CONAVI, 2019

Por lo tanto, considerando estas cantidades de material colocado, se procede a estimar un porcentaje de losas sustituidas, y un aproximado de los espesores de losa colocados. Para llevar a cabo dicha estimación se asumió un ancho de calzada de 7,3 m y una densidad de mezcla asfáltica de 2,4 t/m³.

Estimación del porcentaje de losas sustituidas en el tramo 1:

Tabla 7. Estimación del porcentaje de losas sustituidas en el tramo 1.

Longitud del tramo 1 (m)	2135
Cantidad losas removidas (m²)	13695,21
Ancho promedio de calzada (m)	7,30
Longitud de losas removidas (m)	1876,06
Porcentaje estimado de losas removidas	87,9%

Estimación de los espesores de mezcla asfáltica colocados en el tramo 1:

Para llevar a cabo esta estimación se tiene que de los 2,135 km del tramo 1, el 87,9 % (1876,06 m) tuvo que haber sido atendido mediante la sustitución de losa, bacheo y posterior colocación de sobrecapa, mientras que para los restantes 258,94 m tuvieron que haber conservado la losa y posteriormente se tuvo que haber colocado la sobrecapa. Así las cosas, se procede a calcular los espesores de mezcla asfáltica colocados según este escenario de 87,9 % de sustitución de losas.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 44 de 112
----------------------	--	------------------



$$\begin{aligned} & \text{Toneladas de MAC requeridas para el bacheo (sustitución de las losas)} \\ & = 0,22 \text{ m (espesor de la losa)} * 1876,06 \text{ m (longitud del bache)} \\ & * 7,30 \text{ m (ancho de la calzada)} * 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \text{ (densidad de la MAC)} = 7231,07 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Toneladas de MAC disponibles para la colocación de la sobrecapa} = \\ & 12545,37 \text{ (Toneladas de pavimento bituminoso en caliente colocadas en el tramo 1)} - \\ & 7231,07 \text{ (Toneladas de MAC requeridas para el bacheo)} = 5314,3 \text{ t} \end{aligned}$$

Espesor de sobrecapa estimado en el tramo 1 (cm)

$$\begin{aligned} & \frac{5314,3 \text{ t (Toneladas de MAC disponibles para la colocación de la sobrecapa)}}{2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \text{ (densidad de la MAC)} * 7,30 \text{ m (ancho de la calzada)} * 2135 \text{ m (longitud del tramo 1)}} \\ & * 100 = 14,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Costo hipotético del proyecto si en campo se hubiese removido el porcentaje de losas que la empresa contratista indicó que era necesario remover:

De acuerdo con lo especificado en el esquema constructivo inicial, asociado a esta intervención, para la ejecución del presente proyecto era necesario la remoción de aquellas losas que presentarían un deterioro mayor al 70 % de su área.

Además, en el oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A, del 5 de junio de 2019, la empresa contratista presenta un “Croquis de sustitución de losas en la Autopista Florencio del Castillo” (ver Anexo 3), donde se puede determinar que el porcentaje de losas a sustituir en el tramo 1 tuvo que ser de 15,38 %.

No obstante, mediante las estimaciones de SIGEPRO, se pudo determinar que este tramo se sustituyó el 87,9 % de las losas. Este aspecto es considerado inadmisibles por parte del equipo auditor pues existe una diferencia considerable entre la cantidad de losas que se dijo inicialmente que se iba a sustituir con respecto a la cantidad de losas que realmente se sustituyeron. Lo anterior es relevante y crítico, pues la empresa contratista debe visitar el proyecto de previo, para elaborar el croquis, y con criterio técnico decir cuales losas van a ser sustituidas.

De este modo, el presente escenario presenta el costo hipotético que hubiese tenido el tramo 1, si solo se reemplaza el 15,38 % de las losas y hubiese habido un apego al esquema constructivo inicial, que considera el uso de geomalla, **puesto que el porcentaje de losas a conservar es alto.**

Para llevar a cabo esta estimación se tiene que de los 2,135 km del tramo 1, el 15,38 % (328 m) tuvo que haber sido atendido mediante la sustitución de losa, bacheo y posterior colocación de sobrecapa, mientras que para los restantes 1807 m tuvieron que haber conservado la losa y posteriormente se tuvo que haber colocado la sobrecapa.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 45 de 112
----------------------	--	------------------



Costo del bacheo en este escenario:

m^3 por bachear

$$= 328 \text{ m (largo)} * 7,3 \text{ m (ancho de calzada)} \\ * 0,22 \text{ m (profundidad de los baches)} = \mathbf{527,35 \text{ m}^3}$$

Toneladas de MAC requeridas para el bacheo

$$= 527,35 \text{ m}^3 (\text{m}^3 \text{ por bachear}) * 2,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} (\text{densidad de la MAC}) = \mathbf{1.265,64 \text{ t}}$$

Costo del bacheo en este escenario

$$= 1265,64 \text{ t (Toneladas de MAC requeridas para el bacheo)} \\ * 55733,25 (\text{precio unitario de la MAC}) = \mathbf{\$ 70.538.362,23}$$

Costo de la sobrecapa en este escenario:

m^3 de sobrecapa

$$= 2135 \text{ m (largo)} * 7,30 \text{ m (ancho de calzada)} \\ * 0,14 \text{ m (espesor de la sobrecapa)} = \mathbf{2.181,97 \text{ m}^3}$$

Toneladas de MAC requeridas para la sobrecapa

$$= 2181,97 \text{ m}^3 (\text{m}^3 \text{ de sobrecapa}) * 2,4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} (\text{densidad de la MAC}) = \mathbf{5.236,73 \text{ t}}$$

Costo de la sobrecapa en este escenario

$$= 5236,73 \text{ t (Toneladas de MAC requeridas para el bacheo)} \\ * 55733,25 (\text{precio unitario de la MAC}) = \mathbf{\$ 291.859.874,47}$$

Costo de la demolición de las losas en este escenario:

$$\mathbf{m^2 \text{ de losas por remover} = 328 \text{ m (largo)} * 7,3 \text{ m (ancho de calzada)} = \mathbf{2.397,05 \text{ m}^2}$$

Costo de la remoción de losas en este escenario

$$= 2397,05 \text{ m}^2 (\text{m}^2 \text{ de losas por remover}) \\ * 17430,58 (\text{precio unitario de la remoción de losas}) = \mathbf{\$ 291.859.874,47}$$

Costo de la geomalla en este escenario:

$$\mathbf{m^2 \text{ de geomalla} = 2135 \text{ m (largo)} * 7,30 \text{ m (ancho de calzada)} = \mathbf{15.585,5 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{Costo de la geomalla} = 15.585,5 \text{ m}^2 (\text{m}^2 \text{ de geomalla}) * 3.250,16 (\text{precio unitario de la geomalla}) \\ = \mathbf{\$ 50.655.368,68}$$

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 46 de 112
----------------------	--	------------------



Costo total de este escenario:

Tabla 8. Costo hipotético del proyecto si en campo se hubiese removido el porcentaje de losas que la empresa contratista indicó que era necesario remover (15,38 %).

Ítem	Unidad de pago	Precio unitario	Cantidades colocadas	Costo
Demolición y remoción de losas de concreto	m ²	₡ 17.430,58	2397,05	₡ 41.781.97
Pavimento bituminoso en caliente bacheo	t	₡ 55.733,25	1265,64	₡ 70.538.36
Pavimento bituminoso en caliente sobrecapa	t	₡ 55.733,25	5236,73	₡291.859.87
Colocación de geomalla ¹	m ²	₡ 3.250,16	15585,50	₡ 50.655.38
			Costo total	₡ 454.835.575

Fuente: CONAVI, 2019

¹El costo de la geomalla corresponde al precio unitario reportado en la Línea 8 de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00

De este modo, es claro que el costo total del tramo 1 en este escenario (sustitución del 15,38% de las losas) es muy inferior a los ₡ 939.499.511 que realmente se pagaron. Lo anterior, permite evidenciar el impacto económico que significó (484 millones de colones) el hecho de que se señalara en un principio que el porcentaje de remoción de losas iba a ser bajo, cuando en la práctica lo que ocurrió fue que prácticamente se reemplazaron todas las losas con bacheos de mezcla asfáltica.

Análisis de estimaciones en el tramo 2.

Costo real del tramo 2: de acuerdo con SIGEPRO, el costo real del tramo 2 fue de: ₡ 437.903.324 colones, según se detalla en la Tabla 9.

Tabla 9. Desglose del costo real del tramo 2.

Ítem	Unidad de pago	Precio unitario	Cantidades colocadas	Costo
Demolición y remoción de losas de concreto	m ²	₡ 17.430,58	6357,18	₡ 110.809.335
Pavimento bituminoso en caliente	t	₡ 55.733,25	5.868,92	₡ 327.093.990
			Costo total	₡ 437.903.324

Fuente: CONAVI, 2019

Estimación del porcentaje de losas sustituidas en el tramo 2:

Tabla 10. Estimación del porcentaje de losas sustituidas en el tramo 2.

Longitud del tramo 2 (m)	1388
Cantidad losas removidas (m2)	6357,18
Ancho promedio de calzada (m)	7,30
Longitud de losas removidas (m)	870,85
Porcentaje estimado de losas removidas	62,7%



Estimación de los espesores de mezcla asfáltica colocados en el tramo 2:

Toneladas de MAC requeridas para el bacheo	3051,40
Toneladas disponibles para la sobrecapa	2817,50
Espesor de sobrecapa estimado en el tramo 1 (cm)	11,60

Costo hipotético del proyecto si en campo se hubiese removido el porcentaje de losas que la empresa contratista indicó que era necesario remover:

El presente escenario presenta el costo hipotético que hubiese tenido el tramo 2, si solo se reemplaza el 24,17 % de las losas (según se pudo determinar del oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A) y hubiese habido un apego al esquema constructivo inicial, que considera el uso de geomalla, **puesto que el porcentaje de losas a conservar es alto.**

Costo total de este escenario:

Tabla 11. Costo hipotético del proyecto si en campo se hubiese removido el porcentaje de losas que la empresa contratista indicó que era necesario remover (24,17 %).

Ítem	Unidad de pago	Precio unitario	Cantidades colocadas	Costo
Demolición y remoción de losas de concreto	m ²	₡ 17.430,58	2449,00	₡ 42.687.509
Pavimento bituminoso en caliente bacheo	t	₡ 55.733,25	1175,52	₡ 65.515.580
Pavimento bituminoso en caliente sobrecapa	t	₡ 55.733,25	1459,07	₡ 81.318.469
Colocación de geomalla	m ²	₡ 3.250,16	10132,40	₡ 32.931.921
Costo total				₡ 222.453.479

Considerando el costo real del tramo 2, con respecto al costo hipotético que hubiese tenido este tramo si se hubiera respetado el porcentaje de losas a sustituir indicado en el oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A, se tiene que para el tramo 2 hubo un sobre costo de aproximadamente 215 millones de colones.

Análisis de estimaciones en el tramo 3.

Costo real del tramo 3: de acuerdo con SIGEPRO, el costo real del tramo 3 fue de: ₡ 440.895.813 colones, según se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12. Desglose del costo real del tramo 3.

Ítem	Unidad de pago	Precio unitario	Cantidades colocadas	Costo
Demolición y remoción de losas de concreto	m ²	₡ 17.430,58	8623,44	₡ 150.311.561
Pavimento bituminoso en caliente	t	₡ 55.733,25	5.213,840	₡ 290.584.252
Costo total				₡ 440.895.813

Fuente: CONAVI, 2019



Estimación del porcentaje de losas sustituidas en el tramo 3:

Tabla 13. Estimación del porcentaje de losas sustituidas en el tramo 3.

Longitud del tramo 3 (m)	1628
Cantidad losas removidas (m2)	8623,44
Ancho promedio de calzada (m)	7,30
Longitud de losas removidas (m)	1181,29
Porcentaje estimado de losas removidas	72,6%

Estimación de los espesores de mezcla asfáltica colocados en el tramo 3:

Toneladas de MAC requeridas para el bacheo	5174,1
Toneladas disponibles para la sobrecapa	39,8
Espesor de sobrecapa estimado en el tramo 3 (cm)	0,1

Nota: según las cantidades de mezcla pagadas, teóricamente en este tramo no se llevó a cabo la colocación de sobrecapa, sin embargo, se evidenció en campo que en este tramo sí se colocó sobrecapa pero no será pagada, de acuerdo con lo señalado por la ingeniería de proyecto durante la presentación de este informe en versión preliminar.

Costo hipotético del proyecto si en campo se hubiese removido el porcentaje de losas que la empresa contratista indicó que era necesario remover:

El presente escenario presenta el costo hipotético que hubiese tenido el tramo 3, si solo se reemplaza el 21,7 % de las losas (según se pudo determinar del oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A) y hubiese habido un apego al esquema constructivo inicial, que considera el uso de geomalla, **puesto que el porcentaje de losas a conservar es alto.**

Costo total de este escenario:

Tabla 14. Costo hipotético del proyecto si en campo se hubiese removido el porcentaje de losas que la empresa contratista indicó que era necesario remover (21,7 %).

Ítem	Unidad de pago	Precio unitario	Cantidades colocadas	Costo
Demolición y remoción de losas de concreto	m ²	₡ 17.430,58	2578,90	₡ 44.951.981
Pavimento bituminoso en caliente bacheo	t	₡ 55.733,25	1547,30	₡ 86.238.783
Pavimento bituminoso en caliente sobrecapa	t	₡ 55.733,25	4278,40	₡ 238.448.248
Colocación de geomalla	m ²	₡ 3.250,16	11884,40	₡ 38.626.202
			Costo total	₡ 408.265.213

Considerando el costo real del tramo 3, con respecto al costo hipotético que hubiese tenido este tramo si se hubiera respetado el porcentaje de losas a sustituir indicado en el oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A, se tiene que para el tramo 3 hubo un sobrecosto de aproximadamente 32,6 millones de colones.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 49 de 112
----------------------	--	------------------



Por último, en la Tabla 15 se muestra un resumen con los costos reales e hipotéticos (costo que hubiese tenido el proyecto si se hubiese cumplido el porcentaje de demolición de losas establecido en el informe OFI-CC-EX03-2019CV-A, para cada uno de los tramos) del proyecto. Determinándose que el proyecto tuvo un costo total de 1.818 millones de colones, equivalente a un 10,14 % del presupuesto inicial aprobado para la conservación vial de la línea 3 en la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, cuyo periodo de ejecución es de 4 años. Es decir, en un proyecto de 5,15 km, utilizó aproximadamente el 10 %¹ del presupuesto inicial destinado para la conservación vial de las zonas de Cartago, Turrialba y Los Santos que representan una longitud a conservar de 742,2 km.

Tabla 15. Resumen de los costos del proyecto.

Tramo	Escenario real (lo que se llevó a cabo y costó realmente)		Caso hipotético	
	Porcentaje real de sustitución de losas	Costo real de cada tramo	Porcentaje de losas a sustituir	Costo del tramo
1	88%	₡ 939.499.511	15,4%	₡ 454.835.575
2	63%	₡ 437.903.324	24,2%	₡ 222.453.479
3	73%	₡ 440.895.813	21,7%	₡ 408.265.213
	Total real	₡ 1.818.298.648	Total hipotético	₡ 1.085.554.268

Por lo tanto, el hecho de que en el oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A se hayan presentado escenarios donde los porcentajes de sustitución de losas eran muy bajos definitivamente pudo afectar la toma de decisiones sobre la forma en que se iba a atender esta ruta. Lo anterior, debido a que los costos reales del proyecto fueron muy superiores a los costos que pudieron haber sido proyectados mediante un análisis económico inicial.

De esta forma, se considera inadmisibles que para un proyecto tan relevante y costoso como lo fue la rehabilitación de las losas en la Autopista Florencio del Castillo se haya realizado un recuento de losas dañadas impreciso, como el que se presenta en el oficio OFI-CC-EX03-2019CV-A.

HALLAZGO 6: AL INICIO DEL PROYECTO NO SE CONTÓ CON ENSAYOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD.

En relación con los ensayos de verificación de la calidad de este proyecto, un aspecto que llamó la atención al equipo auditor, fue que, a la fecha de la segunda visita (del 13 de marzo de 2019), el laboratorio contratado por la Administración para brindar funciones de verificación de calidad, no se había hecho presente en el proyecto desde el 26 de febrero de 2019 cuando se iniciaron las obras, según lo indicado por el inspector de obra y que posteriormente fue

¹ Este porcentaje fue calculado con base en el monto inicial del contrato, sin embargo, esta línea tuvo un orden de modificación (en noviembre de 2018) en la que se aumentaron las cantidades de 17.925 millones de colones a 43.400 millones de colones.



corroborado por el equipo auditor luego de una revisión de los informes de verificación de calidad que recibe la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes de CONAVI.

En este sentido, los ensayos de calidad realizados en sitio, únicamente los había estado realizando el laboratorio de autocontrol de la empresa contratista. De acuerdo con esto, labores tan importantes como la caracterización del material de subbase existente y la verificación del porcentaje de compactación de este material no se estuvieron realizando por parte de la Administración.

Lo anterior toma más relevancia si se consideran las condiciones constructivas observadas en el proyecto, que como se señaló en el Hallazgo 1, este material granular existente quedaba considerablemente suelto e irregular (ver Figura 28).



Figura 28. El material de subbase existente se observa segregado, suelto y no se conforma. Estacionamiento 0+700 del paso a desnivel. Fecha: 13 de marzo 2019. Fuente LanammeUCR

Además, de forma clara se podía observar durante la visita que debajo de la capa ya colocada unos días antes de la visita del 13 de marzo, en el carril adyacente, en el borde longitudinal se desprendía el material granular de esta subbase, dejando sin capa de soporte en este borde, la capa asfáltica de ruedo utilizada en ese momento (ver Figura 8).

Sobre este aspecto, llama la atención del equipo auditor que ni la ingeniería de proyecto, ni la inspección hayan gestionado la realización de ensayos de la verificación de calidad del proyecto durante ese lapso de tiempo, aspecto que es considerado inadmisibles por el equipo auditor y que no garantiza que los trabajos se hayan realizado bajo los estándares de calidad que exige el cartel de licitación.

Lo anterior, aumenta el riesgo de que la Administración no haya identificado tramos de la carretera donde la subrasante no fue compactada adecuadamente, de modo que, posteriormente, con el paso de las cargas vehiculares dichos puntos podrían experimentar deformaciones que la regularidad superficial de la vía y por ende el confort de los usuarios y los costos de mantenimiento de la carretera.



HALLAZGO 7: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN EN EL PROYECTO DE ATENCIÓN A LAS LOSAS DE CONCRETO DE LA RUTA NACIONAL 2 CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO

En este hallazgo se realiza una recopilación de la toma de decisiones realizadas por la Administración desde el proceso de gestión del proyecto hasta su ejecución. Además, se mencionan las implicaciones de las mismas en el costo y plazo final del proyecto.

El propósito planteado de la Administración con la atención de las losas de la Autopista Florencio del Castillo fue brindar transitabilidad a una de las principales rutas del país con una intervención temporal, la cual presentaba un alto grado de deterioro que dificultaba la circulación de vehículos. Además, las severidades de los deterioros de las losas de concreto constituían un potencial riesgo de accidentes y un factor considerable en el daño y deterioros de los vehículos de los usuarios que circulan diariamente por esta carretera.

Sin embargo, las decisiones adoptadas por la Administración en este proyecto, resultaron en un sobrecosto, atrasos en el cronograma de trabajo y tiempos de viaje de los usuarios, así como en prácticas constructivas inadecuadas.

Sobre la decisión de intervenir la Carretera Florencio del Castillo, Ruta Nacional 2.

La Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR se ha pronunciado en anteriores oportunidades sobre la dilación del mantenimiento de rutas nacionales que han estado comprometidas bajo contratos de concesión de obra pública o donde existe una manifestación de voluntad de la Administración a utilizar esa figura para atender las rutas.

Ese, por ejemplo, fue el caso de la carretera Bernardo Soto en la Ruta Nacional 1, ampliamente documentado mediante el informe de auditoría técnica LM-PI-AT-40-12 titulado *Evaluación de las actividades de rehabilitación vial en la Ruta Nacional N°1, Carretera Bernardo Soto, Sección de control 20010, Tramo Intercambio Aeropuerto-Intercambio Manolo's*, emitido por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR en noviembre de 2012. En ese informe se señalaron los efectos de utilizar los contratos de conservación vial en secciones de carreteras cuya severidad en los deterioros implicaba trabajos mayores a los definidos en conservación vial.

Es comprensible que la Administración prefiera no realizar inversiones importantes cuando la ruta en cuestión podría ser dada en concesión, tal como lo ha manifestado el Ministerio de Obras Públicas y Transportes mediante comunicados oficiales para el caso de la Carretera Florencio del Castillo en la Ruta Nacional 2. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los proyectos viales dados en concesión toman plazos extensos para consolidarse, por lo que las necesidades de mantenimiento crecerán con el tiempo, hasta el punto de llegar a afectar la transitabilidad.

El nivel de deterioro de las losas de concreto en la Carretera Florencio del Castillo, demuestra un período extenso de ausencia de mantenimiento y de superación de su vida útil. A pesar de

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 52 de 112
----------------------	--	------------------



la decisión sobre realizar la intervención, no hay certeza sobre el plazo en el que una concesión en esta ruta podría comenzar a reconstruir el pavimento, por lo que se vuelve difícil calificar los trabajos realizados como temporales. En este sentido, cobra aún mayor relevancia la inversión que se realice en esta solución, así como su alcance, para poder garantizar una adecuada superficie de ruedo para los usuarios mientras se decide e inicia una intervención total de ese corredor vial.

En el fondo, la atención urgente de una ruta para mejorar transitabilidad es una decisión que corresponde a una gestión reactiva, pues como se mencionó anteriormente, tuvo que pasar un período extenso para que tal deterioro se generara. En este sentido, varios informes y documentos emitidos por el LanammeUCR han señalado los efectos perjudiciales a nivel de red de realizar una atención reactiva en los pavimentos.

En el informe *LM-PI-AT-012-13 Estudio de la planificación de los proyectos de rehabilitación a cargo de la Licitación Pública 2009LN-000003-CV dentro del marco de la planificación estratégica del Consejo Nacional de Vialidad* (junio, 2014), esta Auditoría Técnica se refirió a la importancia de romper con el círculo de la gestión reactiva debido a lo que significa atender mediante conservación vial, las situaciones urgentes o de *intransitabilidad*.

Asimismo, en el documento *LM-PI-166-2016 El mantenimiento preventivo, clave para la protección del patrimonio vial* (noviembre, 2016), se reseñó específicamente en qué consiste el círculo de la gestión reactiva que las instituciones de carreteras deben evitar para aumentar la eficiencia del uso de sus recursos. La Figura 29. Círculo vicioso de la gestión reactiva., muestra cómo se genera el descontento de los usuarios y cómo la respuesta “apaga incendios” no logra salir del problema en forma definitiva, sino que lo profundiza a nivel de red.

Lo usual en estos casos es que, ante la presión de la opinión pública, se decida realizar reparaciones urgentes para resolver el problema de transitabilidad. Como es urgente, no estaba planificada la reconstrucción por lo que estos trabajos se cargan al presupuesto de conservación vial. Como resultado de esto, el presupuesto de conservación vial disminuye y otras vías de la red vial que se encontraban en condición regular o mala, aumentarán su deterioro, generando a su vez mayor malestar de los usuarios.

Otros efectos perjudiciales de la gestión reactiva son:

- Las técnicas constructivas del ámbito de conservación vial serán inefectivas en pavimentos intransitables, por lo que condición intransitable se presentará de nuevo.
- Los costos de conservación vial son más altos por las características de las obras por las que se oferta (bajas cantidades, bajos rendimientos, distancias extensas de acarreo).
- Afectación de la red vial en general pues mientras se atiende lo que es urgente, las vías en buen estado que podrían requerir poca inversión para mantener su condición, son descuidadas hasta llegar a requerir reparaciones urgentes (comenzando el círculo vicioso de nuevo)

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 53 de 112
----------------------	--	------------------



CÍRCULO VICIOSO DE LA GESTIÓN REACTIVA (APAGA INCENDIOS)



Fuente: Caminos (CEPAL, 1994)

Diseño: IAS / CTT 2018

Figura 29. Círculo vicioso de la gestión reactiva.

Esta Auditoría Técnica comprende que, ante una emergencia por un deterioro en la carretera, la Administración no tiene otra opción que intervenir. Sin embargo, ante una condición de deterioro que ha sido progresiva durante un período prolongado como ha sido el caso de las losas de concreto en la Autopista Florencio del Castillo, es necesario realizar los estudios y análisis económicos e ingenieriles que permitan elegir la mejor técnica para reparar la sección de la vía deteriorada.

Sobre las decisiones tomadas a nivel de proyecto en la intervención de las losas de concreto en la Carretera Florencio del Castillo

Planificación inadecuada del proyecto

De acuerdo con el proceso de ejecución del proyecto, se evidenció que no existió una adecuada planificación del proyecto desde su conceptualización, tanto por la empresa contratista de conservación vial al plantear una propuesta, siendo que la necesidad de intervención del pavimento era distinta, así como la ingeniería de proyecto del CONAVI al proceder a ejecutarla.

Lo anterior es reafirmado por el criterio emitido en el oficio DRC-46-2019-05-15 por el Ing. Pablo Camacho, coordinador de la Región Central del CONAVI en la fecha del 08 de abril de 2019, en el cual se menciona que el estado de deterioro de la ruta requería una rehabilitación integral de la estructura de pavimento y no así una sobrecapa asfáltica. El Ing. Camacho además indica en el mismo oficio que, debido a una resolución de la Contraloría General de la República (oficio DFOE-IFR-0678 de noviembre de 2013), al ser este proyecto de obra nueva y no poder ser atendido por conservación vial, la rehabilitación de las losas de concreto de la Autopista Florencio del Castillo fue ingresada dentro del Banco de Proyectos de Inversión

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 54 de 112
----------------------	--	------------------



Pública (BPIP), siendo incluido en el Plan Operativo Institucional (POI) 2016 como parte de los proyectos de Preinversión (ver Figura 30).

Cuadro 1. Extracto de los proyectos de Preinversión del POI 2016.				
RUTA N°	PROYECTOS PARA ETAPA DE PREINVERSIÓN	ETAPA	INGRESO	PRIORIDAD
001	Construcción de rampa de salida San Antonio de Belén, General Cañas (recursos específicos)	1. Preinversión	POI 2016	CP
001	Ampliación y rehabilitación de puentes Siquiaraes y Quebrada Lagunilla.	1. Preinversión	POI 2016	CP, pGCTT
002	Mejoramiento Florencio del Castillo, sección Taras - Recope (recursos específicos)	1. Preinversión	POI 2016	CP
002	Mejoras Terramall (Ampliación, Puente, Bahías, Aceras, Barreras, Señalización, Caseta bus)	1. Preinversión	POI 2016	CP, TOPICS
002	Construcción de puente sobre el Río Grande de Térraba (Palmar Norte)	1. Preinversión	NUEVO	Puentes - BCIE

Fuente: POI 2016

Figura 30. Inclusión en el POI de la intervención en las losas de concreto de la Carretera Florencio del Castillo como obra nueva. Fuente: Oficio DRC-46-2019-05-15.

A pesar del conocimiento de la disposición de la Contraloría General de la República, la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI decidió atender la ruta como un “TOPIC” con el fin de brindar transitabilidad mediante una sobrecapa en lugar de una rehabilitación, al no haberse resuelto la aprobación de un presupuesto por las entidades correspondientes. Sin embargo, como se evidencia en este informe la intervención realizada por el CONAVI fue más allá de brindar transitabilidad a la ruta mediante una sobrecapa para un periodo de 5 años, resultando en un trabajo con una inversión estimada de 1818 millones de colones. Por lo tanto, la decisión adoptada por la Administración no responde a los criterios de eficiencia de la inversión de los recursos públicos al ser una intervención mayor atendida con precios unitarios de conservación vial y no de obra nueva.

Inicio del proyecto sin contar con diseños aprobados por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

El segundo aspecto donde se evidenciaron debilidades en la gestión del proyecto, fue la decisión de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI de iniciar el proyecto sin aun tener claro el alcance de los trabajos por realizar y sin tener el diseño técnico aprobado por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI (unidad encargada de dar el visto bueno) aspecto que fue señalado en el hallazgo 2 de este informe, y también es mencionado por el Ing. Pablo Camacho, Director Regional de Conservación Vial en ese momento, mediante el oficio DRC-46-2019-05-15.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 55 de 112
----------------------	--	------------------



La decisión generó que la empresa contratista, durante el proceso constructivo, fuera determinando cuáles losas se tenían que sustituir o no, y no desde el diseño de pavimentos donde se debió haber conceptualizado la intervención a realizar según el estado de las losas para estimar si el proyecto era viable económicamente o no con base en otras alternativas. Además, la determinación adoptada de iniciar el proyecto sin la aprobación del diseño formal generó atrasos al proyecto, ya que al identificarse que no se contaban con los diseños se debió suspender el proyecto quedando un desnivel o grada en el segundo tramo que ponía en riesgo la seguridad vial de los usuarios durante el periodo de suspensión.

Colocación de una sobrecapa de mezcla asfáltica a pesar de haberse determinado un sobre diseño

El tercer aspecto que se considera inadecuado en la gestión del proyecto fue la decisión de la ingeniería de proyecto de no impedir a tiempo, la colocación de la sobrecapa asfáltica una vez que habían sido sustituidas las losas de concreto y conociendo que la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes había determinado un sobrediseño mediante el oficio DVP-05-0250 del 12 de junio de 2019. Esto fue evidenciado con el reinicio de labores de colocación de sobrecapa asfáltica en el mes de junio antes de la segunda suspensión del proyecto a inicios del mes de julio de 2019 por el mismo tema del sobrediseño de espesores en los tres tramos contemplados en la intervención.

La determinación adoptada en este caso por la Administración repercutió directamente en principio de eficiencia de los recursos públicos, ya que como se evidencia en otros hallazgos, se colocaron espesores desproporcionados de acuerdo con el propósito de la intervención que era brindar transitabilidad durante un periodo de 5 años. La ineficiencia de la inversión evidenciada en esta ruta incide en el presupuesto destinado a la atención de línea 3 de la licitación LP N°2014LN-00018, ya que como es conocido estas contrataciones cuentan con un presupuesto limitado anualmente para la atención y conservación de la red vial.

Ausencia de inspección adecuada en los trabajos

Un cuarto elemento que incidió en la correcta gestión del proyecto fue el tema de la inspección de los trabajos ejecutados. El inicio de los proyectos de atención a las losas de concreto de la autopista Florencio del Castillo coincide con el término del contrato de los Administradores Viales (entes encargados de realizar la inspección por parte del CONAVI), quienes ya habían rechazado uno de los diseños de pavimentos planteados por la empresa en setiembre del 2018 según lo indica el oficio DRC-46-2019-0515.

Ante la ausencia de contratos de inspección, se decidió incorporar a un ingeniero del CONAVI como inspector. En ese lapso de tiempo se evidenciaron prácticas constructivas inadecuadas tal como se informó en la nota LM-PI-020-2019.

Posteriormente, con el reinicio de los trabajos en el mes de junio de 2019, se inició nuevamente la inspección bajo la modalidad del contrato con el Administrador Vial. En este caso según el registro de los informes mensuales del Administrador Vial, se evidenciaron actividades de

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 56 de 112
----------------------	--	------------------



colocación de mezcla asfáltica en dicha ruta durante los meses de junio, julio y agosto de 2019, tal como se observa en la Figura 31. Sobre el registro de actividades de colocación de sobrecapa asfáltica, se debe mencionar que la inspección del Administrador Vial ya estaba activa en el momento que se colocó la capa de 14 cm (en promedio) en el tramo 2, entre los meses de junio y julio según SIGEPRO, por lo que es criterio del equipo auditor que la inspección debió haber alertado oportunamente a la ingeniería de proyecto del sobre espesor que se estaba colocando la empresa contratista en dicho tramo.



Actualmente se concluyó la ejecución de la propuesta de intervención de varias rutas nacionales previamente aprobadas por la administración. Durante este mes de agosto, se continúan los trabajos de colocación de sobre carpeta en ruta 2, Ochomogo, sin embargo los mismos se suspendieron recientemente, ya que se solicitó nuevamente la revisión de los diseños y finalmente en este mes se concluyó con la colocación de la mezcla. Se continúa con el trabajo de rehabilitación de las carpeta asfáltica en la ruta 2 Cerro de la Muerte. También se trabaja en la señalización de la ruta 2, con la colocación de rótulos, así como el trabajo de levantamiento de tapas en varias rutas.

Ver referencia de actividades acreditadas en páginas de la 15 a la 22

CACISA, AGO-19

PROYECTO 2019CD-000009-0006000001

SUB-REGION C2

Figura 31. Trabajo colocación de sobrecapa Informe mensual línea 3, agosto de 2019. Fuente: CACISA, 2019

Por lo tanto, se evidenciaron debilidades en el proceso de inspección que pudieron haber mejorado la calidad del proceso constructivo, así como alertar a la Administración de sobrecostos del proyecto durante su proceso de ejecución.

Por último, un aspecto a mencionar es el papel de la Administración en el manejo de la información del proyecto hacia los usuarios. Como se ve en la Figura 32, el presupuesto de la

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 57 de 112
----------------------	--	------------------



intervención anunciada al público mediante la página oficial del MOPT, fue modificado luego de transcurridos los trabajos. Al inicio, el proyecto fue estimado en 1800 millones de colones, cambiando a 1422 millones de colones, luego de las suspensiones que se dieron en el proyecto.

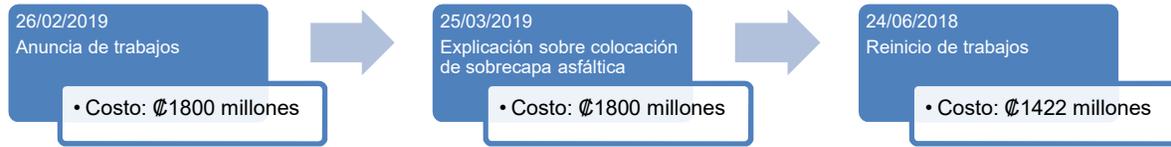


Figura 32. Resumen de comunicados emitidos por la Administración sobre la variación en el costo de la intervención en la Ruta 2, Carretera Florencio del Castillo. Fuente: Comunicados oficiales del MOPT.

De acuerdo con el diagnóstico realizado sobre la toma de decisiones de la Administración durante la gestión del proyecto de atención de las losas de concreto de la Ruta Nacional 2, Carretera Florencio del Castillo, se concluye que las determinaciones asumidas por la Administración durante la conceptualización y ejecución del proyecto, incidieron significativamente en los costos, plazos y calidad del proyecto, esto pese a que sí se logró alcanzar el propósito de la intervención, el cual era generar transitabilidad, es decir confort a los usuarios. Por lo tanto, se recomienda establecer las responsabilidades pertinentes de los sobrecostos generados del proyecto en aras de mejorar los principios de eficiencia de la inversión de los recursos públicos en los proyectos de mantenimiento de carreteras de la Red Vial Nacional de Costa Rica.



11. CONCLUSIONES

Sobre las prácticas constructivas del proyecto:

- Se observó que una gran parte de las losas conservadas en esta rehabilitación se encontraban en condición agrietada y con bordes severamente deteriorados.
- Se colocó mezcla asfáltica sobre una subbase desnivelada y visiblemente contaminada, producto del excesivo periodo en el que las losas de concreto permanecieron agrietadas.
- Se puede prever que la estructura granular, sobre la cual se colocó la mezcla asfáltica, no tiene la capacidad de soporte suficiente para soportar las cargas que pasan por esta vía, y que, por el contrario, es posible que se generen a corto plazo deformaciones importantes de forma progresiva, en la estructura de mezcla asfáltica que se colocó.
- No se observó un tratamiento adecuado durante la demolición de las losas para garantizar la perpendicularidad de las paredes en las juntas longitudinales ni en las transversales que aportara una unión efectiva entre las capas de ambos carriles, promoviendo irregularidades que posteriormente podrían afectar directamente el desempeño de la capa de rueda final.
- El riego de imprimación se realizó sobre una superficie con material suelto que propicia la pérdida de adherencia entre la subbase existente y la capa asfáltica colocada, lo cual podría incidir negativamente en el desempeño y durabilidad de los trabajos.
- Se observó la colocación de una capa de mezcla asfáltica sin compactar, conocida como “traba”, sobre la capa de material granular, evidenciándose espesores de hasta 10 cm sueltos y a temperaturas bajas de hasta 75 °C. Lo anterior, repercute en el desempeño de los trabajos realizados pues una capa colocada sobre otra capa que no fue densificada adecuadamente (caso de la subbase existente y la capa de “traba”), podría presentar problemas en su compactación ya que la energía para densificar se disiparía en la capa inferior sin capacidad de soporte, permitiendo que queden mayor cantidad de vacíos en la capa superior.

Sobre el diseño del proyecto:

- Se evidenció que los trabajos ejecutados entre finales de febrero y marzo del 2019 en la Ruta Nacional 2 por la empresa Hernán Solís, se ejecutaron sin haberse aprobado el diseño de pavimentos en contraste con lo establecido en el cartel de licitación 2014LN-000018CV-0CV00.
- Se evidenció la aprobación de un sobrediseño para la atención de esta rehabilitación, de modo que, los resultados del análisis estructural permitieron determinar que la realización de estos trabajos ocasionaría que las secciones donde se sustituyeron las losas de concreto en el tramo 1, tengan un sobredimensionamiento de 8 cm, 9,5 cm en el tramo 2 y 9 cm en el tramo 3. Estos espesores de sobrediseño reafirman el criterio

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 59 de 112
----------------------	--	------------------



emitido por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes en el oficio DVP-05-19-0250 en que existía un porcentaje de sobrediseño en relación con el número estructural.

Sobre los espesores de mezcla colocados en el proyecto:

- Se evidenció que, en algunos tramos, los espesores de mezcla asfáltica colocados superan los aprobados por la Administración. Situación que, en conjunto con la aprobación del sobrediseño señalado, representan un aumento significativo en el costo del proyecto y constituyen una ineficiente inversión de los fondos públicos.

Sobre el control de calidad del proyecto:

- Al inicio del proyecto no se contó con ensayos de verificación de la calidad, por lo tanto, labores como la caracterización del material de subbase existente y la verificación del porcentaje de compactación de ese material no se estuvieron realizando por parte de la Administración.

Sobre la gestión del proyecto:

- Los trabajos realizados en la Autopista Florencio del Castillo se ejecutaron bajo un esquema de gestión reactiva, de modo que, a la carretera no se le dio mantenimiento preventivo, sino hasta que su condición ya fue crítica, siendo necesario el uso de fondos de conservación vial para su rehabilitación.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 60 de 112
----------------------	--	------------------



12. RECOMENDACIONES

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones con el objetivo de que la Administración pueda mejorar aspectos relacionados con la gestión y el desarrollo de proyectos de mantenimiento y rehabilitación de la Red Vial Nacional.

A la Dirección Ejecutiva de CONAVI:

- Se recomienda iniciar las acciones administrativas correspondientes para determinar cómo la empresa contratista inicio obras sin estar aprobado un diseño y determinar por qué pasó cierto tiempo sin un correspondiente control de calidad en campo mediante el laboratorio de verificación de la calidad.
- Uno de los aspectos que obstaculiza el ampliar con mayor detalle los alcances de los informes de auditoría técnica es la no referencia a las constantes peticiones que hace esta auditoría mediante notas informes que no han sido respondidas en su plazo. Por lo tanto, se recomienda la emisión de una disposición donde se le recuerde a las distintas gerencias que componen al CONAVI sobre su obligación de dar respuesta a las notas informes que emite el LanammeUCR, en un plazo no mayor a 10 días hábiles.

A la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

- Durante la ejecución de este proyecto se observó una gran cantidad de malas prácticas constructivas que definitivamente pueden afectar el correcto desempeño de la estructura de pavimento. Por lo tanto, para evitar la ocurrencia de estas prácticas se recomienda asignar inspectores capacitados en los frentes de obra de conservación vial, de modo que tengan el criterio suficiente como para alertar a la Administración sobre cualquier práctica constructiva o situación que pueda afectar el correcto desempeño de un proyecto. Lo anterior, también implica un compromiso por parte de la Administración de valorar cada uno de estos casos y asegurar una eficiente inversión de los recursos públicos.
- Se recomienda realizar las gestiones correspondientes para que los trabajos de conservación vial nunca queden sin la inspección de personal capacitado, independientemente de cual sea el modelo de inspección. Mientras se trabaje mediante una metodología de precios unitarios, siempre será necesario contar en campo con inspectores capacitados.
- Tener una postura de no tolerancia ante malas prácticas constructivas recurrentes y que constantemente han sido señaladas por esta Unidad de Auditoría Técnica, por ejemplo, el uso de “traba”. De igual forma, se recomienda tener una postura de no tolerancia ante la colocación de espesores de mezcla superiores a los aprobados en el diseño de pavimento. Lo anterior, con el objetivo de garantizar un eficiente uso de los fondos públicos.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 61 de 112
----------------------	--	------------------



- Mientras se trabaje bajo una metodología de precios unitarios, no se recomienda el inicio de trabajos de rehabilitación o sobrecapa que no cuenten con su respectivo diseño aprobado por la Administración, pues es necesario garantizar que la alternativa propuesta por la empresa contratista es factible y no constituye un sobre diseño o un subdiseño. En el caso de que exista un sobrediseño se le debe exigir al contratista un reajuste de espesores o un replanteamiento de la intervención, contrario a lo que ocurrió en este caso, donde la Administración admite que hay un sobrediseño, pero a pesar de esto se lleva a cabo el proyecto.
- Durante la ejecución de una rehabilitación de pavimento se recomienda garantizar que todos los componentes de la estructura del pavimento cuentan con una cantidad suficiente de ensayos (que permita identificar si es necesario reemplazar o mejorar las propiedades mecánicas de un material) por parte de la verificación de la calidad, en este caso particular, se omitió la caracterización de la subbase y su correspondiente porcentaje de compactación.
- Por último, se recomienda trabajar bajo un esquema de gestión proactiva, donde no se tenga que prolongar la intervención de una ruta hasta que ya esté intransitable, sino que más bien, mediante el uso de técnicas de mantenimiento preventivo se busque preservar y alargar la vida útil de las inversiones que se realizan sobre la Red Vial Nacional.

A la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes:

Específicamente a la Dirección de Vías y Puentes, como departamento encargado de la revisión de diseños, se recomienda no aprobar diseños de estructuras de pavimento que representen un sobrediseño, ni dejar la toma de decisiones sobre la aprobación o rechazo de un diseño de pavimentos en manos de otras gerencias, en este caso de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI.

Al departamento de Auditoría Interna de CONAVI:

Se recomienda darle seguimiento a las medidas, correcciones y determinaciones que la Administración señale, a la luz de los hallazgos contemplados en el presente informe.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 62 de 112
----------------------	--	------------------



REFERENCIAS

- Consejo Nacional de Vialidad (2015). Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00 “MP Y R: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada”. CONAVI, San José, Costa Rica.
- Consejo nacional de Vialidad (2019). DVP-05-19-0250 Revisión del diseño de la estructura de pavimento para la Ruta Nacional No. 2, tramos. Repuestos Miami-Servicentro Cristo Rey (San José - Cartago), Puesto de Pesaje – Rampa de descenso (San José - Cartago) y Cruce Taras – Tanque de emulsión RECOPE (Cartago – San José). Correo electrónico del día 11 de junio de 2019 a las 22 y 19 horas. CONAVI, San José, Costa Rica.
- Consejo nacional de Vialidad (2019). DRC-46-2019-0515 Observaciones a los informes LM-PI-020-2019, LM-PI-022-2019 y LAM-PI-025-2019 del LanammeUCR, relacionado al proyecto de rehabilitación de losas de concreto en la Ruta Nacional 2, carretera Florencio del Castillo. CONAVI, San José, Costa Rica.
- Constructora Hernán Solís (2019). OFI-CC-EXT-03-2019CV-A Diseño de Espesores de Pavimento Ruta #2, Sección de Control 30220/30730. San José, Costa Rica.
- Constructora Hernán Solís (2019). OFI-CC-INT-02-2019CV Análisis complementario de la intervención de las losas de concreto, Ruta Nacional #2, Ochomogo. San José, Costa Rica.
- LanammeUCR (2019). LM-IC-D-0481-2019 Sobre el diseño de pavimentos de la rehabilitación de las losas de concreto de la Ruta Nacional 2, Autopista Florencio del Castillo. San José Costa Rica.
- LanammeUCR (2019). LM-PI-020-2019 Sobre el diseño de pavimentos de la rehabilitación de las losas de concreto de la Ruta Nacional 2, Autopista Florencio del Castillo. San José Costa Rica.
- LanammeUCR (2019). LM-PI-022-2019 Prácticas constructivas inadecuadas en la intervención realizada sobre la Ruta Nacional 2. Sección 30110, San Rafael – Quebrada Quirazú (Losas Ochomogo, Carretera Florencio del Castillo). San José Costa Rica.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR – 2010, Dirección General de Vialidad. San José, Costa Rica.
- U.S. Department of Transportation: Federal Highway Administration. (2006). *Low-Cost Treatments for Horizontal Curve Safety*. Washington DC, EEUU.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 63 de 112
----------------------	--	------------------



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Luis Diego Herra Gómez Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Mauricio Salas Chaves Auditor Técnico
Preparado por: Ing. José David Rodríguez Morera Auditor Técnico	Aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Visto bueno de legalidad: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR
	Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director LanammeUCR	

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 64 de 112
----------------------	--	------------------



13. ANEXOS

13.1. ANEXO 1. Oficio OFI-CC-INT-02-2019CV “Análisis complementario de la intervención de las losas de concreto, Ruta Nacional #2, Ochomogo.”



CONSTRUCTORA HERNÁN SOLÍS S.R.L.
Tel: 2231-3592 / Fax 2231-5871
E-mail: info@hsolis.com

San José, 14 de enero de 2019.-

OFI-CC-INT-02-2019CV

Referencia: Análisis complementario de la intervención de las losas de concreto, Ruta Nacional #2, Ochomogo.

Ingeniero
Edgar Meléndez Cerdas
Gerente de Conservación Vial y Puentes
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD.

Estimado Ingeniero,

Sirva la presente para extenderle saludo cordial, el objetivo de esta es remitirle el análisis efectuado a los Diseños de Espesores de Pavimento efectuados por la firma LGC Ingeniería de Pavimentos que corresponden a la intervención del Tramo de la Ruta Nacional #2 esto a la altura del sector de Ochomogo y Cruce con Tarás de Cartago, SC30730.

El propósito del siguiente análisis es determinar utilizando los diseños formales #238-2018 y #241-2018 (adjuntos), una alternativa de intervención la cual garantice por lo menos de 3 a 5 años de vida útil con la menor afectación y menor dificultad para el usuario de la vía.

Dicho análisis aquí presentado obedece a la preocupación sobre el tiempo de ejecución, las posibles afectaciones e interferencia del gran flujo vehicular que utiliza esta ruta como salida de la provincia de Cartago (TPD de 45261 vehículos diarios siendo de estos un 79 % de vehículos livianos) a sus destinos de trabajo y demás.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 65 de 112
----------------------	--	------------------



1. Propuesta Constructora Hernán Solís.

Una vez realizados los análisis (los cuales se detallan en la sección 3), se muestran las alternativas de rehabilitación de la estructura existente, para lo cual se realizaron bajo los siguientes criterios constructivos (se amplían en sección 4):

- utilización de una geomalla de fibra de vidrio GlasGrid
- demolición de las losas que presentan deterioros mayores al 70% de su área
- sellado de grietas y juntas (de las losas no demolidas)
- perfilado del espesor de asfalto presente en el tramo #3

i. Tramo #1: propuesta 5 años de vida útil

Carpeta asfáltica	14 cm
Geo-malla	
Losa concreto vieja	36 cm
Sub-base granular	32 cm
Sub-rasante	∞

ii. Tramo #2: propuesta 5 años de vida útil

Carpeta asfáltica	11 cm
Geo-malla	
Losa concreto vieja	36 cm
Sub-base granular	22 cm
Sub-rasante	∞

iii. Tramo #3: propuesta 5 años de vida útil

Carpeta asfáltica	15 cm
Geo-malla	
Losa concreto vieja	36 cm
Sub-base granular	22 cm
Sub-rasante	∞



2. Antecedentes de la intervención.

Dada la necesidad de la administración de intervenir esta ruta, esto por el alto grado de deterioro que presenta, para el mes de agosto del 2018 se nos solicita la realización de una propuesta de intervención por lo tanto se contrata a la firma LGC Ingenieros Consultores la realización de diseños formales de estructuras de pavimento esto para una estructura de rodamiento flexible como rígido (informes #238-2018 y #241-2018 respectivamente).

Una vez obtenidos dichos informes se determinan los posibles escenarios de intervención los cuales se presentan a continuación:

a. Diseño de espesores flexible (informe #238-2018).

Una vez caracterizada la estructura de pavimento y en particular la subrasante natural de sitio se identifican 3 tramos de intervención los cuales obedecen a alternativas diferentes dado su heterogeneidad en el valor de subrasante de sitio.

- i. Tramo #1: Repuestos Miami – Servicentro Cristo Rey, sentido SJ/Cartago
- ii. Tramo #2: Puesto de Pesaje – Rampa de descenso hacia Cartago, sentido SJ/Cartago
- iii. Tramo #3: Cruce Tarás – Tanques de emulsión RECOPE, sentido Cartago/SJ

b. En dicho documento se muestra que la subrasante natural de sitio presenta valores de CBR muy bajos, los cuales a la postre nos darán los espesores de la estructura a diseñar. Por tal motivo dicha alternativa de estructura con pavimento flexible quedaría de la siguiente manera:



i. Tramo #1: propuesta 10 años de vida útil

Carpeta asfáltica	23 cm
Base estabilizada	28 cm
Sub-base granular	32 cm
Sub-rasante	∞

ii. Tramo #2: propuesta 10 años de vida útil

Carpeta asfáltica	11 cm
Base estabilizada	28 cm
Sub-base granular	22 cm
Sub-rasante	∞

iii. Tramo #3: propuesta 10 años de vida útil

Carpeta asfáltica	24 cm
Base estabilizada	28 cm
Sub-base granular	22 cm
Sub-rasante	∞

Como se puede notar dicha intervención para los tres tramos identificados llevan la demolición de las losas actuales para posterior construir una base estabilizada, la cual por especificación se le debe de dar un tiempo de cura de 7 días hasta que alcance la resistencia de diseño.

c. Diseño de espesores de pavimento rígido (informe #241-2018)

Se solicita a la firma LGC realizar un diseño el cual implemente la construcción de losas de concreto sobre la estructura presente, dicho análisis y diseño arroja las siguientes estructuras para los tramos detectados:

i. Tramo #1: propuesta 10 años de vida útil

Losa concreto	36 cm
Sub-base granular	32 cm
Sub-rasante	∞



ii. Tramo #2: propuesta 10 años de vida útil

Losa concreto	36 cm
Sub-base granular	22 cm
Sub-rasante	∞

iii. Tramo #3: propuesta 10 años de vida útil

Losa concreto	36 cm
Sub-base granular	22 cm
Sub-rasante	∞

Esta intervención para los tres tramos identificados se deberán de demoler las losas existentes para posteriormente construir las losas nuevas las cuales se les debe de dar un tiempo de cura de 28 días o hasta que alcance la resistencia de diseño.

3. Análisis de rehabilitación

Dada la problemática que existe en dicha ruta como lo es la afectación al usuario y buscando un conform con la mínima perturbación se realiza análisis de alternativa la cual obedece a la rehabilitación de la estructura de pavimento existente.

Dicha rehabilitación y análisis se basa en la utilización de la estructura actual la cual se compone de una losa de concreto y una subbase granular, además de la utilización de una geomalla de refuerzo de pavimento (Glasgrid de Tensar) la cual propagara horizontalmente los esfuerzos verticales de las grietas y disipara los mismos evitando la aparición temprana de grietas en dichos tramos, con estos materiales se realiza recomendación para poder obtener una vida útil de 3 a 5 años.



3.1 Análisis de los tramos.

Para realizar el análisis de la vida útil que nos proporcionara las intervenciones, se tomaron los espesores indicados de la estructura actual del informe # 238-2018.

Una vez obtenidos estos perfiles característicos de la ruta se procede a utilizar los parámetros estructurales de cada una de las capas, cabe mencionar que se le asignara un coeficiente estructural a la losa de concreto esto para poder modelar la misma en el análisis efectuado, por lo tanto se tomaran los siguientes parámetros para la valoración final de las intervenciones:

Capa	Coficiente estructural (hoy en día)
Capa asfáltica nueva	0,45
Losa de concreto existente	0,30
Sub-base granular	0,12

Tabla #1. Coeficientes estructurales

2.1.1 Análisis de los tramos.

Para los tramos identificados de la ruta se analiza la intervención la cual consisten en colocar un espesor de mezcla asfáltica en función a la vida útil esperada sobre una geomalla de fibra de vidrio recubierto con un polímero elastómero (Glasgrid de Tensar). De dicho análisis se presenta la tabla de cálculos sobre el coeficiente requerido y obtenido, este análisis nos brinda la vida útil de dicha intervención.



Vida útil según EAL(años)		3	4	5	6
SN requerido		5.99	6.22	6.40	6.55
Propuestas. SN calculado		6.1	6.3	6.4	6.4
		Cumple	Cumple	Cumple	No cumple
Carpeta Nueva	a_i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	4.72	5.12	5.51	5.51
	D (cm)	12.0	13.0	14.0	14.0
	SN	2.1	2.3	2.5	2.5
Losa de Concreto	a_i	0.3	0.3	0.3	0.3
	D (in)	8.66	8.66	8.66	8.66
	D (cm)	22.0	22.0	22.0	22.0
	SN	2.6	2.6	2.6	2.6
Sub-base	a_i	0.12	0.12	0.12	0.12
	D (in)	12.60	12.60	12.60	12.60
	D (cm)	32.0	32.0	32.0	32.0
	m	0.80	0.80	0.80	0.80
	SN	1.4	1.4	1.4	1.4

Tabla #2. Análisis SN, tramo #1.



Vida útil según EAL(años)		3	4	5	6
<i>SN requerido</i>		3.83	4.00	4.14	4.26
<i>Propuestas. SN calculado</i>		3.9	4.1	4.3	4.3
		Cumple	Cumple	Cumple	No cumple
Carpeta Nueva	a_i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (cm)	4.0	5.0	6.0	6.0
	SN	0.7	0.9	1.1	1.1
Losa de Concreto	a_i	0.3	0.3	0.3	0.3
	D (in)	7.87	7.87	7.87	7.87
	D (cm)	20.0	20.0	20.0	20.0
	SN	2.4	2.4	2.4	2.4
Sub-base	a_i	0.12	0.12	0.12	0.12
	D (in)	8.66	8.66	8.66	8.66
	D (cm)	22.0	22.0	22.0	22.0
	m	0.80	0.80	0.80	0.80
	SN	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabla #3. Análisis SN, tramo #2.



Vida útil según EAL(años)		3	4	5	6
SN requerido		5.89	6.12	6.30	6.45
Propuestas. SN calculado		5.9	6.3	6.4	6.4
		Cumple	Cumple	Cumple	No cumple
Carpeta Nueva	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	4.72	5.51	5.91	5.91
	D (cm)	12.0	14.0	15.0	15.0
	SN	2.1	2.5	2.7	2.7
Losa de Concreto	a _i	0.3	0.3	0.3	0.3
	D (in)	9.84	9.84	9.84	9.84
	D (cm)	25.0	25.0	25.0	25.0
	SN	3.0	3.0	3.0	3.0
Sub-base	a _i	0.12	0.12	0.12	0.12
	D (in)	8.66	8.66	8.66	8.66
	D (cm)	22.0	22.0	22.0	22.0
	m	0.80	0.80	0.80	0.80
	SN	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabla #4. Análisis SN, tramo #3.



4. Conclusiones y recomendaciones constructivas.

4.1 Conclusión:

Una vez realizados los respectivos análisis utilizando la estructura de pavimento existente se determina como una buena alternativa de intervención la rehabilitación de la estructura actual colocando una geomalla y sobre esta un espesor de mezcla asfáltica el cual garantice la vida útil de 3 a 5 años.

4.2 Recomendaciones constructivas:

Para la etapa constructiva se recomienda cumplir los siguientes criterios técnicos para asegurar la intervención de la mejor forma:

1. Se deberán de demoler las losas de concreto que presentes un área fatigada o quebrada con alabeo del más del 70%. Se podrán sustituir estas por algún sistema constructivo ideado como por ejemplo:
 - i. Losas prefabricadas y colocadas en sitio
 - ii. Colocación de mezcla asfáltica sustituyendo el espesor de losa dañado.
2. Las grietas y juntas de las losas que no se demuelan será necesario darles un tratamiento de sellado de grietas previo a la rehabilitación.
3. Para prevenir y atrasar un reflejo de grietas procedente de las losas quebradas será necesario la utilización de la geomalla de refuerzo de pavimento Glasgrid la cual está diseñada especialmente para este tipo de intervenciones (adjunto ficha técnica).
4. Para el tramo #3, será necesario la demolición (perfilado) de los 10 cm de mezcla asfáltica detectados en los sondeos realizados (esto por el gran deterioro que tienen y al ser estos deterioros no compatibles con la geomalla), para posteriormente utilizar la alternativa aquí descrita.



5. Para el tramo #2 aunque el análisis de vida útil nos dio colocar 6 centímetros, por método constructivo y para absorber las deformaciones presentes por las losas es necesario colocar 5 cm de mezcla asfáltica que servirán de pre-nivelación y después el espesor de diseño, esto nos garantizaría un conform en dicho tramo.

En resumen:

- Para el tramo #1, se recomienda la colocación de 14 cm de espesor de mezcla asfáltica (5 cm de pre-nivelación y 9 cm de carpeta).
- Para el tramo #2, se recomienda la colocación de 11 cm de espesor de mezcla asfáltica (5 cm de pre-nivelación y 6 cm de carpeta).
- Para el tramo #3, se recomienda la colocación de 15 cm de espesor de mezcla asfáltica (5 cm de pre-nivelación y 10 cm de carpeta).

Agradeciendo de antemano su atención con la presente, se suscribe.

Ing. Keylor Godínez

Director de Proyectos.

Constructora Hernán Solís, SRL.



13.2. ANEXO 2. Memoria de cálculo de diseño realizado por el equipo auditor

- Tramo 1: Repuestos Miami-Servicentro Cristo Rey

Propuesta contratista informe No. OFI-CC-EX03-2019CV-A

Vida útil según EAL(años)		5	10	15	20
SN requerido		6.32	6.90	7.27	7.53
Propuestas. SN calculado		7.7	7.7	7.7	7.7
		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Carpeta Nueva	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	5.51	5.51	5.51	5.51
	D (cm)	14.0	14.0	14.0	14.0
	SN	2.5	2.5	2.5	2.5
Bacheo de mezcla asfáltica	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	8.66	8.66	8.66	8.66
	D (cm)	22.0	22.0	22.0	22.0
	SN	3.9	3.9	3.9	3.9
Sub-base	a _i	0.12	0.12	0.12	0.12
	D (in)	12.60	12.60	12.60	12.60
	D (cm)	32.0	32.0	32.0	32.0
	m	0.90	0.90	0.90	0.90
		1.4	1.4	1.4	1.4

Escenario 1. Diseño considerando la sustitución de losas + sobrecapa asfáltica (escenario final adoptado por la Administración)					
Vida útil		5	10	15	20
Sn requerido		6,32	6,9	7,27	7,53
Propuesta de SN		7,74	7,74	7,74	7,74
Criterio		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Sobrecapa asfáltica	a _i	0,45	0,45	0,45	0,45
	D(in)	5,51	5,51	5,51	5,51
	D(cm)	14	14	14	14
	SN 1	2,48	2,48	2,48	2,48
Losa de concreto sustituida por mezcla asfáltica	a _i	0,45	0,45	0,45	0,45
	D (in)	8,66	8,66	8,66	8,66
	D (cm)	22	22	22	22
	SN 1	3,90	3,90	3,90	3,90
Subbase	a _i	0,12	0,12	0,12	0,12
	D (in)	12,60	12,60	12,60	12,60
	D (cm)	32	32	32	32
	m	0,9	0,9	0,9	0,9
	SN	1,36	1,36	1,36	1,36
Subrasante		2850 psi			

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 76 de 112
----------------------	--	------------------



Escenario2. Diseño considerando la sustitución total de las losas por mezcla asfáltica (escenario propuesto por el equipo auditor)					
Vida útil		5	10	15	20
SN requerido		6,32	6,9	7,27	7,53
Propuesta de SN		6,32	6,94	7,30	7,56
Criterio		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Losas de concreto sustituida por mezcla asfáltica	ai	0,45	0,45	0,45	0,45
	D (in)	11,02	12,40	13,19	13,78
	D (cm)	28	31,5	33,5	35
	SN 1	4,96	5,58	5,94	6,20
Subbase	ai	0,12	0,12	0,12	0,12
	D (in)	12,60	12,60	12,60	12,60
	D (cm)	32	32	32	32
	m	0,9	0,9	0,9	0,9
	SN	1,36	1,36	1,36	1,36
Subrasante		2850			

- **Tramo 2: Puesto Pesaje-Rampa de descenso**

Propuesta contratista informe No. OFI-CC-EX03-2019CV-A

Vida útil según EAL(años)		5	10	15	20
SN requerido		4.07	4.58	4.86	5.06
Propuestas. SN calculado		5.4	5.4	5.4	5.4
		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Carpeta Nueva	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	2.36	2.36	2.36	2.36
	D (cm)	6.0	6.0	6.0	6.0
	SN	1.1	1.1	1.1	1.1
Bache de mezcla asfáltica	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	7.87	7.87	7.87	7.87
	D (cm)	20.0	20.0	20.0	20.0
	SN	3.5	3.5	3.5	3.5
Sub-base	a _i	0.12	0.12	0.12	0.12
	D (in)	8.66	8.66	8.66	8.66
	D (cm)	22.0	22.0	22.0	22.0
	m	0.80	0.80	0.80	0.80
		0.8	0.8	0.8	0.8

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 77 de 112
----------------------	--	------------------



Escenario 1. Diseño considerando la sustitución de losas + sobrecapa asfáltica (escenario final adoptado por la Administración)					
Vida útil		5	10	15	20
Sn requerido		4,07	4,58	4,86	5,06
Propuesta de SN		5,44	5,44	5,44	5,44
Criterio		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Sobrecapa asfáltica	ai	0,45	0,45	0,45	0,45
	D(in)	2,36	2,36	2,36	2,36
	D(cm)	6	6	6	6
	SN 1	1,06	1,06	1,06	1,06
Losas de concreto sustituidas por mezcla asfáltica	ai	0,45	0,45	0,45	0,45
	D (in)	7,87	7,87	7,87	7,87
	D (cm)	20	20	20	20
	SN 1	3,54	3,54	3,54	3,54
Subbase	ai	0,12	0,12	0,12	0,12
	D (in)	8,66	8,66	8,66	8,66
	D (cm)	22	22	22	22
	m	0,8	0,8	0,8	0,8
	SN	0,83	0,83	0,83	0,83
Subrasante		10950 psi			

Escenario 2 Diseño considerando la sustitución total de las losas por mezcla asfáltica (escenario propuesto por el equipo auditor)					
Vida útil		5	10	15	20
SN requerido		4,07	4,58	4,86	5,06
Propuesta de SN		4,13	4,66	4,93	5,11
Criterio		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Losas de concreto sustituidas por mezcla asfáltica	ai	0,45	0,45	0,45	0,45
	D (in)	6,50	7,68	8,27	8,66
	D (cm)	16,5	19,5	21	22
	SN 1	2,92	3,45	3,72	3,90
Subbase	ai	0,12	0,12	0,12	0,12
	D (in)	12,60	12,60	12,60	12,60
	D (cm)	32	32	32	32
	m	0,8	0,8	0,8	0,8
	SN	1,21	1,21	1,21	1,21
Subrasante		10950 psi			



• Tramo 3: Cruce de Taras-Tanques de Emulsión Recope

Propuesta contratista informe No. OFI-CC-EX03-2019CV-A

Vida útil según EAL(años)		5	10	15	20
SN requerido		6.24	6.80	7.06	7.42
Propuestas. SN calculado		7.9	7.9	7.9	7.9
		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Carpeta Nueva	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	5.91	5.91	5.91	5.91
	D (cm)	15.0	15.0	15.0	15.0
	SN	2.7	2.7	2.7	2.7
Bache de mezcla asfáltica	a _i	0.45	0.45	0.45	0.45
	D (in)	9.84	9.84	9.84	9.84
	D (cm)	25.0	25.0	25.0	25.0
	SN	4.4	4.4	4.4	4.4
Sub-base	a _i	0.12	0.12	0.12	0.12
	D (in)	8.66	8.66	8.66	8.66
	D (cm)	22.0	22.0	22.0	22.0
	m	0.80	0.80	0.80	0.80
		0.8	0.8	0.8	0.8

Escenario de diseño considerando la sustitución de losas + sobrecapa asfáltica (escenario final adoptado por la Administración)					
Vida útil		5	10	15	20
Sn requerido		6,24	6,8	7,06	7,42
Propuesta de SN		7,92	7,92	7,92	7,92
Criterio		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Sobrecapa asfáltica	a _i	0,45	0,45	0,45	0,45
	D(in)	5,91	5,91	5,91	5,91
	D(cm)	15	15	15	15
	SN 1	2,66	2,66	2,66	2,66
Losa de concreto sustituida por mezcla asfáltica	a _i	0,45	0,45	0,45	0,45
	D (in)	9,84	9,84	9,84	9,84
	D (cm)	25	25	25	25
	SN 1	4,43	4,43	4,43	4,43
Subbase	a _i	0,12	0,12	0,12	0,12
	D (in)	8,66	8,66	8,66	8,66
	D (cm)	22	22	22	22
	m	0,8	0,8	0,8	0,8
	SN	0,83	0,83	0,83	0,83
Subrasante		3000 psi			

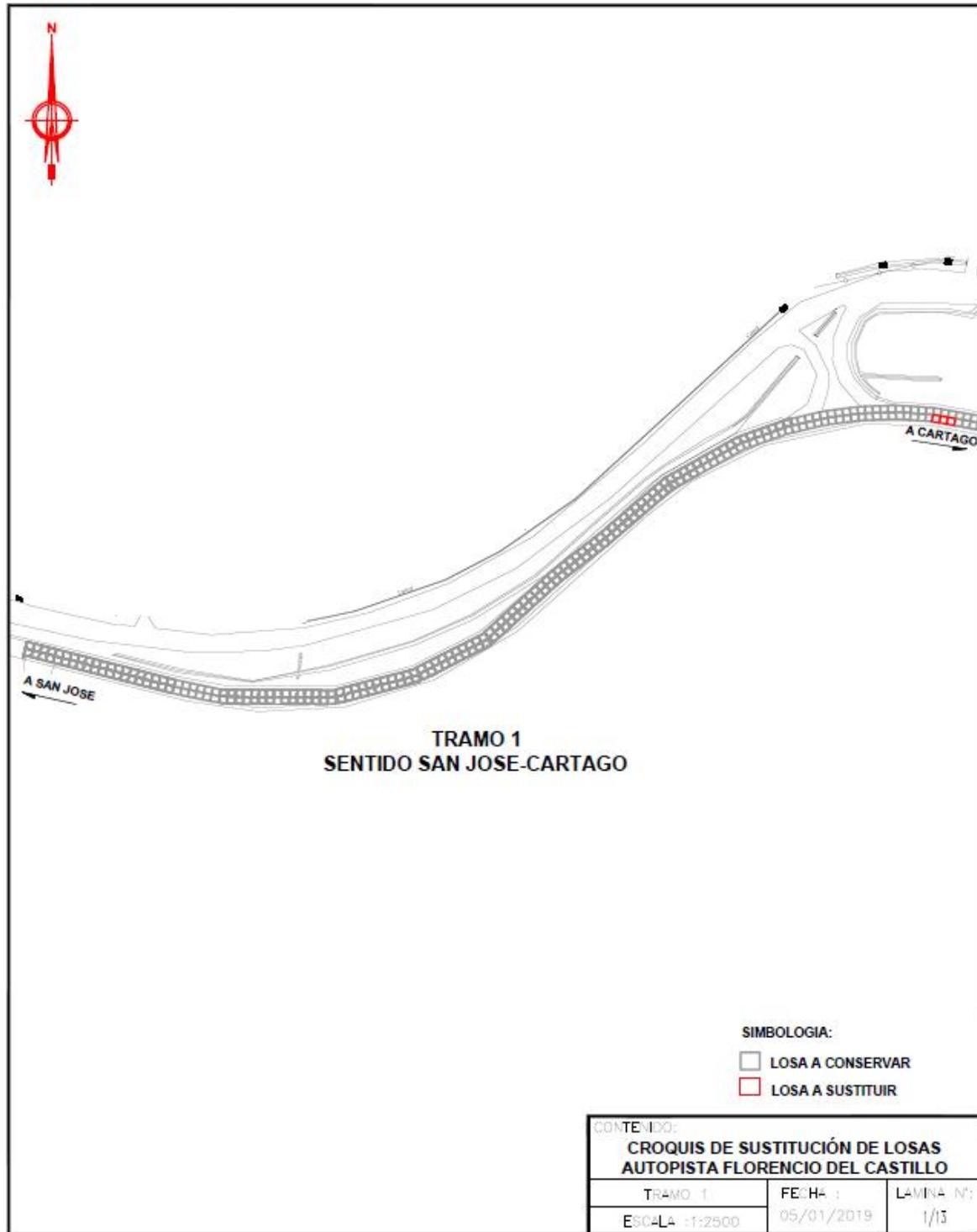
Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 79 de 112
----------------------	--	------------------

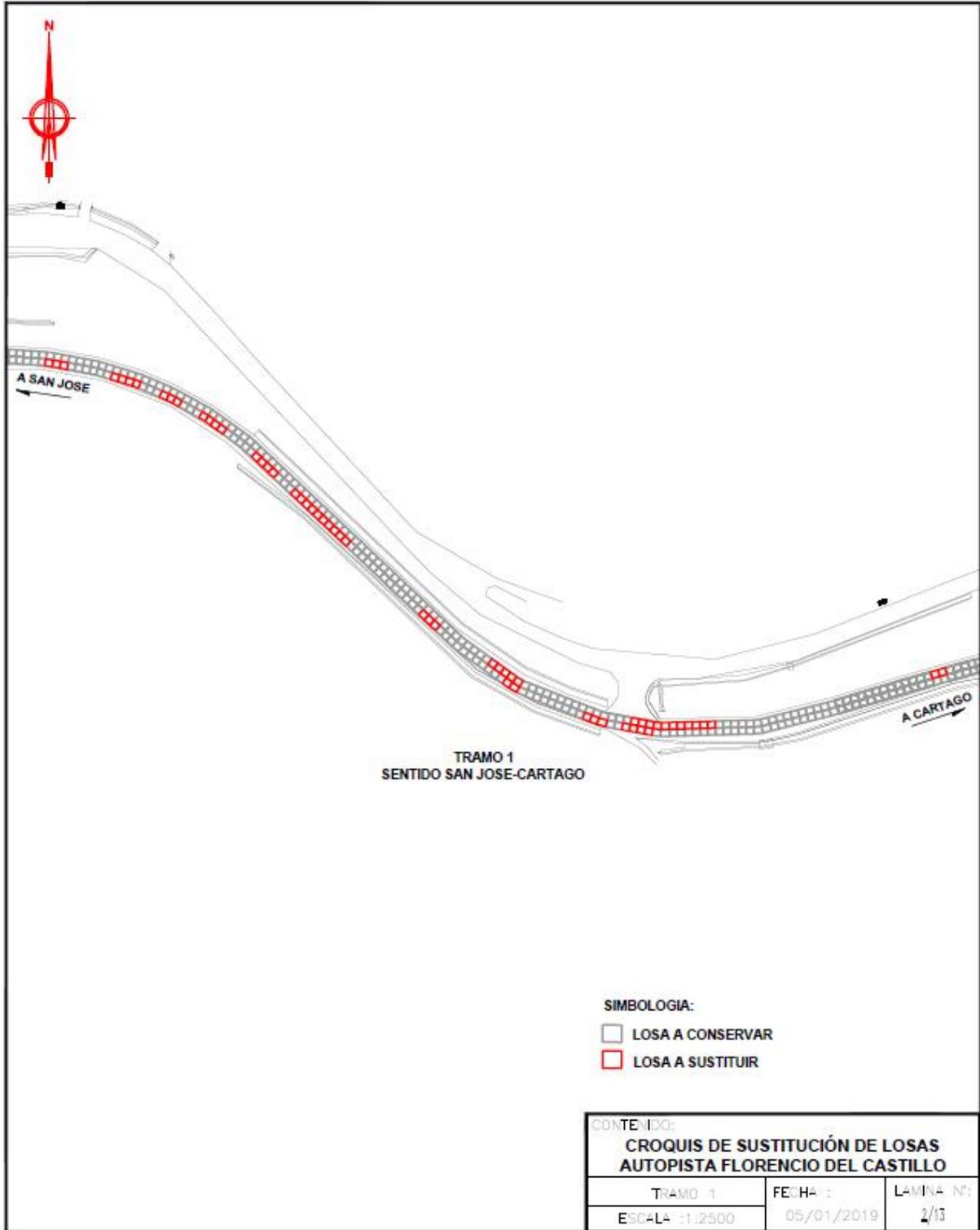


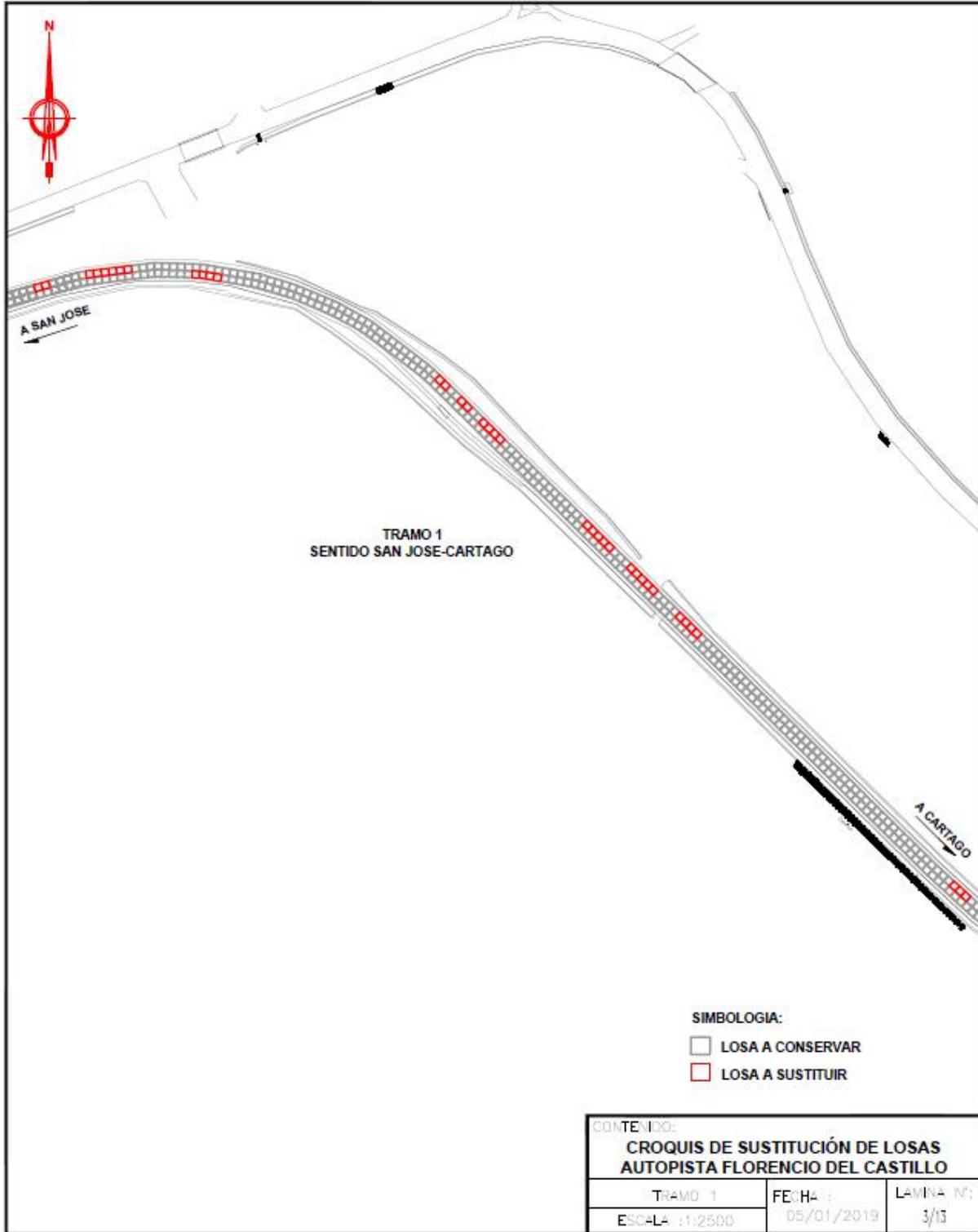
Escenario diseño considerando la sustitución total de las losas por mezcla asfáltica (escenario propuesto por el equipo auditor)					
Vida útil		5	10	15	20
Sn requerido		6,24	6,8	7,06	7,42
Propuesta de SN		6,32	6,86	7,12	7,48
Criterio		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Losas de concreto sustituidas por mezcla asfáltica	ai	0,45	0,45	0,45	0,45
	D (in)	12,20	13,39	13,98	14,76
	D (cm)	31	34	35,5	37,5
	SN 1	5,49	6,02	6,29	6,64
Subbase	ai	0,12	0,12	0,12	0,12
	D (in)	8,66	8,66	8,66	8,66
	D (cm)	22	22	22	22
	m	0,8	0,8	0,8	0,8
	SN	0,83	0,83	0,83	0,83
Subrasante		3000 psi			

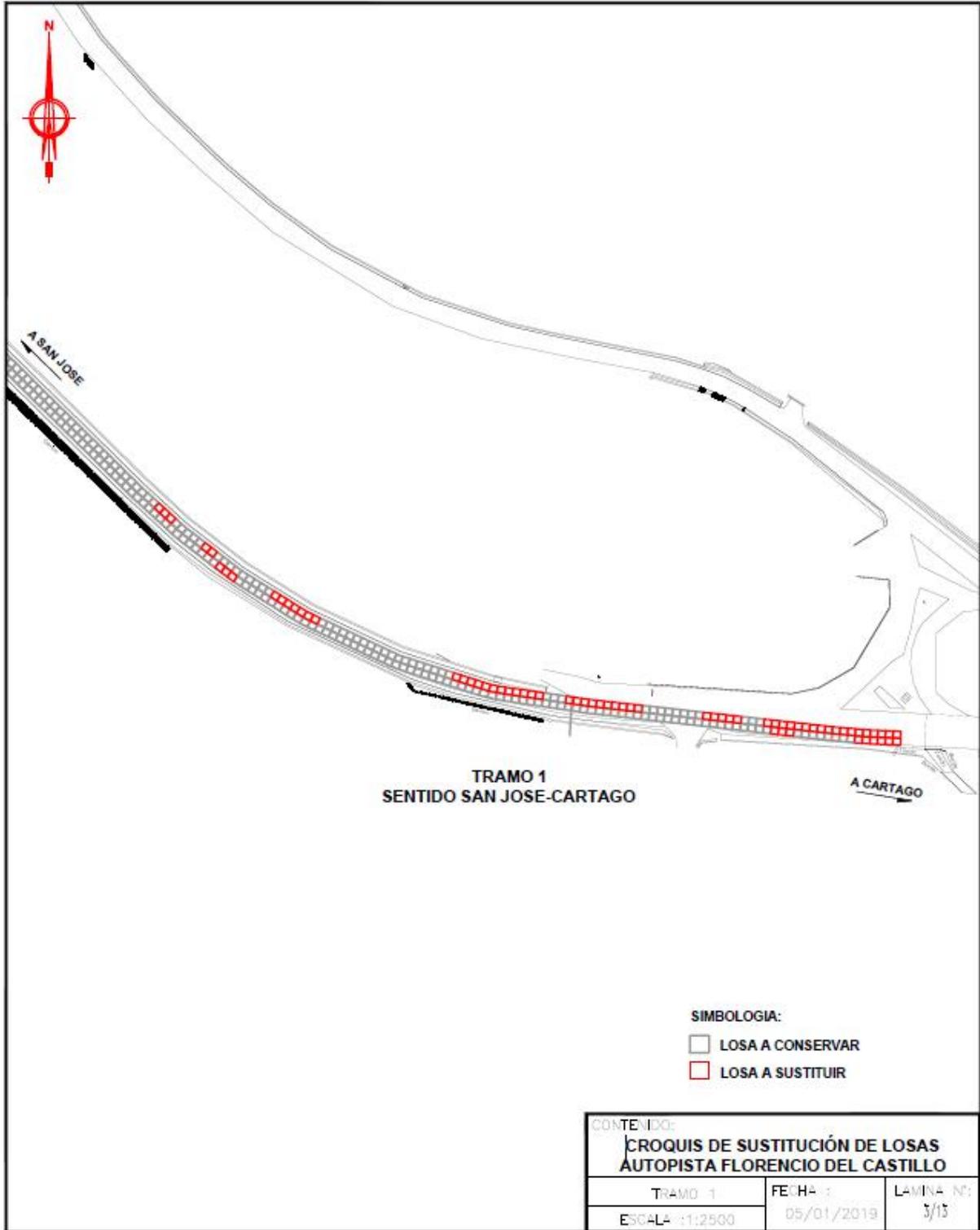


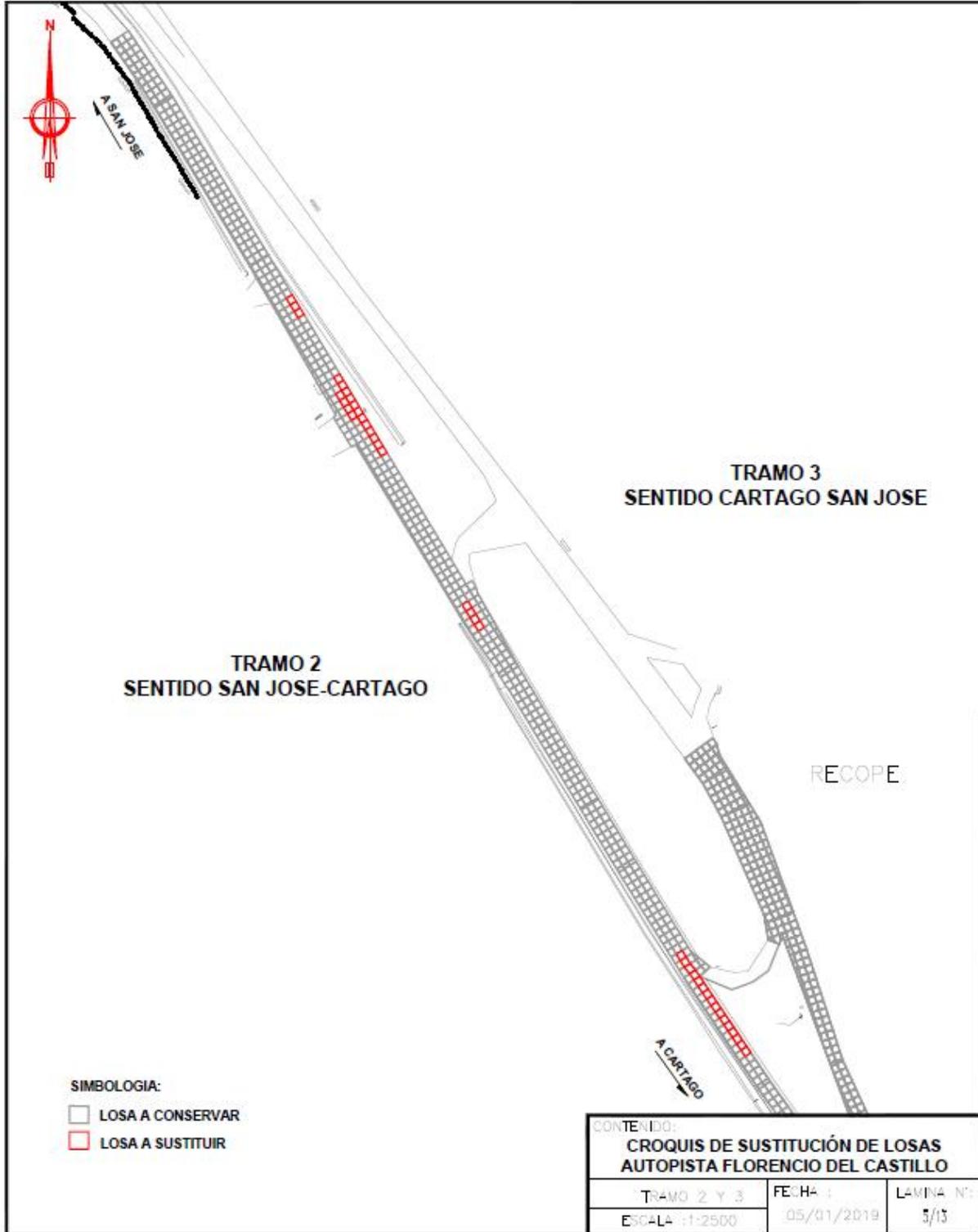
13.3. ANEXO 3. Esquema de losas a intervenir presentado por la empresa Hernán Solís.

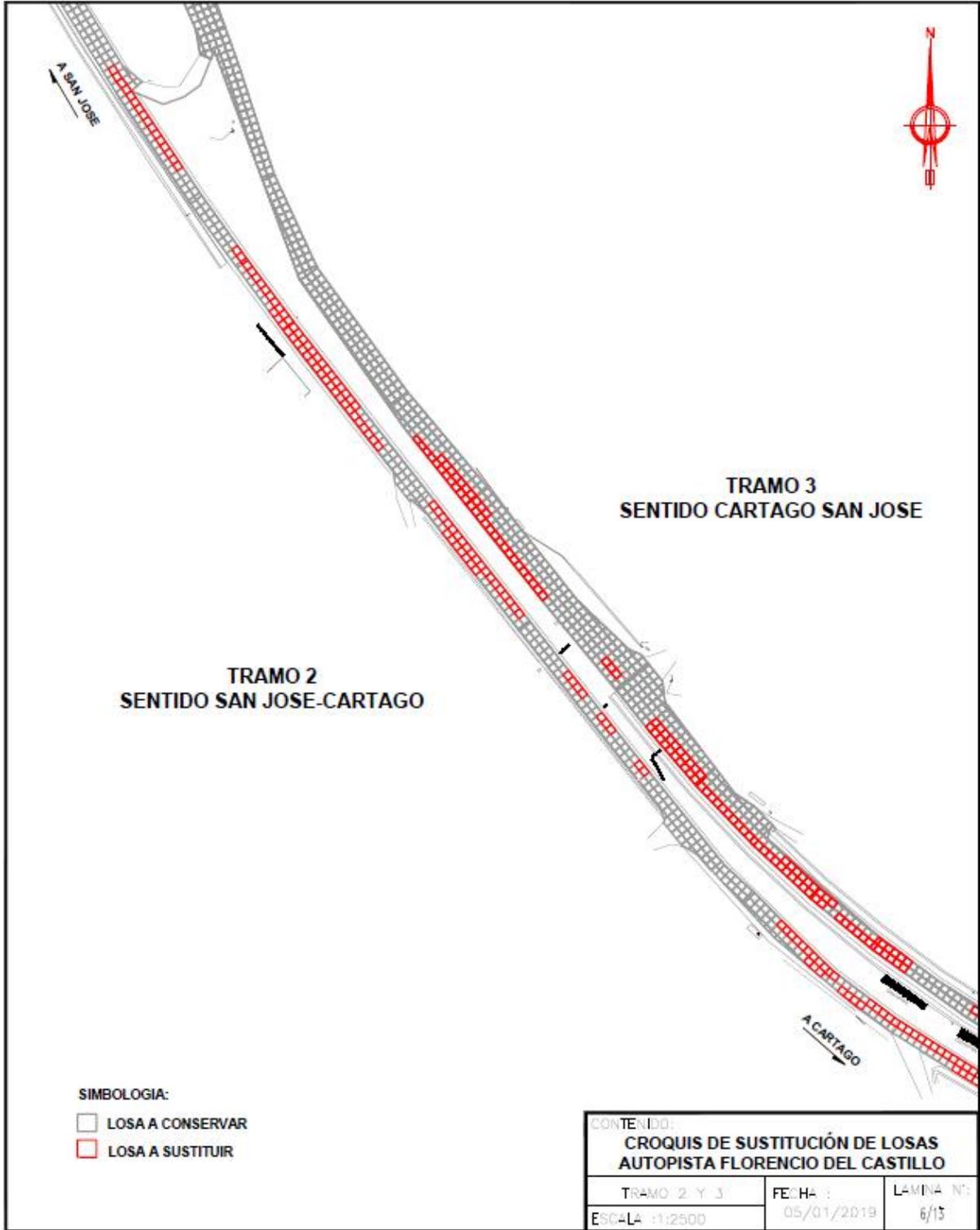


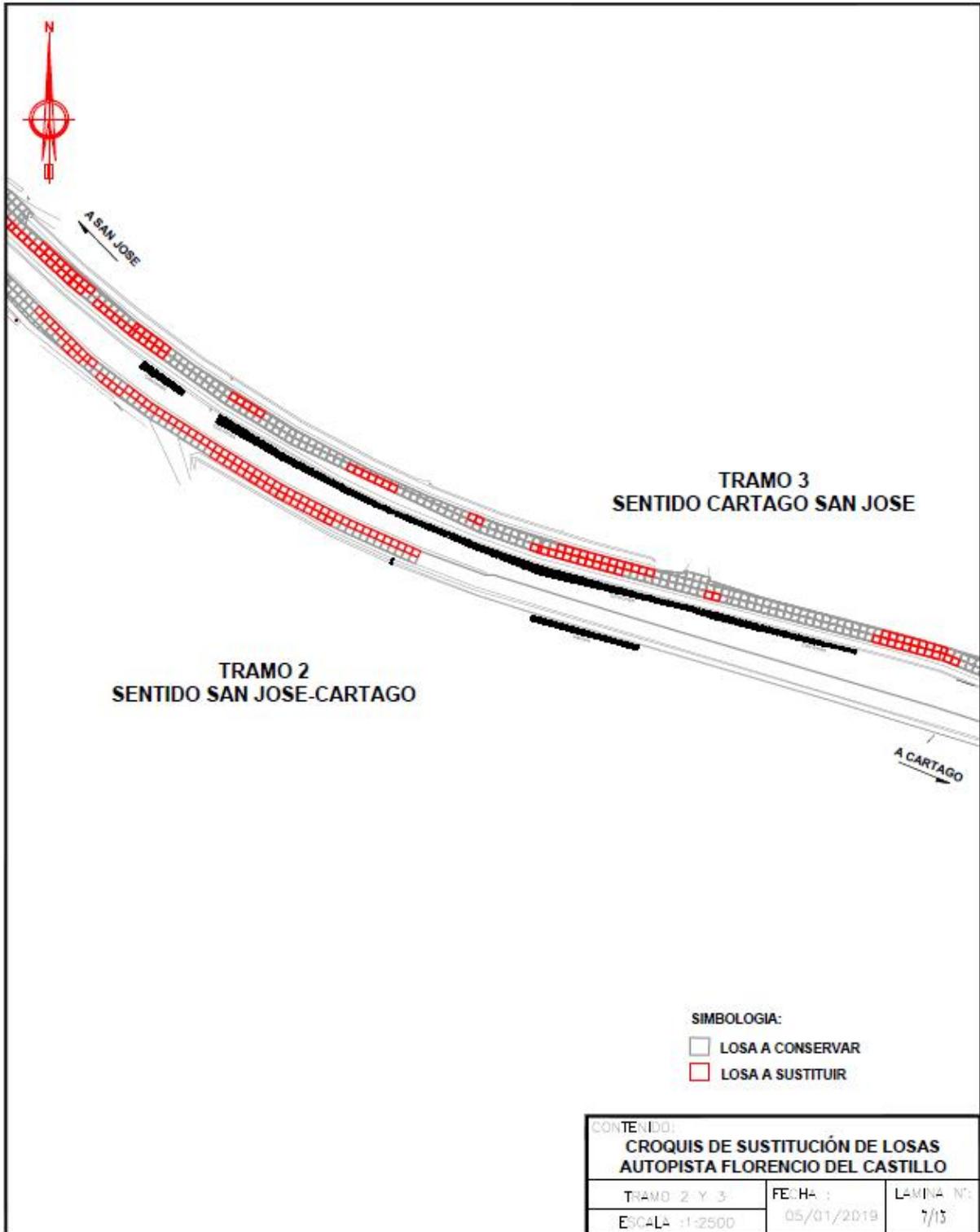


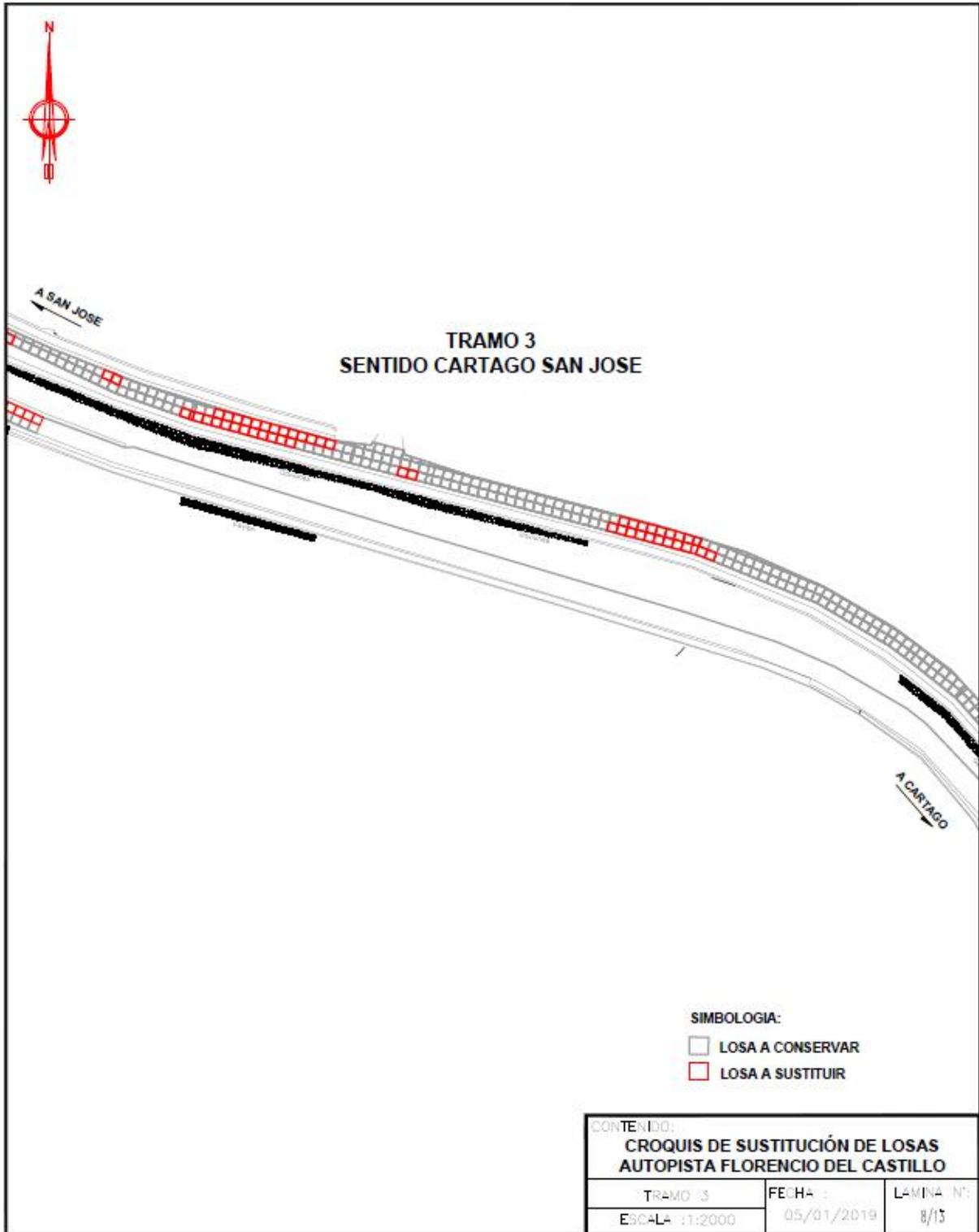


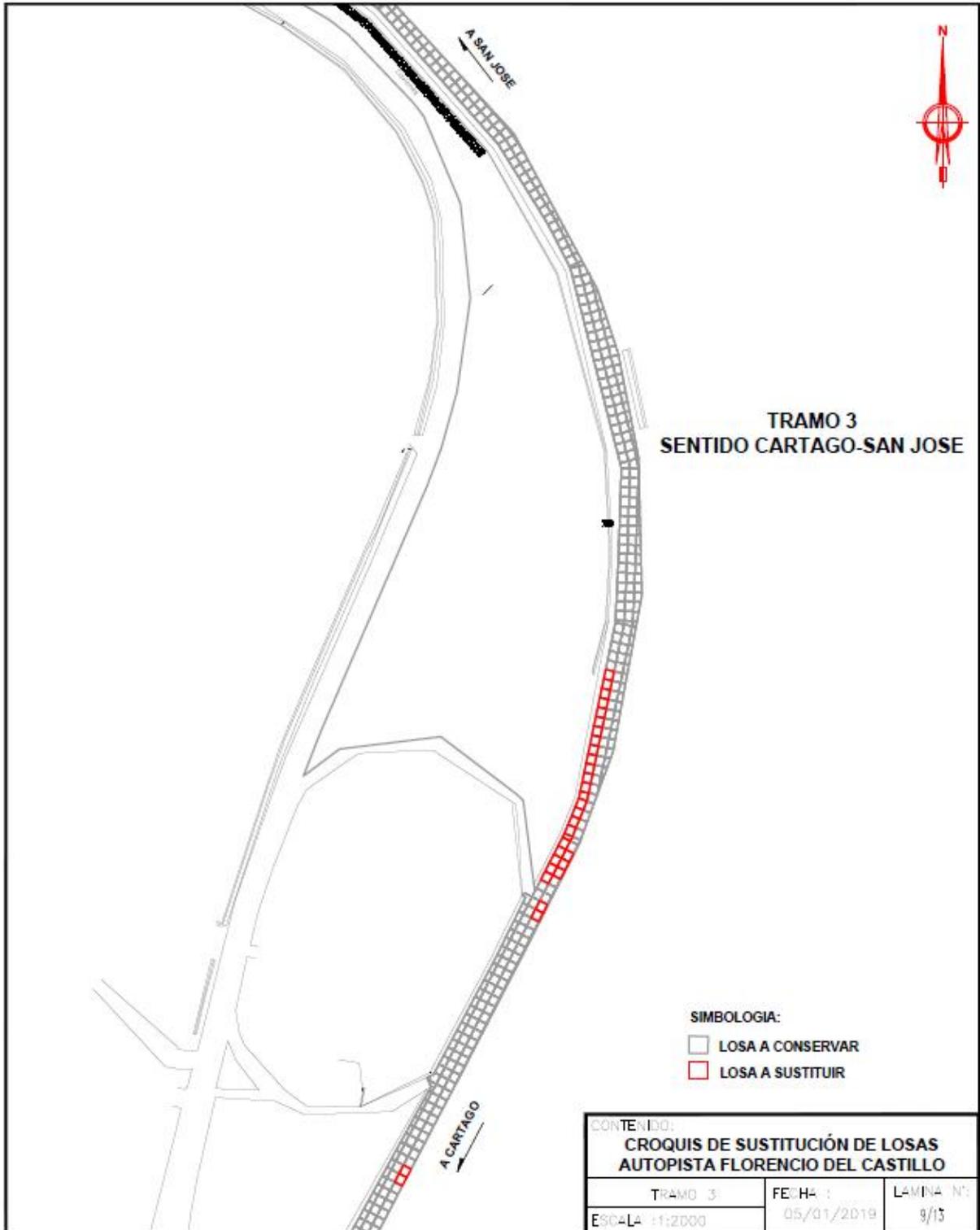




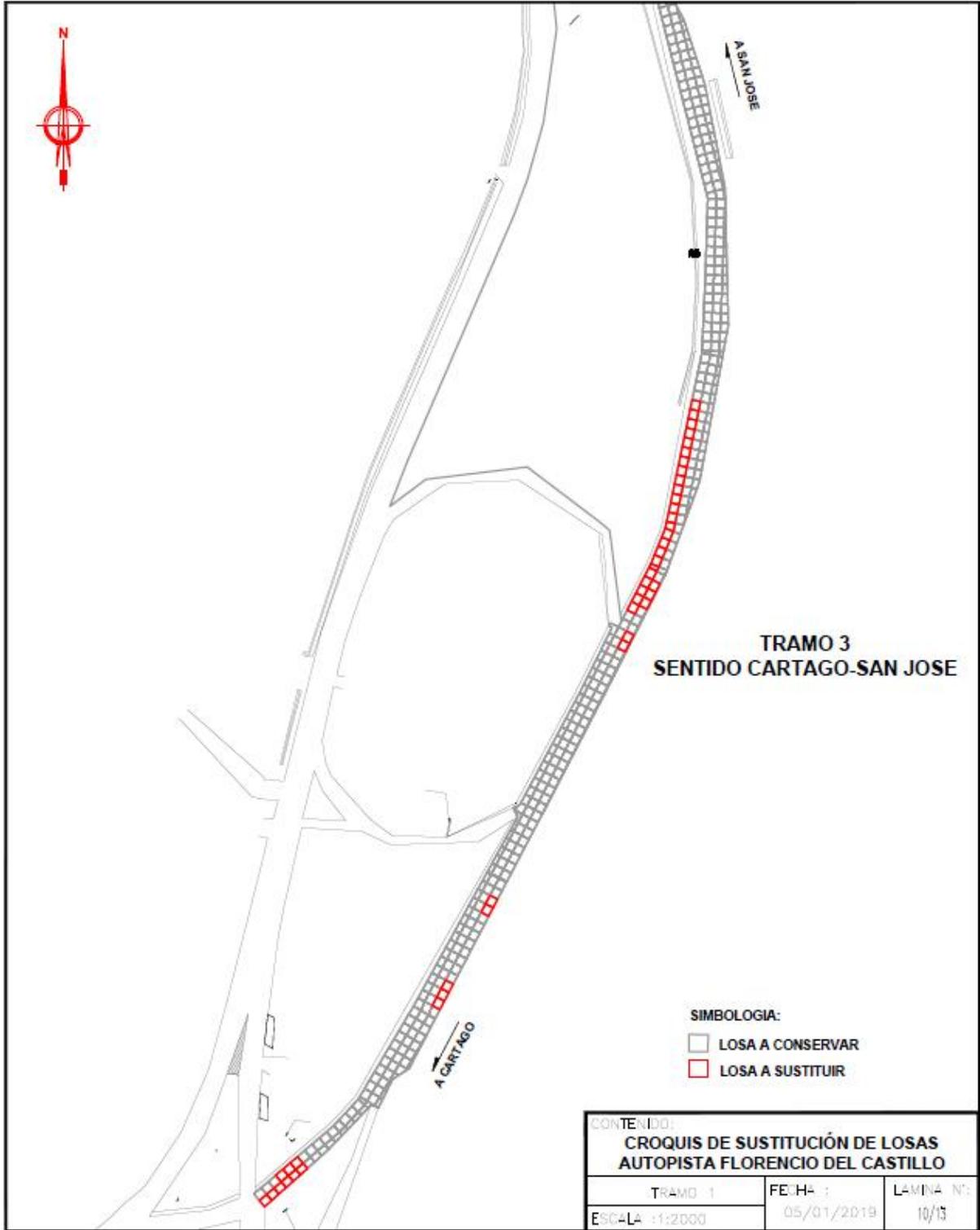








Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 89 de 112
----------------------	--	------------------





13.4. ANEXO 4. Oficio DRC-41-2019-1784 (Descargo)



GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Señora
Wendy Sequeira Rojas
Unidad de Auditoría Técnica Lanamme UCR
Coordinadora

Señor
Alejandro Navas Carro
Lanamme UCR
Director

REFERENCIA: Respuesta al informe preliminar de auditoría técnica externa LM-AT-079B-19: ANÁLISIS DEL CASO Y RESUMEN DE LOS CRITERIOS EMITIDOS POR EL LANAMMEUCR SOBRE LA INTERVENCIÓN REALIZADA EN LA CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO (LOSAS DE CONCRETO)

Estimados ingenieros:

Con relación al informe citado en la referencia, se procede a aclarar conforme a los hallazgos encontrados:

HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS INADECUADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE ESTA REHABILITACIÓN

- Las losas conservadas, se sellaron en caso de presentar grietas.
- En cuanto a perpendicularidad de las paredes, es deseable y técnicamente correcto, sin embargo, constructivamente había varios factores en contra:
 - no era posible contar con un equipo de corte para losas de esos espesores;
 - cuando uno de los límites era la pared del espaldón, en algunos casos, este estaba demasiado deteriorado para mantener su integridad.
 - Palas de 20 y 30 toneladas, por lo general, no permiten la sensibilidad necesaria para hacer cortes limpios
- En cuanto a las barreras de seguridad, se adjunta, con respecto a la disposición en altura, el apartado 4.5 de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, de la Universidad de Costa Rica, mayo 2011.

En dicho apartado se indica que, si la distancia lateral entre la línea borde del carril externo y el sistema de contención vehicular es mayor a 2m, la altura del sistema no cambia.

En el oficio AVLinea3-063-2019 se presentan los resultados de las medidas tomadas, conforme se indica en el apartado 4.5 mencionado; los promedios de las medidas tomadas en los tres tramos y en ambos sentidos, se resumen en el siguiente cuadro:



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 91 de 112
----------------------	--	------------------



GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Longitud (m)	Tramo I	Tramo II	Tramo III
LD	2,08	1,81	2,12
LI	2,28	2,23	2,14

Como se observa, según los resultados, en términos generales, las barreras de contención, según la guía elaborada por el Ing. German Valverde González, siguen prestando el servicio de las condiciones previas a la intervención.

- En cuanto a traba, se trata de una práctica que ha costado erradicar de los encargados más experimentados, pese a las múltiples llamadas de atención por parte de su representada y de la Administración. Debido a las actividades sujetas de inspección, que se dan de manera simultánea durante la ejecución del proyecto, no siempre es posible estar presente para evitarla. Llama la atención que los núcleos extraídos para verificar la calidad de la colocación, no reflejaran problemas de densificación en esos puntos.

HALLAZGO 2: LAS OBRAS INICIARON SIN UN DISEÑO FORMAL APROBADO POR EL CONAVI.

Las obras estaban constituidas por dos etapas, la primera y la que urgía para mejorar notoriamente la condición de la ruta, era la sustitución de las losas más deterioradas; para esta etapa no se requiere un diseño de pavimento, pues la labor consistía en demoler y sustituir, además de sellar las losas en mejores condiciones. Una vez que se terminó esta etapa, y se tenía un panorama real (que no se podía prever, debido a que algunas losas en apariencia en buen estado, una vez se retiraba la losa contigua, se "desboronaban" y dejarlas significaba un riesgo, para el desempeño del proyecto completo), se sometió a revisión la propuesta de la empresa, para proseguir conforme la revisión de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes.

HALLAZGO 3: SE EVIDENCIÓ LA APROBACIÓN DE UN SOBREDISEÑO PARA LA ATENCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LAS LOSAS DE CONCRETO EN LA AUTOPISTA FLORENCIO DEL CASTILLO.

Al tratarse de una superficie con características heterogéneas, el diseño presentado debía garantizar a la Administración la vida útil solicitada, en toda el área intervenida; quiere decir que, si se diseña a 5 años para los sectores más competentes, los puntos más vulnerables podrían fallar antes de ese plazo.

Con el objetivo de tener una estructura con un comportamiento homogéneo, se analizaron las dos propuestas iniciales:



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 92 de 112
----------------------	--	------------------



GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

1. Colocar antes de la carpeta asfáltica una BE-35 y
2. Sustituir la losa deteriorada, por una losa de concreto de 350kg/cm² en 24 horas.

El análisis desde el punto de vista de recreado, arrojó los siguientes resultados comparativos:

Cuadro 1: Comparación de opciones por recreado

Recreado por tramo (cm)	BE-35	Losa	MAC proyectada
Tramo 1	29	14	14
Tramo 2	19	16	6
Tramo 3	17	1	5

De modo que la BE-35, se descarta por cuanto los recreados no son viables, además de los problemas de comportamiento que puede presentar esta base estabilizada. La base granular no es una opción, pues daría recreados aún mayores.

El análisis desde el punto de vista de días de cierre, dio el siguiente resultado:

Cuadro 2: Comparación de opciones por días de cierre de la ruta.

Días cerrado por tramo	BE-35	Losa	MAC proyectada
Tramo 1	7	1	0
Tramo 2	7	1	0
Tramo 3	7	1	0

Finalmente, se analizó el monto de la inversión necesaria, comparando las dos opciones hasta ahora viables: costo de la sustitución de losa por losa y el de losa por MAC. En ese momento, antes de la ejecución, se estimaba un 40% de sustitución del área y 5.600m de intervención entre los tres tramos, según la auscultación visual del pavimento; de esos parámetros iniciales se da el siguiente resultado:





GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Intervención mejoramiento capa de rodadura RN.2				
	40%	KM	5600	
Tipo 1: Sustitución de losas fracturadas con MAC				
Item	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Demolición de losas	16.128,00	m ²	€17.430,58	€281.120.394,24
Pavimento bituminoso en caliente (mezcla utilizada para sustituir losas quebradas)	13.999,10	ton	€55.733,25	€780.215.563,01
Ruteo y sellado de grietas	2.100,00	ml	€2.416,12	€5.073.852,00
Geomalla de refuerzo de pavimento Glasgrid 8512	40.320,00	m ²	€10.202,67	€411.371.799,32
Pavimento bituminoso en caliente (mezcla utilizada para sobre capa estructural)	13.999,10	ton	€55.733,25	€780.215.563,01
Total:				€2.257.997.171,57
Tipo 2: Sustitución de losas fracturadas con concreto 350 kg/cm2 (fraguado a las 24 horas)				
Item	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Demolición de losas	16.128,00	m ²	€17.430,58	€281.120.394,24
Concreto 350 kg/cm2 (fraguado a las 24 horas)	5.644,80	m ³	€359.106,73	€2.027.085.669,50
Ruteo y sellado de grietas	2.100,00	ml	€2.416,12	€5.073.852,00
Geomalla de refuerzo de pavimento Glasgrid 8512	40.320,00	m ²	€10.202,67	€411.371.799,32
Pavimento bituminoso en caliente (mezcla utilizada para sobre capa estructural)	13.999,10	ton	€55.733,25	€780.215.563,01
Total:				€3.504.867.278,07

Los costos de la geomalla, la demolición de losas y el concreto de 350kg/cm2, están aprobados en el oficio DCVP-43-19-0213, adjunto.

Importante aclarar que el monto de 1.800 millones que trascendió a los medios de comunicación, fue un dato muy preliminar y el descenso en el costo en el último comunicado, no responde a la realidad del proyecto y puede deberse a la fuente de información en su momento consultada.

Del análisis realizado, y expuesto anteriormente, se concluyó que la mejor opción era la sustitución con MAC, por valor del recedido, por costo y por tiempo de incorporación del tránsito a la ruta, generando una afectación mínima al usuario y el menor precio.

HALLAZGO 4: SE DETERMINÓ QUE, EN ALGUNOS TRAMOS, LOS ESPESORES DE MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADOS SUPERAN LOS ESPESORES APROBADOS POR LA ADMINISTRACIÓN, SITUACIÓN QUE GENERA SOBRECOSTOS AL PROYECTO.

En el tramo 2, por instrucción de la Administración hacia el Administrador Vial, a pesar de que la empresa colocó más del espesor aprobado en diseño, solo se reconocen los 6 cm aprobados.

En el tramo 3, solo se colocaron 6 cm de espesor, como capa de nivelación. Así las cosas, en ningún tramo se colocó o se pagó más de lo indicado en el diseño aprobado, por lo que no se generaron sobrecostos como se afirma.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 94 de 112
----------------------	--	------------------



**GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES**

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

HALLAZGO 5: LAS IMPRECIIONES EN EL RECUENTO INICIAL DE NECESIDADES DEL PROYECTO INCIDIERON SIGNIFICATIVAMENTE EN LOS COSTOS

Los datos que se presentan en el análisis, para determinar la supuesta incidencia en los costos del proyecto debido a imprecisiones, se levantó sobre supuestos de costos incorrectos. Ver oficio de costos en el anexo 2.

A continuación, se presenta el panorama inicial, con los costos correctos.

Tramo 1		40%		Long.: 2000m	
Ítem	Unidad	Precio unitario	Cantidades colocadas	costo	
Demolición y remoción de losas de concreto	m2	₡17.430,58	5.760	₡100.400.140,80	
Pavimento bituminoso en caliente bacheo	t	₡55.733,25	5.000	₡278.648.415,36	
Ruteo y sellado de grietas	m2	₡2.416,12	750	₡1.812.090,00	
Pavimento bituminoso en caliente sobrecapa	t	₡55.733,25	5.000	₡278.648.415,36	
Colocación de geomalla	m2	₡10.202,67	14.400	₡146.918.448,00	
				₡806.427.509,52	
Tramo 2		40%		Long.: 1200m	
Ítem	Unidad	Precio unitario	Cantidades colocadas	costo	
Demolición y remoción de losas de concreto	m2	₡17.430,58	3.456	₡60.240.084,48	
Pavimento bituminoso en caliente bacheo	t	₡55.733,25	3.000	₡167.189.049,22	
Ruteo y sellado de grietas	m2	₡2.416,12	450	₡1.087.254,00	
Pavimento bituminoso en caliente sobrecapa	t	₡55.733,25	3.000	₡167.189.049,22	
Colocación de geomalla	m2	₡10.202,67	8.640	₡88.151.068,80	
				₡483.856.505,71	
Tramo 3		40%		Long.: 2400m	
Ítem	Unidad	Precio unitario	Cantidades colocadas	costo	
Demolición y remoción de losas de concreto	m2	₡17.430,58	6.912	₡120.480.168,96	
Pavimento bituminoso en caliente bacheo	t	₡55.733,25	6.000	₡334.378.098,43	
Ruteo y sellado de grietas	m2	₡2.416,12	900	₡2.174.508,00	
Pavimento bituminoso en caliente sobrecapa	t	₡55.733,25	6.000	₡334.378.098,43	
Colocación de geomalla	m2	₡10.202,67	17.280	₡176.302.137,60	
				₡967.713.011,42	



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 95 de 112
----------------------	--	------------------



GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Cuadro 3: Comparación de costos proyectados y ejecutados.

Tramo	Proyectado	Realizado	Diferencia
1	€806.427.509,52	€939.499.511,00	-€133.072.001,48
2	€483.856.505,71	€437.903.324,00	€45.953.181,71
3	€967.713.011,42	€559.780.967,00	€407.932.044,42
	€2.257.997.026,66	€1.937.183.802,00	€320.813.224,66

Del cuadro anterior se desprende que, si bien hubo modificaciones al proyecto inicialmente planteado, principalmente, en el porcentaje de losas a remover, el cual aumentó significativamente, esto desembocó a su vez, en una disminución de espesores de carpeta y la no colocación de la geomalla, por lo que las modificaciones no desembocaron en un aumento del costo del proyecto, sino más bien, en una disminución de alrededor de un 14%.

Importante aclarar que, en el desarrollo de un proyecto, es normal que se generen situaciones que obligan a reprogramar y en ocasiones replantear el abordaje de alguna actividad, es tan natural, que la normativa vigente, contempla órdenes de modificación y servicio, reprogramaciones, suspensiones, trabajo a costo más porcentaje, reconocimiento de eventos compensables, solo por mencionar algunas figuras, que se basan justamente, en la consideración del desarrollo orgánico que tiene todo proyecto; todo por supuesto, dentro del marco de los principios de eficiencia y eficacia

HALLAZGO 6: AL INICIO DEL PROYECTO NO SE CONTÓ CON ENSAYOS DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD.

En cuanto a que el laboratorio de verificación de la calidad, ingresó con unos días de desfase a verificar el material de subbase, en efecto no debió darse, sin embargo, fue subsanado a la mayor brevedad posible. Este detalle no deja desprotegida a la Administración pues en todos los casos, la empresa de acuerdo a la Ley de Contratación Administrativa, está obligada a subsanar, por su cuenta, cualquier deterioro que se dé antes cumplirse la vida útil contratada, en virtud de vicios ocultos¹ (malas prácticas constructivas o materiales de mala calidad no detectados en su momento).

Importante anotar que la mezcla asfáltica se verificó tanto en el proceso de producción, como durante la colocación, y de hecho cumplió con los estándares de calidad exigidos; con factores de pago, durante todos los meses de ejecución, de 1.

¹ LCA. ARTICULO 35.-

Prescripción de la responsabilidad del contratista. En cinco años, prescribirá la facultad de la Administración de redamar, al contratista, la indemnización por daños y perjuicios, originada en el incumplimiento de sus obligaciones. Si se trata de obras públicas, el término para el reclamo indemnizatorio originado en vicios ocultos, será de diez años, contados a partir de la entrega de la obra.





**GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES**

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

HALLAZGO 7: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN EN EL PROYECTO DE ATENCIÓN A LAS LOSAS DE CONCRETO DE LA RUTA NACIONAL 2 CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO

A este respecto, algunas consideraciones:

- Efectivamente se debe volver la atención al mantenimiento de losas de concreto, para evitar que se llegue a niveles de deterioro como el atendido.
- Aclarar que los costos de conservación, con la contratación Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00, proyecto: "MP y R: Mantenimiento Periódico y Rehabilitación del Pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada", no necesariamente son superiores a los de obra nueva, debido a que está concebido justamente para proyectos de mayor envergadura.
- Llama poderosamente la atención que los criterios y la información vertida en el oficio DRC-46,2019-05-15, del 8 de abril del 2019, por parte del Ing. Pablo Camacho, a pesar de que era el Coordinador de la Región Central, nunca la advirtió a la ingeniería del proyecto, que desconocía los antecedentes del proyecto.
- No queda claro del informe si se considera positivo que la vida útil de los trabajos sea de 5 años, en virtud de lo que puede demorarse la entrada en ejecución de la concesión o si, por el contrario, lo considera negativo, por haberse ido más allá de reestablecer la transitabilidad. En este punto, es importante mencionar que el tramo 3, en virtud del sobrediseño mencionado en el oficio de aprobación del diseño de la Gerencia de Contratación, se bajó el espesor, es en este tramo que podemos diagnosticar, si los tramos en donde se dejaron las losas, va a durar o no los 5 años y si efectivamente había un sobrediseño.
- La grada que quedó un tiempo, no se dio por falta de diseño aprobado, ya estaba claro que el espesor de mezcla eran 6cm, sin embargo, la empresa interpretó que se había acogido su sugerencia de ampliar la capa, para poder garantizar el IRI, al saber que no, y que no se le iba a pagar el sobreespesor, paró para barajar alternativas, sin embargo, ante las situaciones de riesgo que se estaban dando, prefirió terminarla a cuenta propia.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 97 de 112
----------------------	--	------------------



GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Comentarios finales

Se reitera la necesidad de incorporar soluciones de bases de alta resistencia, que no impliquen cerrar la ruta durante el día mientras se gana resistencia, valga la coyuntura para solicitar, a esta prestigiosa casa de enseñanza, para que en todo lo que esté a su alcance, esta necesidad nos sea cubierta, a los que ejecutamos obra en el país. Con más herramientas, podemos atender mejor las exigencias de una sociedad tan dinámica, como la sociedad moderna.

De acuerdo al informe del Estado de la Nación del 2018, el congestionamiento vial en la GAM, le cuesta a Costa Rica hasta un 3,8% del PIB (cerca de 2.527 millones de dólares) cada año, por causa la pérdida de productividad de los trabajadores que deben desplazarse de su cantón de residencia a otro para laborar.

En el anexo 3, se puede ver el gráfico, extraído del mismo informe, en donde se refleja claramente, que quienes se transportan en vehículo o bus, son mayoritariamente trabajadores, seguido de estudiantes. De modo que la movilidad en nuestras arterias capitalinas, facilita o entorpece oportunidades de trabajo y estudio, para quienes se desplazan principalmente en autobús, según el mismo gráfico.

Con esto en mente, es importante también, no perder de vista el entorno en el que se daban las obras, se estaban realizando de forma simultánea las siguientes obras:

- ✓ Mantenimiento de la ruta 2, a la altura de Ochomogo (Motivo presente de análisis)
- ✓ trabajos de rehabilitación en el Cerro de la Muerte,
- ✓ trabajos de rehabilitación en ruta 5, en el Cantón de Tibás
- ✓ trabajos de demarcación en ruta 32
- ✓ trabajos de ampliación del puente del Virilla en la ruta 32
- ✓ trabajos de ampliación de la carretera Braulio Carrillo, de ruta 4 a Limón
- ✓ trabajos de circunvalación

Solo por mencionar algunos de los trabajos de más impacto en ejecución. El tiempo perdido en presas del usuario, de acuerdo a sus patrones de origen-destino, puede ascender a horas, con las externalidades negativas, no solo sobre el ambiente, el gasto de combustible, sino sobre su calidad de vida y estado anímico, incrementando la violencia en carretera (En el anexo 4 se pueden ver algunos encabezados de los medios locales, con notas al respecto).

Como ingenieros, no podemos abstraernos del contexto social y económico del país, debemos como técnicos, aportar propuestas en las que prive el bien común y se atiendan necesidades básicas de la ciudadanía, de trabajo, estudio, recreación y libre tránsito. Ver el entorno y cómo encaja nuestra labor en el mapa, nos obliga a actuar, entendiendo, que la no ejecución de un proyecto, puede ser mucho más caro, que la ejecución con las insuficientes herramientas que tenemos.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 98 de 112
----------------------	--	------------------



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



**GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES**

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Finalmente agradecer el acompañamiento que realiza el Lanamme en nuestra labor diaria, y el reconocimiento del aporte que realiza en la mejora de la red vial y de los profesionales involucrados. Sin otro particular, se despide de ustedes muy atentamente

HANNIA PATRICIA ROSALES
HERNANDEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por
HANNIA PATRICIA ROSALES
HERNANDEZ (FIRMA)
Fecha: 2019.12.03 02:17:13
-06'00'

Hannia Rosales Hernández
Directora Región Central
GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

HRH/HRH

C Ing. Mario Rodríguez Vargas, Director Ejecutivo, CONAVI
Ing. Edgar Meléndez C, Gerente de Conservación de Vías y Puentes
Lic. Reynaldo Vargas Soto, Auditoría Interna, CONAVI
Archivo
Copiador



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 99 de 112
----------------------	--	------------------



GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

ANEXO 1: Apartado 4.5 de la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, de la Universidad de Costa Rica, mayo 2011.

4.5 Disposición en altura
La altura recomendada para cada sistema de contención vial, barreras de seguridad o pretilas de puentes, la establece el fabricante, de acuerdo con los prototipos ensayos a escala real de forma exitosa bajo la norma EN 1317 o la norma NCHRP Reporte 360, que se realizan para aprobar y clasificar un sistema de contención vehicular.
Por lo tanto, las barreras de seguridad deben ser instaladas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, particularmente lo referente a la disposición en altura del sistema. Se debe observar que durante toda la vida útil del sistema de contención esta disposición se mantenga constante. Por ejemplo, la altura relativa de la barrera con respecto a la plataforma de la vía puede cambiar luego de que se apliquen tratamientos de mantenimiento y conservación como la colocación de sobreespasas.
Un vehículo puede ser enganchado por los postes o pasar por debajo de la viga metálica si la altura de la barrera es mayor a la indicada por el fabricante, por otra parte, si el sistema se instala a una altura menor, el vehículo puede franquear la barrera, inclinarse sobre la barrera y colisionar con el obstáculo o volcarse.
El punto de referencia con respecto al cual se debe medir la altura de la barrera se especifica en la Figura III-13.
Si la distancia lateral entre el límite externo...



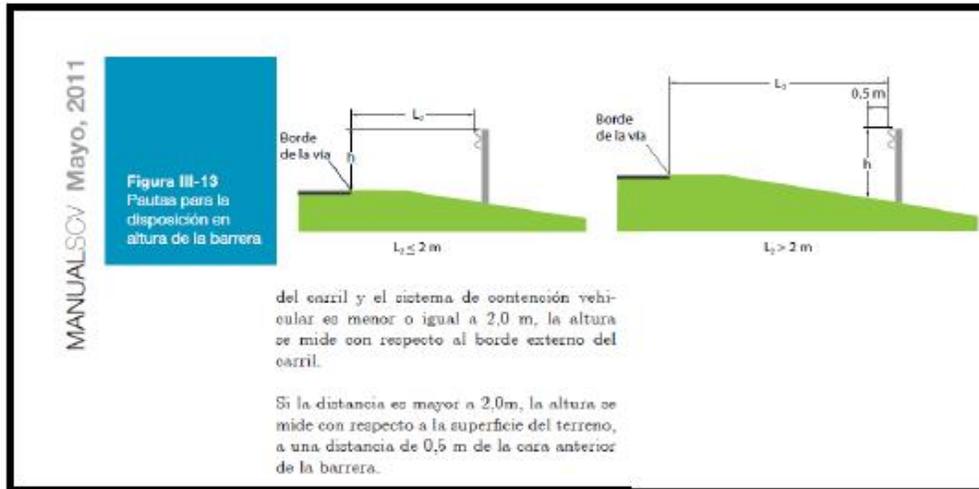
Table with 3 columns: Informe LM-AT-079-19, Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019, Página 100 de 112



GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 101 de 112
----------------------	--	-------------------



GERENCIA DE
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

ANEXO 2: DCVP-43-19-0213



Dirección de Costos de Vías y Puentes

Tel: 2202-5498 Fax: 2524-1433
Email: gerencia.contratacion@conavi.go.cr
harsol.mora@conavi.go.cr

San José, 14 de marzo del 2019
DCVP 43-19-0213

Ingeniera
Hannia Rosales Hernández
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD
S. O.

Ref.: Solicitud de análisis de razonabilidad del precio para el costo de los ítems nuevos: "Geo malla de refuerzo de pavimento Glasgrid 8512", "Concreto hidráulico f'c=350 kg/cm² a 24 horas" y "Demolición y remoción de Losas de Concreto" para el proyecto: "Mantenimiento periódico y rehabilitación de la Red Vial Nacional Pavimentada". Licitación Pública No. 2014L.N-000018-0CV00. Línea No. 3, Zonas 1-3, 1-7 y 1-8.

Estimada ingeniera:

En atención a lo solicitado en el oficio No. GCSV-41-2019-1049 (5185) de fecha 5 de marzo del 2019, respecto a la razonabilidad de precios de lo indicado en la referencia, se le informa que esta Gerencia ha realizado la revisión de las memorias de cálculo e información adicional solicitada mediante correo electrónico adjunto a este oficio y la respuesta a éste, incluyendo el suministro de factura proforma de la "Geo malla Glasgrid 8512", verificando los elementos que participarían en la conformación del precio, entre ellos: insumos, salarios, tarifas y otros; de lo cual, se obtiene el siguiente resultado.

Item	Descripción de la actividad	Unidad de pago	Precio unitario ofrecido por la empresa y aceptado por la Administración (¢)
SIN	Geomalla de refuerzo de pavimento Glasgrid 8512	m ²	¢ 16.202,67
CR 502.01	Concreto hidráulico f'c=350 kg/cm ² a 24 horas	m ³	¢ 309.106,73
SIN	Demolición y remoción de Losas de Concreto	m ²	¢ 17.430,58

Conforme al cuadro anterior, los precios unitarios aceptados por la Administración, se basan en las memorias de cálculo presentadas por la empresa Constructora Hernán Solís, S.R.L., así como la información contenida en el correo electrónico antes señalados (factura proforma de la Geo malla Glasgrid 8512) y que producto del análisis se consideran razonables.

Sin otro particular, suscriben;

HAROLD
FERNANDO MORA
OBANDO (FIRMA)
Ing. Harold Mora Obando
Departamento de Costos

Firmado digitalmente por HAROLD FERNANDO MORA OBANDO (FIRMA)
Fecha: 2019.03.14 07:01:42

LUIS FERNANDO VEGA CASTRO (FIRMA)
Ing. Luis Fernando Vega Castro
Director de Costos de Vías y Puentes

Firmado digitalmente por LUIS FERNANDO VEGA CASTRO (FIRMA)
Fecha: 2019.03.14 07:51:13 -06'00'

EDGAR MANUEL SALAS SOLIS (FIRMA)
Ing. Edgar Manuel Salas Solís.
Gerente a.i. Contratación de Vías y Puentes.

Firmado digitalmente por EDGAR MANUEL SALAS SOLIS (FIRMA)
Fecha: 2019.03.14 08:03:27 -06'00'

cc. Ing. Edgar Meléndez Cerda (digital) Expediente Archivo Copiador Archivo No. DCVP 43-19-0213

Gerente a.i. Conservación de Vías y Puentes. -CONAVI.

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



Página 1 de 7



Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 102 de 112
----------------------	--	-------------------

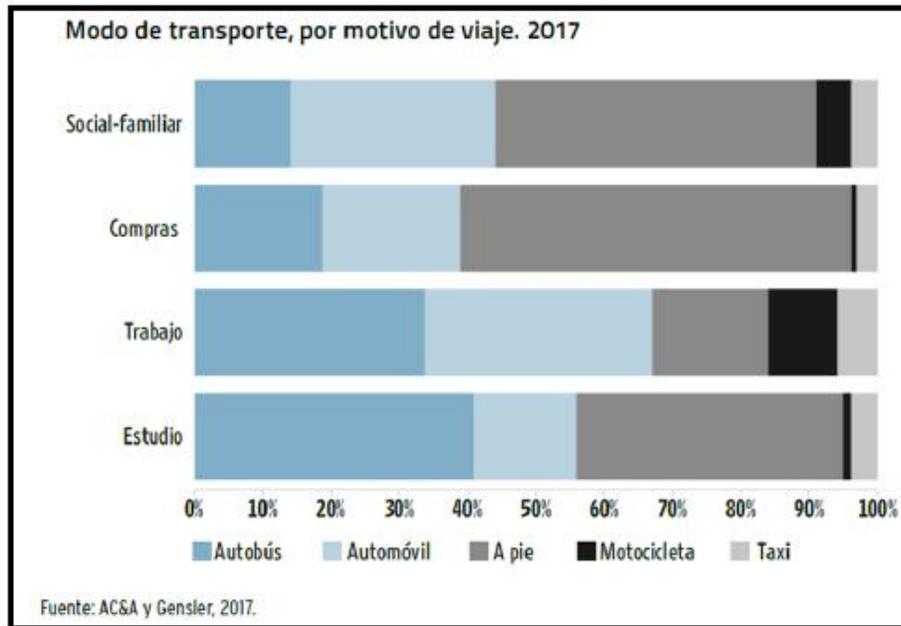


GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

ANEXO 3: Modalidad del transporte, según el motivo del viaje, tomado del Estado de la Nación 2018





GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

hannia.rosales@conavi.go.cr

Montes de Oca, 29 de noviembre del 2019
DRC-41-2019-1784

Anexo 4
Noticias relacionadas

Estrés, presas y deudas ocasionan violencia en carreteras

Chóferes se han enfrentado con machetes, armas y se pelean en vía pública

Telesiglas Redacción | Hace 8 meses

Verdanzosa carretera a Cartago recibirá la antorcha de la Independencia
TRABAJOS OCHO HORAS INTRAVIERTAS, SITUACIÓN OSERA, CORTA Y MALA Y MALISIMA
DIFERENCIADO APROPIAR POCO SANTO (BAGUETI)

La Florencia del Castillo es un tormento vial
La Ley 8287 para reconstruir fue firmada en 2016
La autopista Florencia del Castillo es transitada a diario por más de 10.000 choferes que se enfrentan a una pesadilla

Ingresar o salir de Cartago se convirtió en tormento para choferes por mal estado de la autopista
La autopista Florencia del Castillo es una carretera seccionada, algunos partes son de obra de concreto y otras secciones son con asfalto

Cuatro frentes de trabajos viales secuestran por horas a conductores que transitan entre Tibás y Heredia
Recuento de minutos de una hora se enfrenta hasta diez choferes autobuseros y usuarios de buses auleros por igual



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr





13.5. ANEXO 4. Análisis del oficio DRC-41-2019-1784 (Descargo)

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-AT-79B-2018 fue remitido a la Administración el día 7 de noviembre de 2019, mediante oficio LM-IC-D-0939-19, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. La presentación del informe se realizó el día 21 de noviembre de 2019 en las instalaciones del LanammeUCR, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe.

Posteriormente, el día 3 de diciembre de 2019, se recibió el documento de descargo por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Oficio DRC-41-2019-1784, emitido por la Ing. Hannia Rosales Hernández. Este oficio fue analizado por el equipo auditor y considerado para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración.

A continuación, se detalla el análisis correspondiente al descargo DRC-41-2019-1784:

Hallazgo 1: Se evidenciaron prácticas constructivas inadecuadas durante la ejecución de esta rehabilitación.

Sobre este primer hallazgo la Administración señala lo siguiente (lo indicado por la Administración se muestra en [color azul](#)):

[Que las losas conservadas se sellaron en caso de presentar grietas.](#)

Sobre este aspecto, se considera adecuado que se sellen las losas agrietadas, sin embargo, se observó que en el tramo 1 se conservaron losas en un avanzado estado de deterioro, contrario a lo establecido en el oficio OFI-CC-EXT-03-2019CV-A que indica que debían removerse todas aquellas losas que presentaran un deterioro superior al 70 % de su área. De este modo, pese a que en este tramo 1 se removió el 87,9 % de las losas, aún así quedaron losas con un avanzado estado de deterioro, pese a que según el recuento inicial de necesidades solo hacía falta remover el 15,38 % de las losas.

[Que constructivamente había varios factores en contra, para asegurar la perpendicularidad de las paredes laterales luego de remover las losas, entre los factores se señala una falta de maquinaria adecuada por parte del contratista.](#)

Sobre este aspecto, es criterio del equipo auditor que la calidad de los trabajos de conservación vial no debe estar condicionada a la disponibilidad de maquinaria idónea por parte del contratista.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 105 de 112
----------------------	--	-------------------



Que la distancia entre el borde del carril y el sistema de contención es en promedio mayor a 2 m, por lo tanto, la altura del sistema de contención no cambia.

Sobre este comentario de la Administración y considerando que, según las mediciones realizadas, la distancia entre el borde de la carretera y el sistema de contención vehicular era para la gran mayoría de los casos mayor que 2 m, se procedió a modificar el contenido del Hallazgo número 1, donde inicialmente se mencionaba lo siguiente:

“Por último, el nivel de rasante en este tramo se elevó al menos 14 cm del nivel actual de la vía. De acuerdo con esto, se debe considerar que la altura de la barrera de contención colocada quedaría baja y en consecuencia disfuncional para su propósito, a pesar de que su colocación representó una contratación específica y una inversión importante. Por lo tanto, al quedar esta barrera a una altura baja, se convertiría en un peligro inminente de vuelcos que podrían generar accidentes con consecuencias de mayor gravedad. De acuerdo con esto, es importante considerar que, si el nivel de rasante se eleva, se recomienda acondicionar las barreras de contención existentes de los tramos intervenidos.”

Reemplazándose por lo siguiente:

Por último, el nivel de la superficie de rodadura en este tramo se elevó al menos 14 cm (ver Figura 17 donde incluso se observaron desniveles de hasta 26 cm) del nivel actual de la vía. De acuerdo con esto, se debe considerar que estas diferencias de nivel representan un riesgo de vuelco para el usuario, lo anterior si se toma en cuenta que el departamento de Transporte de Estados Unidos establece una diferencia máxima de nivel de 12 cm como límite crítico para carreteras con velocidades de operación de 48 km/h, siendo que, para autopistas donde se permitan velocidades mayores dicha diferencia máxima de nivel es aún menor (FHWA, 2006).

Hallazgo 2: Las obras iniciaron sin un diseño formal aprobado por el CONAVI.

En relación con este hallazgo la Administración señala lo siguiente (lo indicado por la Administración se muestra en color azul):

Las obras estaban constituidas por dos etapas, la primera y la que urgía para mejorar notoriamente la condición de la ruta, era la sustitución de las losas más deterioradas; **para esta etapa no se requiere un diseño de pavimento**, pues la labor consistía en demoler y sustituir, además de sellar las losas en mejores condiciones. Una vez que se terminó esta etapa, y se tenía un panorama real (que no se podía prever, debido a que algunas losas en apariencia en buen estado, una vez se retiraba la losa contigua, se “desboronaban” y dejarlas significaba un riesgo, para el desempeño del proyecto completo), se sometió a revisión la propuesta de la empresa, para proseguir conforme la revisión de la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes.

Sobre este aspecto es importante señalar que en ningún momento el proyecto fue presentado en dos etapas al equipo auditor, lo anterior, pese a que esta auditoría emitió dos notas informes sobre los diseños de esta rehabilitación. También, se debe mencionar que el contratista ya

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 106 de 112
----------------------	--	-------------------



había presentado desde meses atrás, antes de iniciar las obras, varias opciones de diseño, pero no fueron aprobadas, de modo que desde ese momento se pensaba atender los tres tramos mediante un diseño y no en etapas, como indica la Ing. Rosales en el descargo de la Administración.

Además, es criterio del equipo auditor que ninguna obra de rehabilitación debe iniciar sin un diseño aprobado, menos si se trata de un proyecto de tal importancia para el país como lo fue la rehabilitación de la autopista Florencio del Castillo, con una inversión de alrededor de 1818 millones de colones. Para definir una intervención de forma técnica y económica se debe analizar las posibilidades. Realizar un bacheo para luego colocar una sobrecapa definitivamente requiere de un diseño. Más aún si se sustituye un material (concreto) por otro tan diferente (MAC)

Lo anterior debido a que, parte del diseño de pavimentos es precisamente establecer cuál será el tratamiento previo que se le dará a la superficie, de modo que, se ha observado en otros diseños que se propone un tratamiento preliminar a la estructura con base en la auscultación realizada (que también es parte del proceso de diseño), este tratamiento puede ser un bacheo previo a la colocación de una sobrecapa o un perfilado de la superficie, pero siempre debe ser consistente con el diseño que se va a aprobar. Por ejemplo: no tendría sentido realizar un bacheo previo a una rehabilitación mediante una base estabilizada con cemento, ya que al momento de escarificar el pavimento se estaría destruyendo el bacheo colocado.

Así las cosas, el hecho de haber iniciado las labores de sustitución de alrededor de un 70 % de las losas con mezcla asfáltica, descarta otras alternativas para la atención de esta ruta, por ejemplo: la sustitución de la totalidad de las losas y la colocación de un espesor menor de mezcla, o la atención de la ruta mediante la técnica de *rubblizing*.

Por lo tanto, el criterio emitido por el equipo auditor en el Hallazgo 2 se mantiene.

Hallazgo 3: Se evidenció la aprobación de un sobrediseño para la atención de la rehabilitación de las losas de concreto en la autopista Florencio del Castillo.

En **color azul** se muestra lo señalado por la Administración para este Hallazgo, mientras en color negro el criterio de esta auditoría.

Al tratarse de una superficie con características heterogéneas, el diseño presentado debía garantizar a la Administración la vida útil solicitada, en toda el área intervenida; quiere decir que, si se diseña a 5 años para los sectores más competentes, los puntos más vulnerables podrían fallar antes de ese plazo.

En relación con este aspecto, en el Hallazgo número 3 se indica que existió un sobrediseño en los tramos donde se sustituyeron las losas con mezcla asfáltica, si se considera que la mayoría de las losas fueron sustituidas (aproximadamente un 70 % de todo el proyecto) se podría decir que la mayor parte del proyecto se construyó bajo una condición de sobrediseño.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 107 de 112
----------------------	--	-------------------



Esta auditoría es consciente de que todo el proyecto debe cumplir con el periodo de vida útil, no obstante, se considera inadmisibles que se acepte una alternativa que para cumplir con este supuesto implique que el 70 % del proyecto deba estar en una condición de sobrediseño y con una diferencia tan amplia entre periodos de vida útil, ya que para los sitios donde se sustituye la losa con mezcla asfáltica los periodos de vida útil son de más de 20 años, mientras que para los sitios donde se conserva la losa los periodos de vida útil son de 5 años.

Así las cosas, para este proyecto se pudo seleccionar una alternativa que permita tener una estructura más uniforme, donde se minimicen los sitios con sobrediseño. Por ejemplo: para el tramo 1 se sustituyó el 87,9 % de las losas, en este punto era más factible demoler la totalidad de las losas y ajustar el diseño de manera uniforme (reduciendo el espesor de mezcla colocado) para un periodo de vida de 5 años.

Por lo tanto, una vez analizado los comentarios expuestos por la Administración sobre este Hallazgo 3, es criterio del equipo auditor que el Hallazgo se mantiene.

Hallazgo 4: Se determinó que, en algunos tramos, los espesores de mezcla asfáltica colocados superan los espesores aprobados por la Administración, situación que genera sobrecostos al proyecto.

En [color azul](#) se muestra lo señalado por la Administración para este Hallazgo, mientras en [color negro](#) el criterio de esta auditoría.

[En el tramo 2, por instrucción de la Administración hacia el Administrador Vial, a pesar de que la empresa colocó más del espesor aprobado en diseño, solo se reconocen los 6 cm aprobados.](#)

[En el tramo 3, solo se colocaron 6 cm de espesor, como capa de nivelación. Así las cosas, en ningún tramo se colocó o se pagó más de lo indicado en el diseño aprobado, por lo que no se generaron sobrecostos como se afirma.](#)

Una vez analizado los comentarios expuestos por la Administración sobre este Hallazgo 4, es criterio del equipo auditor que el Hallazgo se mantiene.

Lo anterior, debido a que según la plataforma SIGEPRO las cantidades de mezcla asfáltica pagadas para el tramo 2 permiten concluir que, para este tramo en promedio se pagaron 11,6 cm de mezcla asfáltica, lo cual difiere del espesor indicado en el diseño (ver Hallazgo 5), esta situación definitivamente representa un sobrecosto al proyecto.

Por otra parte, en el Hallazgo 4 no se menciona que en el tramo 3 los espesores fueran superiores a los aprobados en el diseño, por el contrario, se indica que para este tramo los espesores fueron menores, de modo que, el contenido de este Hallazgo se mantiene.

Hallazgo 5: Las imprecisiones en el recuento inicial de necesidades del proyecto incidieron significativamente en los costos.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 108 de 112
----------------------	--	-------------------



Para este hallazgo la Administración señala que los datos presentados en el análisis realizado por el equipo auditor son incorrectos. Ante esta situación se procedió a revisar la memoria de cálculo que sustenta los costos planteados en este hallazgo 5 y no se determinaron errores en el proceso de cálculo, sin embargo, se modificó el costo real del proyecto debido a que se nos indicó (por parte de la Administración) en la presentación del informe en versión preliminar que 2133,11 toneladas colocadas en el tramo 3 no serían pagadas. Así las cosas, el costo real del proyecto se modificó y paso de 1937 millones de colones a 1818 millones de colones.

No obstante, en el descargo de la Administración se señala que los análisis de esta auditoría para determinar los costos hipotéticos del proyecto se levantaron sobre supuestos de costos incorrectos, sobre este aspecto se debe aclarar que las diferencias entre los costos preliminares expuestos por la Administración y los presentados por el LanammeUCR se explican de la siguiente manera:

La Administración en su panorama inicial de estimación de costos consideró que el tramo 3 tenía una longitud de 2400 m, sin embargo, este tramo mide aproximadamente 1600 m. Condición que representa un error de cálculo por parte de la Administración y que definitivamente eleva el costo inicial previsto para el proyecto. Una de las posibles explicaciones a este error que tuvo la Administración se basa en el hecho de que el Oficio 241-2018 del laboratorio LGC presenta la ubicación del tramo 3, en esta ubicación se señala en color azul dicho tramo, mientras que en color gris se presenta una ruta alterna al tramo 3, siendo que dicha ruta alterna tiene una longitud de 2500 m.

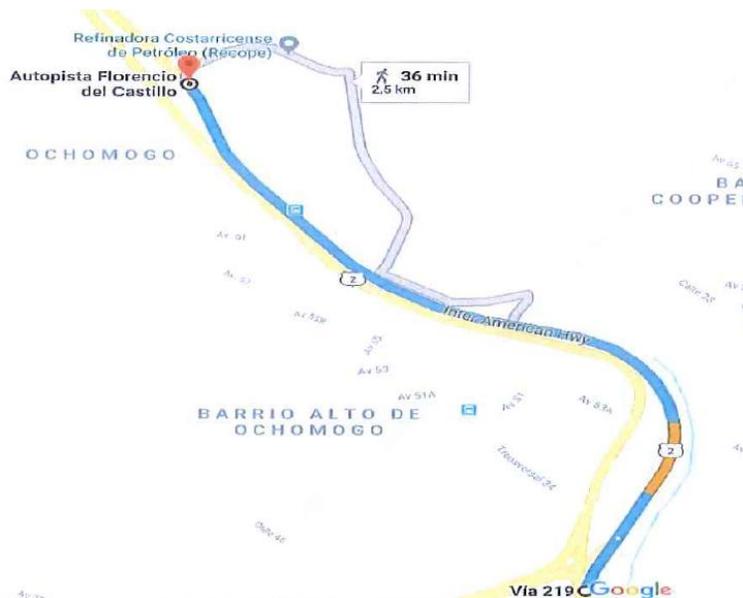


Figura 33. Ubicación del tramo 3. Oficio 241.2018 Diseño de losas Ochomogo Ruta 2.

Fuente: LGC, 2018

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 109 de 112
----------------------	--	-------------------



La Administración consideró que el porcentaje de sustitución de losas era de 40 % para todos los tramos, mientras que los cálculos presentados en el Hallazgo número 5 se basan en el recuento de necesidades realizado presentado por la empresa contratista. Condición que hace que los montos considerados inicialmente por la Administración sean superiores. Sobre este aspecto, debe señalarse que uno de los objetivos del hallazgo es evidenciar el impacto en la toma de decisiones que puede tener un mal recuento de necesidades al inicio de un proyecto, en este caso dicho recuento de necesidades estuvo muy lejos de la realidad.

El costo de la geomalla considerado por la Administración fue distinto al considerado por el equipo auditor. La Administración consideró un costo de ₡ 10.202,67 por m², mientras que el equipo auditor consideró un costo de ₡ 3.250,16 por m².

Para seleccionar este monto se hizo un análisis de los costos que ha tenido el ítem de geogrilla en todas las líneas de conservación vial en las cuales se ha utilizado (ver Tabla 16). De modo que, se procedió a utilizar el precio más alto. Por otro lado, llama la atención el precio aprobado por la Administración, que es muy superior a los que han sido considerado incluso en la misma línea 3.

Tabla 16. Costos que ha tenido el ítem de Geogrilla en otras líneas de conservación vial.

Línea	Costo por m ²	Motivo	Uso
Línea 1	₡ 2.756,59	Geogrilla de fibra de vidrio	Se utilizó en la orden de servicio número 2
Línea 2	₡ 2.817,00	Colocación de geogrilla	Se utilizó en la orden de servicio número 4
Línea 3	₡ 2.756,59	Suministro y colocación de geomalla de fibra de vidrio para la línea 3	Se utilizó en la orden de servicio número 2
Línea 5	₡ 3.250,16	Geogrilla tejida	Se utilizó en la orden de servicio número 2
Línea 8	₡ 3.250,16	Geogrilla tejida	Se incluyó como ítem para esta línea

De este modo, una vez analizado los comentarios expuestos por la Administración sobre este Hallazgo 5, es criterio del equipo auditor que el Hallazgo se mantiene, modificando el monto real del proyecto que pasa de 1937 millones a 1818 millones.



Hallazgo 6: Al inicio del proyecto no se contó con ensayos de verificación de la calidad.

En **color azul** se muestra lo señalado por la Administración para este Hallazgo, mientras en **color negro** el criterio de esta auditoría.

En cuanto a que el laboratorio de verificación de la calidad, ingresó con unos días de desfase a verificar el material de subbase, en efecto no debió darse, sin embargo, fue subsanado a la mayor brevedad posible. Este detalle no deja desprotegida a la Administración pues en todos los casos, la empresa de acuerdo a la Ley de Contratación Administrativa, está obligada a subsanar, por su cuenta, cualquier deterioro que se dé antes cumplirse la vida útil contratada, en virtud de vicios ocultos (malas prácticas constructivas o materiales de mala calidad no detectados en su momento).

Importante anotar que la mezcla asfáltica se verificó tanto en el proceso de producción, como durante la colocación, y de hecho cumplió con los estándares de calidad exigidos; con factores de pago, durante todos los meses de ejecución, de 1.

Sobre ese aspecto, el Hallazgo número 6 hace referencia exclusivamente al proceso de verificación del material de subbase granular. Llama la atención del equipo auditor que la Administración (específicamente la ingeniería de proyecto) no esté consciente del riesgo que implica el hecho de no tener ensayos de verificación de la calidad indicando que “este detalle no deja desprotegida a la Administración”. Para esta auditoría es claro que la empresa contratista tendría que subsanar por su cuenta cualquier deterioro en virtud de vicios ocultos, sin embargo, al evaluar el daño en una estructura de pavimentos, el fallo se podría atribuir a distintos aspectos, existiendo el riesgo de que la Administración sea la que tenga que asumir los costos de reparación, más si se considera que para estos trabajos de rehabilitación no se mejoró el sistema de drenajes. Adicionalmente, el hecho de realizar una reparación implica la regulación del paso de vehículos, costo que no asumiría el contratista.

De este modo, una vez analizado los comentarios expuestos por la Administración sobre este Hallazgo 6, es criterio del equipo auditor que el Hallazgo se mantiene.

Hallazgo 7: Se evidenciaron deficiencias en la gestión de la Administración en el proyecto de atención a las losas de concreto de la Ruta Nacional 2 Carretera Florencio del Castillo

A continuación, se indica en **color azul** los comentarios de la Administración y en **color negro** el criterio de esta auditoría.

A este respecto, algunas consideraciones:

- Efectivamente se debe volver la atención al mantenimiento de losas de concreto, para evitar que se llegue a niveles de deterioro como el atendido.
- Aclarar que los costos de conservación, con la contratación Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00, proyecto: “MP y R: Mantenimiento Periódico y Rehabilitación del Pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada”, no necesariamente son superiores a los de obra nueva,

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 111 de 112
----------------------	--	-------------------



debido a que está concebido justamente para proyectos de mayor envergadura. Pese a que los costos no necesariamente sean superiores, atender este tipo de proyectos mediante contratos de conservación vial disminuye el presupuesto disponible para labores que sí son de mantenimiento.

➤ Llama poderosamente la atención que los criterios y la información vertida en el oficio DRC-46,2019-05-15, del 8 de abril del 2019, por parte del Ing. Pablo Camacho, a pesar de que era el Coordinador de la Región Central, nunca la advirtió a la ingeniería del proyecto, que desconocía los antecedentes del proyecto. Este es un aspecto de comunicación que debe valorarse a lo interno de la Administración CONAVI.

➤ No queda claro del informe si se considera positivo que la vida útil de los trabajos sea de 5 años, en virtud de lo que puede demorarse la entrada en ejecución de la concesión o si, por el contrario, lo considera negativo, por haberse ido más allá de reestablecer la transitabilidad. En este punto, es importante mencionar que el tramo 3, en virtud del sobrediseño mencionado en el oficio de aprobación del diseño de la Gerencia de Contratación, se bajó el espesor, es en este tramo que podemos diagnosticar, si los tramos en donde se dejaron las losas, va a durar o no los 5 años y si efectivamente había un sobrediseño. Sobre este aspecto el informe señala que las determinaciones asumidas por la Administración durante la conceptualización y ejecución del proyecto, incidieron significativamente en los costos, plazos y calidad del proyecto, esto pese a que sí se logró alcanzar el propósito de la intervención, el cual era generar transitabilidad, es decir confort a los usuarios. Por lo tanto, se recomienda establecer las responsabilidades pertinentes de los sobrecostos generados del proyecto en aras de mejorar los principios de eficiencia de la inversión de los recursos públicos en los proyectos de mantenimiento de carreteras de la Red Vial Nacional de Costa Rica.

➤ La grada que quedó un tiempo, no se dio por falta de diseño aprobado, ya estaba claro que el espesor de mezcla eran 6cm, sin embargo, la empresa interpretó que se había acogido su sugerencia de ampliar la capa, para poder garantizar el IRI, al saber que no, y que no se le iba a pagar el sobreespesor, paró para barajar alternativas, sin embargo, ante las situaciones de riesgo que se estaban dando, prefirió terminarla a cuenta propia.

Una vez analizado los comentarios expuestos por la Administración, es criterio del equipo auditor que el Hallazgo 7 se mantiene, tal y como fue presentado en el informe preliminar.

Informe LM-AT-079-19	Fecha de emisión: 9 de diciembre de 2019	Página 112 de 112
----------------------	--	-------------------