



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

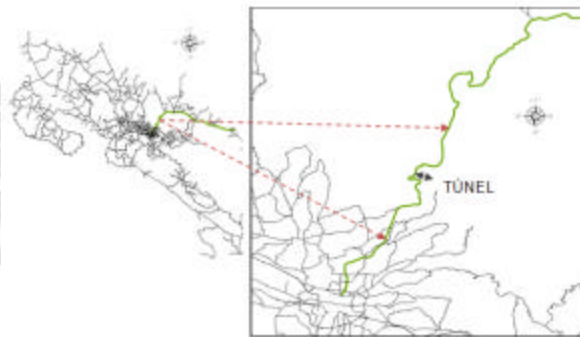
Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-AT-129-2011

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD VIAL RUTA NACIONAL N° 32

INFORME FINAL

Preparado por:
Unidad de Auditoría Técnica



San José, Costa Rica
Noviembre, 2011



1. Informe LM-AT-129-2011	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD VIAL, RUTA NACIONAL N° 32	4. Fecha del Informe Noviembre, 2011	
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <i>En el presente informe se realiza un análisis de la auscultación realizada el día 3 de agosto del 2011, a los diferentes sistemas de contención vehicular utilizados en la sección de muestra tomada desde el peaje hasta el río Sucio de la Ruta 32.</i> <i>El informe tiene como objetivo presentar de forma oportuna, una evaluación técnica de la colocación de barreras de seguridad por parte del CONAVI en la Ruta Nacional N° 32. Este informe busca aportar elementos que propicien una mejora continua en la seguridad vial de la infraestructura.</i>		
10. Palabras clave Guardavías, barreras de contención vehicular	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 31

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	4
1.1 INTRODUCCIÓN	5
POTESTADES	5
1.1.1 OBJETIVO DEL INFORME.....	6
1.1.2 LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS A CUMPLIR EN ESTE INFORME SON:.....	6
1.2 ANTECEDENTES.....	7
1.3 ALCANCE DEL INFORME	8
MARCO TEÓRICO	10
HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA ...	11
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	29
REFERENCIAS DE INTERNET	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL TRAMO ENTRE LA ESTACIÓN DEL PEAJE Y EL PUENTE SOBRE EL RÍO SUCIO DE LA RUTA 32.	9
FIGURA 2. ESQUEMA DE LAS VARIABLES DE DISEÑO QUE DEBEN SER CONSIDERADAS.	14
FIGURA 3. DISEÑO DE LA BARRERA PARA EL OBJETO FIJO EN CURVA HORIZONTAL.	15
FIGURA 4. EJEMPLO DEL PELIGRO DE UN DISEÑO DE TERMINAL INADECUADO PARA UN SCV.	21



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. EJEMPLO DE BARRERA QUE NO SE ENCUENTRA CLASIFICADA EN LA GUÍA DE AASHTO.....	13
FOTOGRAFÍA 2. EJEMPLO DE SCV QUE NO CUBRE LA TOTALIDAD DEL OBSTÁCULO.	15
FOTOGRAFÍA 3. EJEMPLO DE SCV QUE NO CUBRE LA TOTALIDAD DEL OBSTÁCULO.	15
FOTOGRAFÍA 4. CURVA SINUOSA CON EL SCV COLISIONADO EN VARIOS TRAMOS.	17
FOTOGRAFÍA 5. EJEMPLO DE SCV COLISIONADO.....	17
FOTOGRAFÍA 6. BARRERAS SUSTITUIDAS NO FUERON RETIRADAS DEL SITIO.....	18
FOTOGRAFÍA 7. BARRERA SUSTITUIDA SIN RETIRAR DEL SITIO.....	18
FOTOGRAFÍA 8. CAPTAFARO CON SUCIEDAD.....	19
FOTOGRAFÍA 9. CAPTAFARO COLOCADO EN PUNTO NO DISPUESTO PARA ESE FIN.	19
FOTOGRAFÍA 10. SCV SIN TERMINAL ADECUADA.....	20
FOTOGRAFÍA 11. USO DE “COLA DE PEZ” COMO TERMINAL.....	20
FOTOGRAFÍA 12. DISCONTINUIDAD DEL SISTEMA.....	23
FOTOGRAFÍA 13. EMPOTRAMIENTO DE POSTE FLEXIBLE EN CONCRETO.....	23
FOTOGRAFÍA 14. TORNILLERÍA MAL EMPLEADA.....	24
FOTOGRAFÍA 15. RIESGOSO EMPALME DE VIGAS.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS INCONSISTENCIAS ENCONTRADAS EN LOS SISTEMAS FLEXIBLES.....	23
--------------------------------------------------------------------------------------------	----



INFORME AUDITORÍA TÉCNICA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD VIAL GUARDAVÍAS EXISTENTES EN LA RUTA NACIONAL N° 32

1.1 INTRODUCCIÓN

Potestades

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

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

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (El subrayado no es del texto original).



Objetivo General de la Unidad de Auditoría Técnica

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

1.1.1 Objetivo del Informe

El objetivo de este informe es presentar una auditoría técnica sobre las barreras de contención vehicular existentes en la Ruta Nacional N° 32. Este informe busca aportar elementos que propicien una mejora continua en la seguridad vial de la infraestructura y que se tomen medidas preventivas que minimicen la ocurrencia de accidentes graves en la vía.

1.1.2 Los objetivos específicos a cumplir en este informe son:

- a. Realizar una inspección visual de los diferentes sistemas de barandas de contención vehicular instalados en la Ruta Nacional N° 32.
- b. Identificar las irregularidades típicas de las barandas de contención vehicular instaladas en la Ruta Nacional N° 32.

Se busca que los objetivos se encuentren de conformidad con las especificaciones técnicas contenidas en la Disposición MN-06-2006, CR-2010 denominado Manual de Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras y Puentes, Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial, Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, las Normas internacionales para la

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 6 de 31
----------------	-------------------------------------	----------------



colocación de dispositivos de contención vehicular y demás disposiciones contractuales y legales que correspondan.

1.2 ANTECEDENTES

El tema de sistemas de contención vehicular se ha abarcado en varios informes de Auditoría Técnica del LanammeUCR, tanto en proyectos de obras de construcción de carreteras como en proyectos de conservación vial. En junio del 2004 se presentó el informe LM-AT-56-04 "Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial, Carretera Braulio Carrillo, Tramo Tournón - Intersección a San Luis.

Un año después en el informe de Auditoría Técnica externa número LM-PI-AT-29-05, titulado "Análisis de la Seguridad Vial de los Guardavías en Carreteras Nacionales", emitido por el LanammeUCR y entregado al MOPT y CONAVI en noviembre de 2005, se consignaron un total de cinco (5) hallazgos relacionados con deficiencias en el diseño, colocación, mantenimiento y uso de materiales en los sistemas de contención.

Como parte de las labores de seguimiento, la Contraloría General de la República, mediante oficio FOE-OP-42 del Área de Servicios de Obra Pública y Transportes, con fecha 18 de enero de 2006, le solicitó al Ministro de Obras Públicas y Transportes, un informe detallado sobre las acciones concretas y efectivas realizadas por el MOPT y el CONAVI para atender todas y cada una de las recomendaciones contenidas en el informe LM-PI-PV-AT-29-05.

Relacionado con lo anterior, el Director Ejecutivo de CONAVI, solicitó mediante oficio DE-06-0486 con fecha 22 de febrero del 2006, que el LanammeUCR ofreciera un curso sobre el tema. Atendiendo dicha solicitud, el LanammeUCR impartió el curso "Diseño y Colocación de Sistemas de Contención Vial" en agosto del 2006, en el cual participaron 34 funcionarios del CONAVI y 3 del MOPT.

Por otra parte, el Director Ejecutivo del CONAVI, mediante oficio DE-06-0528 del 24 de febrero de 2006, presenta a la Contraloría General de la República el detalle de las gestiones realizadas a esa fecha atendiendo el informe LM-PI-AT-29-05. En dicho oficio se indica que el CONAVI, ha solicitado a la Dirección de Ingeniería de Tránsito la identificación y priorización de necesidades de instalación de sistemas de contención lateral en las rutas

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 7 de 31
----------------	-------------------------------------	----------------



nacionales, así como los detalles de diseño y colocación de este tipo de dispositivos de acuerdo con un estudio técnico. Se señala además, que los nuevos contratos de conservación vial deben corregir las deficiencias reportadas en el informe de Auditoría Técnica realizado por el LanammeUCR.

En abril del 2007 se emitió el informe LM-AT-034-07: “Análisis de las Barreras de Seguridad (guardavías colocadas en abril 2007) Ruta 32” por parte de LanammeUCR, en que se consignaron tres hallazgos relacionados con el uso inadecuado de las terminales de las barreras, inadecuado empalme de la viga y del diseño de las bases de los postes.

En el 2008 LanammeUCR emite el informe LM-AT-116-08: “Normativas de Diseño de Sistemas de Contención Vehicular Proyecto de Mejoramiento de Las Rutas Nacionales No. 160, Sección: Puerto Carrillo – Estrada y No. 158, Sección: Estrada – Lajas” (diciembre, 2008).

En el 2010 se presentó el informe LM-AT-144-10 “Informe de Auditoría Técnica externa de Seguridad Vial Proyecto Costanera Sur, Ruta N°34 Sección: Quepos- Barú” (diciembre 2010). Además en este mismo año también se hace referencia a los sistemas de contención vehicular el informe de asesoría LM-AT-181-10 “Evaluación de Seguridad Vial Ruta Nacional N°27, proyecto de concesión San José – Caldera: facilidades peatonales, condiciones laterales de la vía y aspectos de la geometría de la carretera”.

En marzo del año en curso el LanammeUCR ofreció el curso de aprovechamiento “Análisis y Diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras”, en que participaron 14 personas del CONAVI, 4 del MOPT, 3 del Consejo de Transporte Público y 1 persona del COSEVI.

1.3 ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe consiste en evaluar mediante una auscultación visual, las barandas de contención vehicular en los bordes de la Ruta Nacional N° 32, desde la estación del Peaje hasta el puente sobre el Río Sucio. La visita de análisis para este informe se realizó el día 3 de agosto del 2011.

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 8 de 31
----------------	-------------------------------------	----------------

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS TRAMOS INTERVENIDOS

La auscultación visual de la Ruta Nacional N° 32 inicia en el kilómetro 14.2, en la estación del peaje, hasta el puente sobre el río Sucio, según se muestra en la Figura 1.

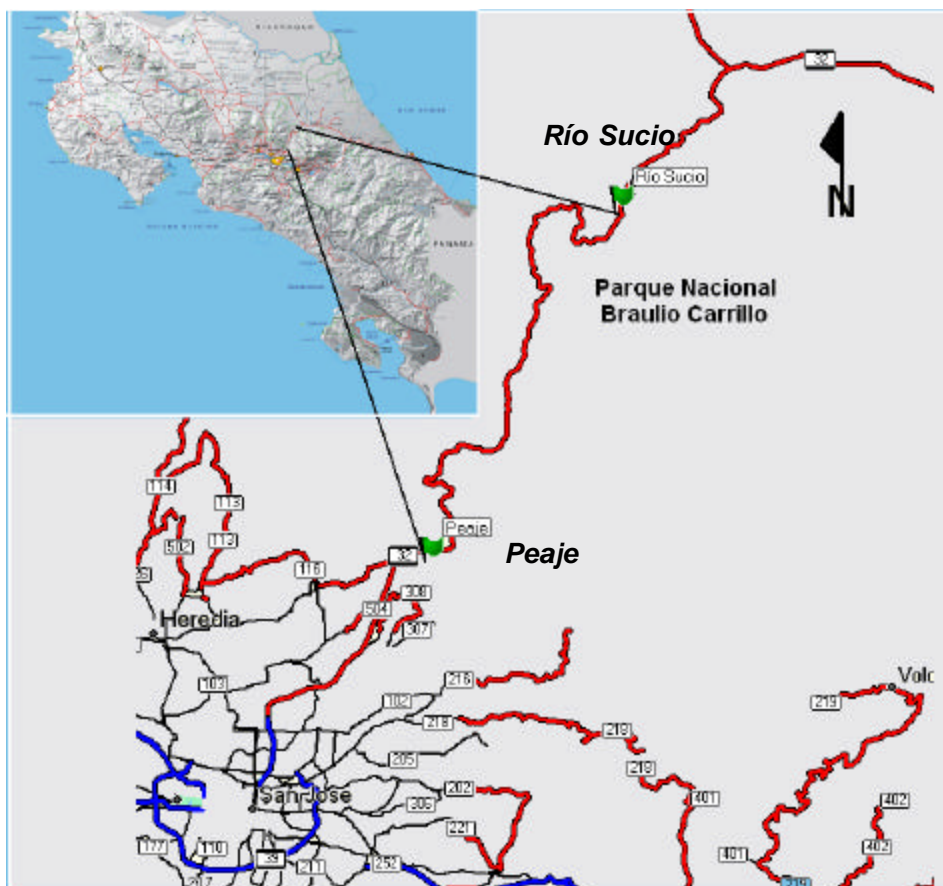


Figura 1. Ubicación del tramo entre la estación del Peaje y el puente sobre el río Sucio de la Ruta 32.
Fuente: Auditoría Técnica, LanammeUCR

La sección analizada tiene un tránsito promedio diario aproximadamente de 13.257 vehículos (MOPT, 2011), de los cuales 2.963 corresponden a vehículos de cinco ejes (tipo T3-S2). Siendo la ruta más importante de acceso a la Zona Atlántica, por su diseño geométrico, características propias del relieve y condiciones climáticas, la ruta se considera también peligrosa, de ahí la importancia en prestar mejores condiciones de seguridad a los usuarios.



MARCO TEÓRICO

En el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 emitido por las Naciones Unidas, se tiene como principios rectores los que se basan en un enfoque sobre un “sistema seguro”, que pretende desarrollar un sistema de transporte vial que se adapte mejor al error humano y que tome en consideración la vulnerabilidad del cuerpo humano. En otras palabras consiste en aceptar la posibilidad del error humano y traspasar gran parte de la responsabilidad a los diseñadores del sistema de transporte vial.

En nuestro país con la creación del Decreto N° 33148-MOPT aprobado desde el 8 de mayo del 2006, se busca la integración con el resto del istmo considerando trascendente para el desarrollo del mismo y la calidad de vida de los ciudadanos la inserción adecuada de los dispositivos de seguridad vial. En el Artículo 1° se lee textualmente que:

“En todas las labores de planificación y construcción de obras viales o programas de transportes y su eventual conservación, mantenimiento rutinario , mantenimiento periódico, mejoramiento, y/o rehabilitación que realiza al Consejo Nacional de Vialidad, se deberá considerar e incorporar el componente de seguridad vial, considerando a todos los posibles usuarios de la vialidad...”(El subrayado no es del texto original)

El 13 de noviembre del año 2008 se oficializa la Disposición MN-06-2006 “Barreras de Acero Tipo Viga Flexible”, a fin de que la misma normalice los aspectos técnicos y sea implementada por los encargados de los procesos de planificación y diseño de proyectos de obras viales en el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y de todos sus Consejos y órganos Adscritos. Así como por los responsables de plasmar en obras dichas regulaciones.

El propósito fundamental de las barreras laterales de contención vehicular es impedir que un vehículo abandone su calzada de circulación de manera imprevista provocando una colisión con terceros u objetos.

Los posibles objetos a los cuales puede enfrentarse un usuario son de diferente naturaleza como por ejemplo: un árbol, un talud, una cuneta, un poste de alumbrado eléctrico, el

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 10 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------



cabezal de una alcantarilla, una vivienda, e incluso la misma barrera de contención que depende de su instalación y la integridad de sus elementos, entre otros.

Para considerar un objeto potencialmente peligroso deben ser necesarias tres condiciones simultáneas. La primera, que un objeto sea capaz de producir daños al vehículo en caso de interacción con este. Segundo, que la infraestructura permita al usuario conducir a altas velocidades. Tercera, que la distancia del objeto o pendiente sea mínima, la cual no permita al conductor maniobrar o detenerse antes de la colisión.

Para efectos de este informe se considerará el término accidente como aquel suceso en que el vehículo se sale de la calzada y colisiona con un objeto, invade otra vía o desciende por un talud con pendiente negativa. Se entenderá que los sistemas de contención vehicular (SCV) son una solución para prevenir o reducir la severidad de los posibles sucesos anteriores; sin embargo, los ocupantes del vehículo no están exentos de sufrir algún tipo de lesión y/o pérdidas materiales, si colisionan con el mismo sistema de contención vehicular. Debido a lo anterior, en primera instancia, antes de utilizar un SCV se recomienda eliminar, modificar o reubicar el obstáculo de la vía.

Es importante tener claro que existen tres tipos de sistemas de contención vehicular según el rango de deflexión de las barreras de seguridad, clasificadas como: rígido, flexible y semirígido. De las anteriores se encuentran las dos primeras clasificaciones de sistemas de contención en la ruta de análisis.

En este informe además se analiza el uso de las terminales, término que se refiere a los extremos de una barrera de contención vehicular, las mismas no deben constituir un peligro para los usuarios de la vía.

HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el Equipo Técnico 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.

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 11 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------



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

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

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

En este apartado del informe, se detallan siete hallazgos y una observación que surgieron durante el proceso de ejecución de esta Auditoría Técnica, en la Ruta Nacional N°32 entre la estación del Peaje y el puente sobre el Río Sucio.

HALLAZGO 1: A LO LARGO DEL TRAMO EN ESTUDIO SE ENCONTRARON BARRERAS DE CONCRETO ARMADO QUE NO SE ENCUENTRAN CLASIFICADAS EN EL CR-2010.

El Equipo Auditor realizó un análisis de los sistemas de contención vehicular encontrados el día 03 de agosto del 2011 desde el Peaje de la Ruta Nacional 32 hasta el puente sobre el Río Sucio. Se encontró en los márgenes de la carretera “barandas de concreto armado” colocadas a poca altura prestándose de rampa para los vehículos, en algunos casos muy cerca de la superficie de rodadura y de alta rigidez sin que se pueda tener certeza de su capacidad para contener un vehículo fuera de control, por tales razones se consideran las barandas descritas como un obstáculo adicional en la carretera, colaborando negativamente con la seguridad vial de la ruta en estudio.

Se consultó el CR-2010 en la Sub-sección 617.01 Descripción de las barreras de seguridad en la categoría de las barreras rígidas se consideran los tipos: Forma “F”, New Jersey y muro vertical de concreto. Por otro lado en la “Guía de Diseño de márgenes de la carretera”

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 12 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------

(Roadside Design Guide) de la Asociación Americana de los funcionarios de la carretera y del transporte de estado (American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO, 2002) no se identificó el tipo de barrera observado en la Ruta Nacional N°32. Con relación a la altura en el CR-2010 en la sección 617.08 Levantamiento de nivel de las barreras dice textualmente:

“Las barreras deben estar colocadas a una altura tal que permitan el funcionamiento efectivo del sistema.” (El subrayado no es del texto original)

En la siguiente fotografía se presenta un ejemplo del sistema de concreto armado que se encuentra instalado en la vía, y del cual no se encuentra referencia en los manuales consultados y con alturas insuficientes.



Fotografía 1. Ejemplo de barrera que no se encuentra clasificada en la guía de AASHTO.
Ubicación: Kilómetro 14,9 de la Ruta Nacional N° 32.
Fecha: 03 de agosto 2011, Fuente: LanammeUCR.

HALLAZGO 2: EN ALGUNOS CASOS LA LONGITUD DE LA BARRERA DE CONTENCIÓN NO CUBRE LA TOTALIDAD DEL OBSTÁCULO

El equipo de LanammeUCR pudo observar zonas en los márgenes de la carretera, donde los obstáculos, entiéndase como objetos fijos o taludes con pendientes negativas, no son

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 13 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------

cubiertos en su totalidad por la longitud de las barreras de protección, quedando desprotegido el usuario y expuesto a un riesgo de salirse fácilmente de la carretera por algún fallo mecánico o humano.

El sistema de contención vehicular debe estar compuesto por una longitud paralela a la vía que brinde al usuario protección total ante el obstáculo o zonas de riesgo, una longitud de aproximación mínima de entrada y salida, así como de los elementos de terminación como abatimientos con esviaje que permiten al sistema funcionar correctamente. No cumplir con el diseño adecuado significa una inversión mal lograda y sobre todo pone en riesgo la vida de los usuarios.

En las siguientes imágenes se observan dos esquemas tomados de la “Guía de Diseño del borde de la carretera” (Roadside Design Guide) de la Asociación Americana de los funcionarios de la carretera y del transporte de estado (American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO, 2002), en ambas se observa gráficamente cómo deben definirse las longitudes necesarias a considerar en la instalación de barreras de contención vehicular para vías rectas y en curvas horizontales. Deben ser considerados los esquemas antes y después del obstáculo. En las siguientes figuras se observan dos esquemas diferentes de un posible obstáculo cubierto completamente por la barrera de contención vehicular.

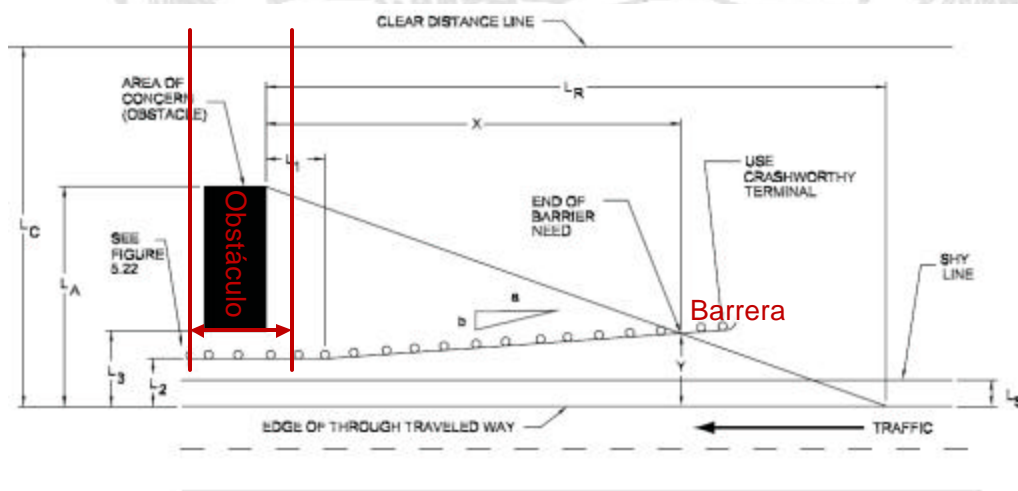


Figura 2. Esquema de las variables de diseño que deben ser consideradas.
Fuente: Guía del diseño del borde de la carretera (Roadside Design Guide), AASHTO, 2002.

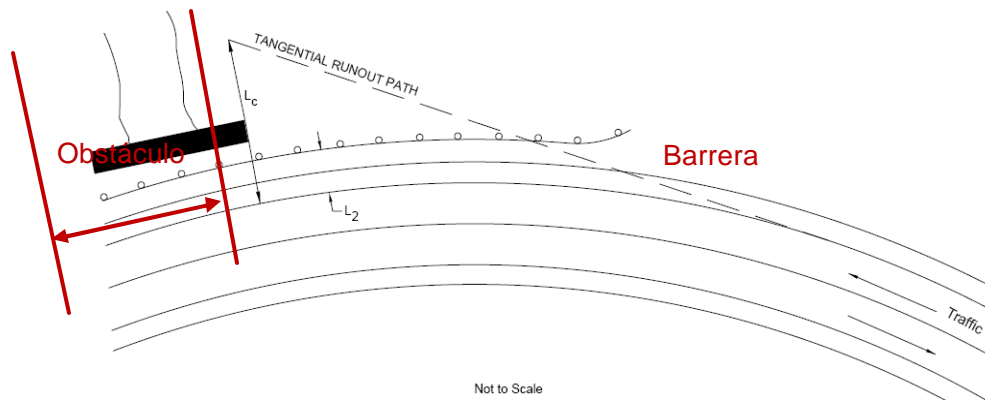


Figura 3. Diseño de la barrera para el objeto fijo en curva horizontal.
Fuente: Guía del diseño del borde de la carretera (Roadside Design Guide), AASHTO, 2002.

Al no proteger la zona de riesgo totalmente se mantienen las condiciones de riesgo al usuario, ya que no se puede garantizar que el sistema de contención protegerá al usuario en todas las posibles rutas de salida en función de la ubicación del obstáculo. En las Fotografías 2 y 3 se muestran dos ejemplos de las barreras que no cumplen con la condición adecuada para proteger totalmente al usuario contra el obstáculo.



Fotografía 2. Ejemplo de SCV que no cubre la totalidad del obstáculo.
Ubicación: 1,3 km de la estación del Peaje, sentido San José-Limón
Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR



Fotografía 3. Ejemplo de SCV que no cubre la totalidad del obstáculo.
Ubicación: 300m después del Túnel, sentido San José-Limón
Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR

Colocar un sistema de contención vehicular diseñado adecuadamente, permite reducir la gravedad de la colisión. Por lo que en esta ruta, por sus condiciones climatológicas y la cifra importante de vehículos de carga pesada combinados con vehículos livianos, es necesario prever las zonas vulnerables y reducir la gravedad de un posible accidente. Para efectos de diseño se debe consultar el CR-2010 y supletoriamente la Disposición MN-06-2006.

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 15 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------



HALLAZGOS 3: SE ENCONTRARON BARRERAS COLISIONADAS QUE NO HAN SIDO SUSTITUIDAS.

El Equipo de LanammeUCR en su recorrido del 03 de agosto del 2011 identificó barreras flexibles y rígidas colisionadas, que no han sido sustituidas para que cumplan su función efectivamente.

Los sistemas de contención vehicular “colisionados” o en mal estado ya realizaron la función para la que fueron instalados, de manera que es necesario sustituir los elementos en mal estado para regresar su condición de seguridad (nivel de contención y funcionamiento), evitando que se convierta en un nuevo riesgo para el vehículo y sus ocupantes en caso de un eventual accidente de tránsito.

Los sistemas de contención vehicular son el resultado de múltiples ensayos en los que cada elemento que lo compone es probado. La ausencia de alguno de ellos incapacita al sistema para cumplir debidamente su función. En caso de colisión se deben sustituir completamente los elementos dañados y completar el sistema como lo indica el fabricante para garantizar su debido funcionamiento.

Los sistemas de contención colisionados son incapaces de enfrentarse nuevamente a un vehículo y cumplir con sus funciones de contener y redirigir, dejando a los usuarios de la vía en una situación de riesgo igual o mayor respecto a la condición en que no estuvieran los restos del sistema de contención colisionado.

Es necesario realizar un programa de acción inmediato incluido en el presupuesto de los contratos de Conservación Vial para el mantenimiento y la sustitución de las barreras de contención vehicular colisionadas, para realizar la sustitución oportuna y ofrecer la seguridad vial adecuada para esta ruta. Lo anterior acorde con el oficio DFOE-OP-0402 del 23 de julio del 2009, de la Contraloría General de la República en que dice textualmente:

“... Sobre este particular, es necesario que la Administración se remita a lo establecido en la Ley Nro. 7798 de Creación del Consejo Nacional de Vialidad, la cual establece en su Artículo Nro. 4, 5, 23 y 24 lo siguiente:

ARTÍCULO 4.- Serán objetivos del Consejo Nacional de Vialidad los siguientes:

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 16 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------

- a) *Planear, programar, administrar, financiar, ejecutar y controlar la conservación y la construcción de la red vial nacional, en concordancia con los programas que elabore la dirección de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes...*”

Desde la aprobación del Decreto 34088-MOPT se debe incorporar el componente de Seguridad Vial en todas las labores de Planificación, Construcción, Conservación y Mantenimiento de Obras Viales o Programas de Transporte. En las siguientes fotografías se observan dos ejemplos de los encontrados a lo largo de la sección en estudio.



Fotografía 4. Curva sinuosa con el SCV colisionado en varios tramos.

Ubicación: 100 m antes de estación Policías de Tránsito, sentido San José-Limón

Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR



Fotografía 5. Ejemplo de SCV colisionado.

Ubicación: Kilómetro 28, sentido Limón-San José

Fecha: 3 Agosto 2011

Fuente: LanammeUCR

HALLAZGO 4: SE ENCONTRARON BARRERAS PARA DESECHO EN EL SITIO.

El día 03 de agosto, se encontraron restos de los sistemas de contención vehicular en las márgenes de la carretera.

Los restos de los sistemas de contención vehicular se convierten en un obstáculo adicional en caso de un posible accidente. Los restos que quedaron inmediatamente al lado de la barrera nueva dificultan el funcionamiento de los sistemas flexibles, específicamente en la zona de trabajo por la deformación normal de los mismos al ser colisionadas. En las Fotografías 6 y 7 se evidencia lo expuesto.



Fotografía 6. Barreras sustituidas no fueron retiradas del sitio.

Ubicación: 130 m antes del Túnel, sentido San José-Limón.

Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR



Fotografía 7. Barrera sustituida sin retirar del sitio.

Ubicación: Kilómetro 25 de la Ruta Nacional N° 32.

Fecha: 3 Agosto 2011

Fuente: LanammeUCR

Los sistemas de contención vehicular sustituidas deben retirarse de la zona, y disponerse adecuadamente en los sitios que para ello determine la Administración del CONAVI.

En el CR-2010 en la Sección 617.07 Remoción y recolección de las barreras, se describe el procedimiento a seguir en este caso:

“Remueva y almacene las vigas, postes y sus partes. Remueva y almacene los postes que están hechos de concreto. Reemplace las vigas, los postes, los accesorios dañados durante la remoción, almacénelos...”

HALLAZGO 5: LOS CAPTAFAROS EXISTENTES DE LAS BARRERAS NO CUMPLEN SU FUNCIÓN DEBIDO A LA CONDICIÓN EN LA QUE SE ENCUESTRAN.

Los captafaros son elementos retroreflectivos que sirven de guía al conductor. Se colocan entre las ondas de las barreras de contención vehicular, cuyos colores varían en función del sentido de circulación y diseño del sistema de contención.

Se pudieron observar captafaros sucios, inexistentes, o mal colocados. Tal y como se puede observar en las Fotografías 8 y 9. Es apreciable la falta de mantenimiento, limpieza y remplazo de los captafaros.

En la Fotografía 9 se observa que se utilizó un captafaro como elemento de sujeción entre las barandas flexibles. Para este fin se deben utilizar los pernos dispuestos para este tipo de sistema, de manera que se garantice la adecuada continuidad

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 18 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------

Cuando los captafaros no tienen las debidas condiciones de retroreflectividad y no son instalados a una altura adecuada no tienen la capacidad de cumplir la función para la cual fueron colocados.

Nuevamente se incumplen el Artículo 4 de la Ley Nro 7798 de la Creación del Consejo Nacional de Vialidad y el Decreto 34088-MOPT indicado en el Hallazgo 3 de este informe.



Fotografía 8. Captafaro con suciedad.
Ubicación: 100 m de la Estación del Peaje,
sentido San José-Limón
Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR



**Fotografía 9. Captafaro colocado en punto no
dispuesto para ese fin.**
Ubicación: 130 m antes del Túnel,
sentido San José-Limón
Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR

HALLAZGO 6: LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN NO TIENEN UNA ADECUADA TERMINACIÓN.

El equipo de LanammeUCR observó repetidas veces a lo largo de la sección en estudio el uso de un diseño inadecuado de terminal de barrera de seguridad. En la Fotografía 10 se observa la falta de terminal por lo que con facilidad un vehículo puede empotrarse en la viga del sistema de contención vehicular con posibles consecuencias mortales para sus ocupantes.



Fotografía 10. SCV sin terminal adecuada.
Ubicación: Ubicación: Kilómetro 28, Ruta Nacional N°32
Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR

En la Fotografía 11, dicha sección está constituida por un elemento tipo “cola de pez” y no posee un anclaje que le permita desarrollar la fuerza de tracción para contener el vehículo.



Fotografía 11. Uso de “cola de pez” como terminal.
Ubicación: Kilómetro 25, Ruta Nacional N°32
Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 20 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------

Particularmente en la Fotografía 11 correspondiente al kilómetro 25 de la ruta en cuestión, zona conocida como “la vuelta del susto”, recientemente se sustituyó un sistema flexible con terminales que no cumplen con un diseño adecuado, ya que se colocan “cola de pez” como terminales. Esta curva tiene una alta incidencia de accidentes, por lo que, debería considerarse un diseño de acuerdo a la particularidad de este punto y que las terminales no se vuelvan un peligro adicional.

De acuerdo con el informe de Auditoría Técnica del LanammeUCR LM-AT-034-07: “Análisis de las barreras de seguridad (Guardavías colocadas en abril 2007) Ruta 32”, emitido el día 02 de mayo del 2007 mediante el oficio LM-IC-D-0438-07 al Director Ejecutivo del CONAVI, el uso de la “cola de pez” no se utiliza como terminal de barreras de seguridad desde hace 34 años en países desarrollados. El elemento en cuestión constituye un peligro para los usuarios, en caso de colisión. El vehículo podría atravesarlo, tal como se detalla en el ejemplo de la Figuras 4.



Figura 4. Ejemplo del peligro de un diseño de terminal inadecuado para un SCV.

Fuente: Seminario de Seguridad Vial (PIARC) Asociación Mundial de Carreteras, China 2005.

En la Disposición MN-06-2006 de “Materiales, normas, diseño y especificaciones: Barrera de Acero tipo viga flexible (Flex Beam) en la sección 8.2 TERMINALES, dice textualmente:

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 21 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------



“En el país ha sido práctica común la utilización de elementos terminales llamados “cola de pez”, que es un elemento que no cumple ninguna función estructural ni de protección, y solo se utiliza para dar una apariencia de terminación a los extremos de la barrera. Por tal motivo, el uso de este tipo de terminales en barreras sin sesgo o no esviadas es prohibido.” (El subrayado no es del texto original).

Es importante considerar el uso adecuado de las terminales diseñadas para el sistema contención vehicular y garantizar que el vehículo al ser impactado frontalmente no va a penetrar el compartimiento de los pasajeros, que el vehículo no salte o ruede excesivamente y que en caso de impacto lateral, el sistema logre contener y redireccionar el vehículo.

Lo anterior en consonancia con el Decreto Ejecutivo No. 33148 y publicado en el Diario Oficial la Gaceta No. 100 del 25 de mayo del 2006, indicado en el Marco Teórico de este informe. Además falta a lo indicado en el CR-2010 en la Sección 617.05 Terminales de barreras en que dice textualmente que:

“La sección final o terminal de una barrera debe ser diseñada y construirse asegurando que toda la barrera a la cual está conectada, pueda contener y redireccionar el vehículo para el cual fue diseñada de acuerdo a las especificaciones del sistema utilizado....

El sistema de anclaje debe ser adecuado para que permita desarrollar la fuerza de tracción total de la barrera....” (El subrayado no es del texto original).



LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 22 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------

HALLAZGO 7: SE ENCONTRARON INCONSISTENCIAS CONSTRUCTIVAS EN LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES

El día 3 de agosto el equipo de LanammeUCR encontró las siguientes inconsistencias de instalación en los sistemas flexibles:

Tabla 1. Descripción de algunas inconsistencias encontradas en los sistemas flexibles.

Inconsistencia	Descripción
 <p>Fotografía 12. Discontinuidad del sistema. Ubicación: Kilómetro 25, Ruta Nacional N°32 Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR</p>	<p>La fotografía muestra la falta de continuidad del sistema por lo que no es posible garantizar que el sistema se comporte eficientemente ante una posible colisión.</p>
 <p>Fotografía 13. Empotramiento de poste flexible en concreto. Ubicación: Kilómetro 25, Ruta Nacional N°32 Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR</p>	<p>El tipo de barrera flexible es el sistema compuesto por viga flexible con postes débiles y sistemas de anclaje en ambos extremos. Este sistema debe permitir el colapso o fractura de los postes durante la colisión, cuando la base del poste se empotra en concreto no permite al sistema flexible cumplir su objetivo, esto a menos que sea especificado lo contrario por el fabricante con su debida certificación.</p>

Inconsistencia	Descripción
 <p>Fotografía 14. Tornillería mal empleada. Ubicación: 130 m antes del Túnel, sentido SJ-Limón Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR</p>	<p>Los tornillos mostrados en la fotografía son todos diferentes y solo uno tiene las arandelas. El sistema flexible utiliza tornillería que ha sido ensayada a escala natural. El uso de accesorios diferentes no garantiza que el sistema funcione adecuadamente.</p>
 <p>Fotografía 15. Riesgoso empalme de vigas. Ubicación: 200 m después del Túnel, sentido SJ-Limón Fecha: 3 Agosto 2011, Fuente: LanammeUCR</p>	<p>Como se observa en la fotografía el traslape de las vigas flexibles debió ser contrario a como se encuentran colocadas, debido a que si un vehículo colisiona con esta junta, la viga posterior puede atravesar la carrocería e ingresar en el vehículo.</p>

Los sistemas de barandas flexibles tipo “flex beam” son sistemas importados de países que exigen en sus normas ensayos por cada solución ofrecida. Cada ensayo se realiza con una longitud mínima del sistema, con elementos determinados (postes, tornillos, empalmes, abatimientos o terminales diseñadas) con el fin de garantizar la funcionalidad del sistema.

Cuando no se cumple con lo establecido por el fabricante, la baranda pierde las propiedades de respuesta y en vez de ser un elemento de seguridad vial se considera un obstáculo peligroso en la vía.

Las inconsistencias anteriores han sido evidenciadas en informes anteriores por parte de esta Auditoría Técnica en los informes LM-PI-AT-29-05 y en el LM-AT-144-10.



OBSERVACIÓN 1: LAS BARRERAS INSTALADAS NO TIENEN INFORMACIÓN DE LA CASA DE FABRICACIÓN Y POR ENDE NO SE CONOCEN LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

En la visita realizada se pudo observar barreras flexibles de las cuales no se identifica la casa fabricante. Esto representa una limitación al equipo auditor, pues no se puede verificar si la barrera instalada cumple con un criterio de instalación, con su respectiva longitud de desarrollo, longitud mínima requerida, calidad del material y especificaciones del fabricante. De igual manera se requiere de la información del fabricante y del sistema utilizado para efectos de mantenimiento o sustitución de las barreras colisionadas.

Así mismo se puede observar con facilidad que no existe uniformidad en los elementos que componen el sistema de contención vehicular.

Se deben colocar sistemas de contención vehicular de un fabricante reconocido, cuyos productos hayan sido ensayados, probando que el sistema instalado cumple con los requisitos de diseño del sistema de contención vehicular.

CONCLUSIONES

- La Ruta Nacional N°32 requiere de una programación de sustitución de los sistemas de contención vehicular que no cumplen con los estándares de seguridad vial, así como de sistemas colisionados. Además se requiere realizar el diseño y la instalación de sistemas de contención vehicular en puntos donde existen riesgos u obstáculos para los usuarios como por ejemplo alcantarillas con canales profundos y precipicios desprotegidos, acorde con el Decreto Ejecutivo 33148-MOPT en que se indica que se debe incorporar el Componente de Seguridad Vial en todas las labores de Planificación, Construcción, Conservación y Mantenimiento de Obras Viales o Programas de Transportes y hasta el momento en dicha ruta no se han realizado mejoras en este aspecto.

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 25 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------



- El “sistema” de concreto armado instalado en los márgenes de la Ruta Nacional N° 32 no corresponden a ningún sistema rígido incluido en el Manual CR-2010 ni en la “Guía de Diseño del borde de la carretera” (Roadside Design Guide) de la Asociación Americana de los funcionarios de la carretera y del transporte de estado (American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO, 2002). Además por sus características e instalación representan un obstáculo adicional en la vía, poniendo en alto riesgo a los usuarios de la ruta.
- En algunos sitios las barreras no cubren la totalidad del obstáculo y/o zona de riesgo por el cual se instaló el sistema, lo que mantiene el riesgo ante un eventual accidente. Debido a lo anterior se puede concluir que existe una falta de diseño adecuado de la longitud de barrera instalada.
- La ubicación de las barreras encontradas en malas condiciones debido a colisiones anteriores, son zonas de riesgo latente, ya que se convierten en obstáculos, además se evidencia una falta de mantenimiento y planificación por parte del CONAVI en el tema de los sistemas de contención vehicular en los márgenes de la carretera sobre la Ruta Nacional N°32. Lo anterior pone en evidencia el incumplimiento de la Ley Nro. 7798 de Creación del Consejo Nacional de Vialidad en su Artículo 4.
- Es necesario realizar un mantenimiento en los captafaros para que cumplan la función de orientar al conductor. De esta manera se puede esperar una mayor vida útil para el captafaro y en consecuencia una mejora de la seguridad vial en la Ruta Nacional N° 32.
- Se hallaron sitios donde las terminales no cumplen con estándares del sistema utilizado, por lo que se convierten en riesgos latentes para las personas que transitan la ruta. Se siguen utilizando “colas de pez” como terminales a pesar de que no hay una justificación estructural ni de seguridad para utilizarlas, incumpliendo con la Disposición MN-06-2006 y la Sección 617.05 Terminales de barreras del CR-2010.



- El uso de sistemas flexibles deben responder a los estándares sugeridos por el fabricante para garantizar la adecuada respuesta ante la colisión. Tramos donde los sistemas no se encuentran adecuadamente instalados, se convierten en sitios con obstáculos adicionales en la vía, disminuyendo la seguridad de la carretera.
- Debido a la falta de información del fabricante de las barreras instaladas, el Equipo Auditor no pudo verificar que el sistema de contención vehicular escogido responda adecuadamente ante un posible accidente e incluso para efecto de un correcto mantenimiento o sustitución.

RECOMENDACIONES

Como se mencionó anteriormente el propósito de este informe es propiciar una mejora continua en la seguridad vial de la infraestructura nacional y generar en proyectos futuros la aplicación de las sanas prácticas ingenieriles.

A continuación se presentan algunas recomendaciones sobre las observaciones y hallazgos realizados por el Equipo Auditor, para que sean analizados y considerados por la Administración (MOPT-CONAVI), como elementos para mejorar sus contratos y carteles de licitación de futuros proyectos:

- Es imperativo que el CONAVI realice una programación de sustitución de los sistemas de barreras que no cumplen los estándares de seguridad vial y colisionada, así como de instalación de barreras de contención vehicular en los sitios donde se amerite y cumpla con el Artículo 4 de la Ley Nro 7798 de Creación del CONAVI y el Decreto Ejecutivo 34088-MOPT.
- Cumplir con un diseño adecuado de seguridad vial para el caso específico de cada tramo al margen de la carretera.

LM-AT-129-2011	Fecha de emisión: Noviembre de 2011	Página 27 de 31
----------------	-------------------------------------	-----------------



- Es imperativo garantizar el adecuado funcionamiento del sistema, utilizando los elementos especificados por el fabricante.
- Se recomienda retirar del sitio las barreras sustituidas y con ello evitar un riesgo adicional en la vía.
- Realizar una limpieza de los captafaros existentes con el propósito de aumentar la vida útil de los mismos y favorecer en la orientación de los conductores.
- Se debe eliminar las terminales prohibidas en nuestro país desde la aprobación de la Disposición MN-06-2006 y acogerse a la sugerencia del fabricante para cada tipo de sistema de contención vehicular utilizado.
- Apegarse a las especificaciones que indique el fabricante en cuanto a la longitud mínima a instalarse, los elementos como tornillería, postes, vigas y la adecuada instalación de los mismos. Verificando el cumplimiento de lo anterior y conociendo el sistema probado para garantizar el funcionamiento adecuado de los sistemas de contención vehicular.
- Se sugiere solicitar al fabricante dejar su identificación y la indicación del tipo de barrera utilizada, con el fin de verificar el diseño y el adecuado funcionamiento del sistema instalado, incluso para efectos de mantenimiento o sustitución.



REFERENCIAS

- Disposición MN-06-2006: “Materiales, normas, diseño y especificaciones: Barrera de Acero tipo viga flexible (Flex Beam).
- Documentos del curso: “Análisis y diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras”. LanammeUCR, Marzo 2011.
- W-Beam Guardrail Repair, A guide for Highway and Street Maintenance Personnel, Federal Highway Administration, Noviembre 2008.
- Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial LM-AT-056-04: “Carretera Braulio Carrillo, Tramo Tournón - Intersección a San Luis de Santo Domingo de Heredia”.
- Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial LM-PI-AT-029-05: “Análisis de la Seguridad Vial de los guardavías en carreteras nacionales”.
- Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial LM-AT-034-07: “Análisis de las barreras de seguridad (Guardavías colocadas en abril 2007) Ruta 32”.
- Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial LM-AT-116-08: “Sistemas de Contención Vehicular en el proyecto de Mejoramiento de las Rutas Nacionales No. 160 y No. 158 (Puerto Carrillo - Estrada - Lajas)”
- Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial LM-AT-144-10: “Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial proyecto Costanera Sur, Ruta N°34 sección Quepos-Barú”.
- Informe de Auditoría Técnica Externa de Seguridad Vial LM-AT-181-10: “Evaluación de Seguridad Vial Ruta Nacional N°27, proyecto de Concesión San José-Caldera: facilidades peatonales, condiciones laterales de la vía y aspectos de geometría de la

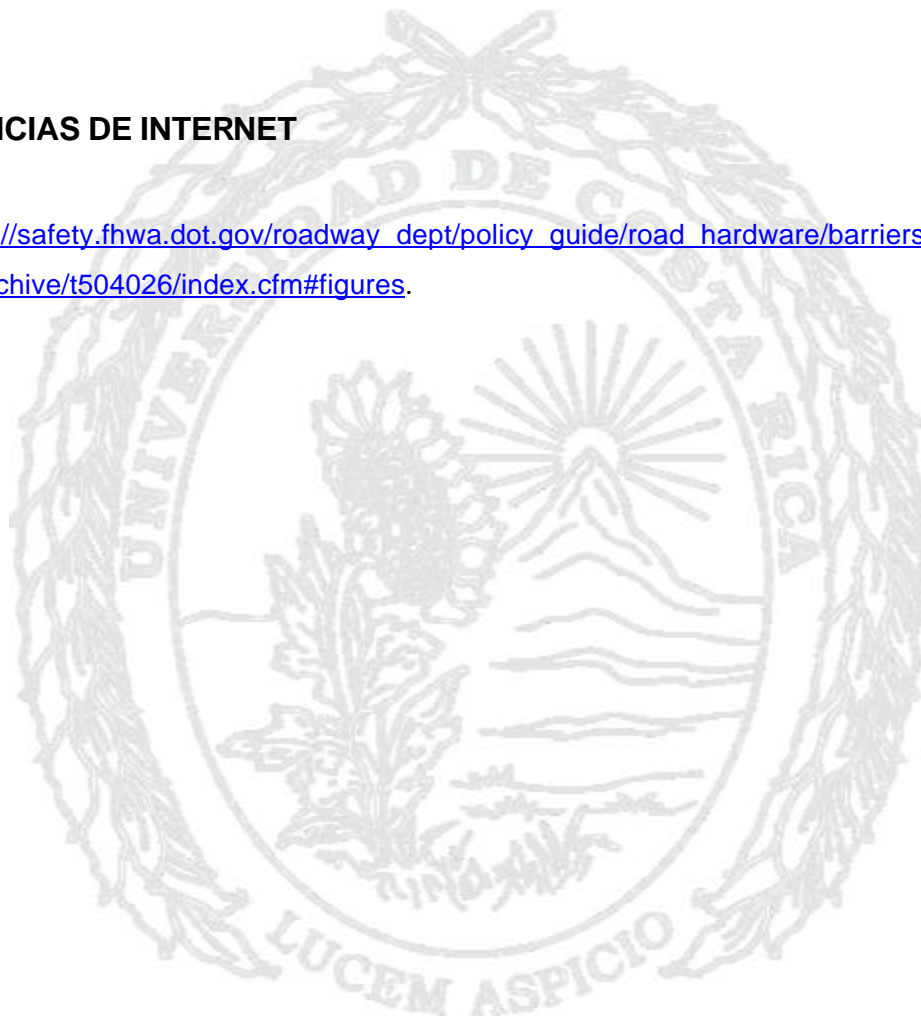


carretera (salió de Pitra como asesoría proyecto San José Caldera Ruta Nacional 27)".

- “Guía de Diseño del borde de la carretera” (Roadside Design Guide) de la Asociación Americana de los funcionarios de la carretera y del transporte de estado (American Association of State Highway and Transportation Officials: AASHTO, 2002).

REFERENCIAS DE INTERNET

- http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/policy_guide/road_hardware/barriers/techadv/s/archive/t504026/index.cfm#figures.






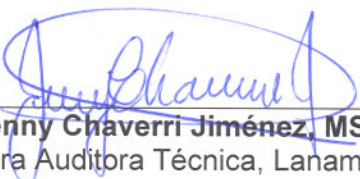
Equipo Auditor


Ing. Mauricio Salas Chaves.
Auditor Técnico, LanammeUCR

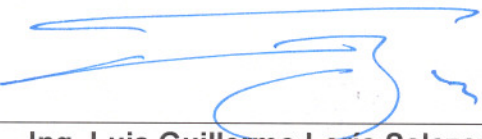

Ing. Sandra Solórzano Murillo.
Auditora Técnica, LanammeUCR


Ing. Edgar Camacho Garita.
Ingeniero Adjunto, LanammeUCR


Aprobado por:


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

Aprobado por:


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

Visto bueno de legalidad


Lic. Miguel Chacón Alvarado.
Asesor Legal LanammeUCR