

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

LM-AT-24-2007

Rehabilitación de la Carretera Costanera Sur,
Ruta Nacional No.23
SECCIÓN: Interamericana - Caldera
LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL
LI No. 002-2004.

Diciembre 2007

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
Rehabilitación de la Carretera Costanera Sur, Ruta Nacional No.23
SECCIÓN: Interamericana - Caldera
LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL LI No. 002-2004

ÍNDICE

	Página
Índice	02
1. Fundamentación.....	03
2. Propósito y Metodología de la Auditoría Técnica.....	03
3. Descripción del Proyecto y Ubicación.....	04
4. Alcance de la Auditoría.....	06
5. Prevalencia de Documentos.....	06
6. Responsables del Proyecto.....	07
7. Resultados de la Auditoría Técnica Externa.....	08
Hallazgo N°1: No se ejecutaron ensayos de control de calidad por parte del contratista, para medir la resistencia al deslizamiento del pavimento construido, a pesar de ser un requisito técnico que se solicita en el Cartel de Licitación y es vital en materia de seguridad vial.....	08
Hallazgo N°2: Ensayos de coeficiente de fricción indican que la superficie de rodamiento presenta problemas de resistencia al deslizamiento.....	10
Hallazgo No.3: Ensayos de coeficiente de regularidad superficial IRI realizados por el LanammeUCR, indican que la superficie de rodamiento no cumple con lo especificado en el Cartel de Licitación.....	13
Hallazgo N°4: En el Cartel de Licitación no existen especificaciones técnicas que permitan exigir al contratista un completo y moderno control de calidad en la demarcación horizontal.....	18
Hallazgo N°5: No se hicieron obras de drenaje de aguas a un lado de la carretera, a pesar de que existen viviendas al margen de la vía y la pendiente va hacia ese extremo.....	20
Observación N°1: Se construyeron algunos montículos de concreto que se colocaron sobre la ciclovía y constituyen un peligro para los usuarios de la carretera.....	21
Observación N°2: Observación N°2: Existen zonas de riesgo para los usuarios debido a la presencia de obstáculos u otro peligro al margen de la carretera.....	22
Observación N°3: La ramas de los árboles existentes a la orilla de la carretera reducen la visibilidad de las señales de tránsito y podrían poner en riesgo a los usuarios en caso de desprenderse y caer sobre la vía.....	24
8.Conclusiones.....	25
9.Recomendaciones.....	26

**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.
PROYECTO DE REHABILITACION DE LA CARRETERA COSTANERA SUR,
RUTA NACIONAL N° 23. SECCIÓN: INTERAMERICANA - CALDERA.
LICITACIÓN PÚBLICA INTERNACIONAL LI No. 002-2004.**

1. FUNDAMENTACIÓN

La auditoria técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME-UCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

De manera adicional, el proceso de auditoría se respalda en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

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

2. PROPÓSITO Y METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Determinar las condiciones técnicas de la carretera construida para comprobar si se cumplieron todos los requerimientos contractuales establecidos, con las condiciones de seguridad vial para los usuarios y con algunos indicadores importantes que ayudarían a conocer el estado estructural y funcional de la vía.

En las visitas realizadas se consideraron aspectos técnicos de la operación de la vía. Además en la revisión documental de la información solicitada y aportada a esta auditoría, se revisaron aspectos de diseño y de control de calidad.

Se evaluará la condición final de la vía luego de analizar los controles de calidad utilizados en el proyecto y se harán algunos ensayos para determinar la condición superficial y estructural del pavimento.

Los hallazgos y las observaciones registradas en este informe se derivan de las evidencias recopiladas y de los análisis realizados por el equipo auditor del LanammeUCR. Los hallazgos de auditoría deben atenderse como herramientas de mejora continua de la Administración, a fin de realizar acciones correctivas a procesos en ejecución y acciones preventivas a futuros proyectos de inversión de recursos viales.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN

El proyecto fue adjudicado a la empresa MECO S.A. Fue concluido en noviembre del año 2006 y tuvo un plazo de 240 días. Tiene una longitud de 12,0 kilómetros aproximadamente y comprende desde la intersección con la ruta interamericana norte (ruta #1) hasta la intersección con el acceso a la radial al puerto de Caldera.



Figura No.1: Ubicación del proyecto

El proyecto fue financiado con fondos provenientes de un préstamo con el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

En este tramo se observa tránsito de camiones pesados, propio de una zona de puerto marítimo y temperaturas al aire por encima de los 40°C, las cuales son condiciones de mayor exigencia para los pavimentos.

Antes de las obras, el tramo contaba previamente con un tratamiento superficial en una condición muy deteriorada y había sido intervenida con actividades de mantenimiento rutinario y/o periódico, a fin de disminuir los baches en la vía.

Trabajos realizados en este proyecto

- Limpieza general de la capa vegetal en zonas de ampliación lateral.
- Ampliación del sistema de drenajes.

Para los tramos donde se amplió la vía:

- Construcción de terraplén con material de préstamo seleccionado especial.
- Colocación de 60cm de espesor de material de préstamo seleccionado para acabado.
- Colocación de 30cm de material de subbase, graduación D.
- Colocación de 20cm de material de base granular, graduación B.



Figura No.2: Estructura típica de un pavimento.

Para la totalidad del proyecto:

- Construcción de base mejorada con cemento Portland de 20cm de espesor, a todo lo ancho y largo del proyecto.
- Colocación de 12,5cm de carpeta asfáltica en caliente modificada con látex, graduación B.
- Construcción de cordón y caño de hormigón al lado derecho de la obra.
- Construcción de zona verde al lado derecho de la obra.
- Construcción de ciclovía al lado derecho de la obra.

- Construcción de acera peatonal al lado derecho de la obra.
- Realizar el señalamiento vial.

4. ALCANCE DE LA AUDITORÍA

La auditoría comprende la revisión documental de aspectos de control de calidad, condición final y desempeño del proyecto.

5. PREVALENCIA DE DOCUMENTOS

Es importante definir el orden de prevalencia de documentos que competen a este proyecto, tal y como se especifica en el Cartel de Licitación. En caso de discrepancia entre los distintos documentos que forman parte del cartel se tendrá que, el orden en que prevalecerá uno de ellos sobre otro u otros, será el siguiente:

1. Ley No. 8359 del 03 de junio del 2003, publicada en La Gaceta No.129 del 07 de julio del 2003, Aprobación del convenio de Préstamo No.1605 con el BCIE.
2. Política de Obtención de Bienes y Servicios Relacionados y Servicios de Consultoría con Recursos de BCIE y las Normas para su aplicación.
3. Ley de Contratación Administrativa No.7494 y Reglamento General de Contratación Administrativa No.25038-H.
4. El Contrato suscrito entre las partes y refrendado por La Contraloría General de la República.
5. Aclaraciones y/o modificaciones a los documentos de la licitación que eventualmente pudiera emitir la Administración
6. Tomo I del Cartel de Licitación
7. Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial.
8. La oferta adjudicataria.
9. Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77)
10. Código sísmico de Costa Rica
11. Código de Cimentaciones de Costa Rica
12. Los Planos
13. Memorandum de Normas y Procedimientos.
14. Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes de Costa Rica (MC-83).
15. Decreto No.33148-MOPT, publicado en la Gaceta, el 25 de mayo del 2006, Componentes de Seguridad vial en los proyectos de carreteras.

6. RESPONSABLES DEL PROYECTO

A continuación se detalla los responsables por parte del CONAVI

6.1 Responsables por parte del CONAVI:

- **Director de la Unidad Ejecutora:** Ing. Carlos Acosta Monge.
- **Ingeniero Coordinador de Proyecto:** Ing. Ronny Sánchez Chávez
- **Gerente de proyecto:** Ing. Enrique Obed Sánchez Marín
- **Encargado de Gestión de Calidad:** Ing. Mario Campos Vega.
- **Laboratorio de verificación de calidad:** Laboratorio Ingeniero Oscar Julio Méndez.

6.2 Responsables por parte de la empresa constructora:

- **Contratista:** Constructora MECO S.A.
- **Director Técnico:** Ing. Max Sittenfeld Appel
- **Ingeniero Residente:** Ing. Mario González Chinchilla
- **Laboratorio de control de calidad:** Ingeniería Técnica de Pavimentos S.A. (ITP) y como consultor de calidad Luis Chavarría Bravo (LGC Ingeniería de Pavimentos).

6.3 Representantes del LanammeUCR por la auditoría técnica:

- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc. Eng. (Coordinadora de la Unidad de Auditorías Técnicas)
- Ing. Guillermo Morales Granados (Auditor Técnico);
- Ing. Raquel Arriola Guzmán (Auditora Técnica)
- Ing. Mauricio Salas Chaves (Auditor Técnico);
- Ing. Edgar Herrera Jiménez (Consultor);
- Sr. Edgar Cubero Vargas (Técnico Calculista).

7. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

7.1 Hallazgos

Hallazgo N°1: No se ejecutaron ensayos de control de calidad por parte del contratista, para medir la resistencia al deslizamiento del pavimento construido, a pesar de ser un requisito técnico que se solicita en el Cartel de Licitación y es vital en materia de seguridad vial.

Dentro de la documentación revisada por esta auditoría, no se halló evidencia de que se haya verificado el requisito de textura superficial solicitado en el Cartel de Licitación para la aceptación del proyecto.

En la sección V. del Cartel de Licitación, denominada “Condiciones Específicas”, apartado 2.9 de Especificaciones Especiales, inciso 2.f) relacionado con el requerimiento de textura superficial dice textualmente: *“Una vez terminada la compactación de la mezcla, el coeficiente de resistencia al deslizamiento deberá ser, como mínimo, de 0,45 en cada ensayo individual. El Contratista, bajo supervisión del ingeniero, deberá realizar por lo menos dos ensayos diarios, para determinar este coeficiente de fricción de conformidad con el ensayo AASHTO T-278. Todos los paños que no cumplan con este requisito deberán ser removidos o corregidos mediante algún método aceptado por el ingeniero.”*

En el párrafo anterior, queda claramente establecido que en el Cartel de Licitación, se indica que se debe medir este parámetro por medio de la norma mencionada, la cual se lleva a cabo por medio del equipo llamado “Péndulo Inglés”.

Es conocido a nivel mundial, acerca de la importancia de brindarle a la carretera una adecuada característica de resistencia al deslizamiento, de manera que se reduzca la posibilidad de accidentes, que pueden ser provocados por falta de agarre o de fricción de las llantas en el pavimento, a la hora de frenar o de experimentar fuerzas laterales por parte de los vehículos, al realizar maniobras de giro y al desplazarse a lo largo de las secciones curvas de la carretera.

Como referencia, se menciona que los análisis realizados en Canadá, han permitido correlacionar las distancias de frenado respecto a la resistencia al deslizamiento. En el Manual de Diseño Geométrico para Caminos Canadienses¹, se establece que para velocidades entre 85 y 90 km/h, con un coeficiente de fricción de 0,8 en la carretera, se obtuvo una distancia de frenado de 65m. Con las

¹ Transportation Association of Canada; Geometric Design Guide for Canadian Roads, Transportation Association of Canada, 1999.

mismas condiciones de velocidad pero con un coeficiente de fricción de 0,25, se obtuvo una distancia de frenado de 129m.

Al no controlar este parámetro, la Administración no puede garantizar que la superficie de rodamiento, brinde una capacidad de resistencia al deslizamiento adecuada para el tránsito de vehículos. De esta forma, se podría haber aceptado por la Administración, una vía que presentara sectores con alto riesgo de derrape o de dificultades de frenado por parte de los vehículos, a pesar de que se valoró la importancia de incluir este requerimiento de textura superficial en el Cartel de Licitación a la hora de su elaboración.

La siguiente fotografía muestra un sitio de la vía, cercano a la entrada a Playa de Doña Ana, que presenta lisura en la superficie de la vía, situación que se podría ir incrementando a lo largo de su vida útil. La existencia de tramos con estas características aumenta el riesgo de accidentes para los usuarios, especialmente en condiciones de lluvia que hace que se forme una película de agua en la superficie.



Fotografías No.1 y No.2: Las fotografías muestran un contraste entre dos puntos del proyecto. La primera muestra una lisura prematura y la segunda una textura más adecuada. Las dos fotografías son tomadas el mismo día 4 de octubre del 2006.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que se incumplió lo estipulado en el Cartel de Licitación, debido a que no existe evidencia de que la Administración midiera el parámetro de resistencia al deslizamiento, siendo un requisito contractual para la aceptación del proyecto.

Además, en decreto No.33148, hecho por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas y publicado en la Gaceta del 25 de mayo del 2006, se especifica directamente que se deben incluir todos los componentes de seguridad vial en la construcción de obras de carreteras, considerando a todos los usuarios. Esta

Auditoría Técnica considera que la medición del parámetro de resistencia al deslizamiento es un componente importante de prevención para determinar la peligrosidad de las carreteras construidas, lo que constituye un componente de gran relevancia en la seguridad vial de la vía.

Hallazgo N°2: Ensayos de coeficiente de fricción indican que la superficie de rodamiento presenta problemas de resistencia al deslizamiento.

Con el fin de analizar la calidad de la superficie de rodamiento, se solicitó al laboratorio LanammeUCR, ensayos de coeficiente de fricción por medio del equipo "Griptester". El ensayo consiste en determinar la resistencia al deslizamiento mediante una llanta parcialmente frenada, guiada en sentido del tránsito sobre una superficie a la cual se le agrega un flujo de agua, que forma una película de 25mm de espesor, generando lecturas continuas del parámetro que se mide, que en este caso se denomina "Grip Number". La velocidad a la que el equipo mide este parámetro es de 50 km/h. Se debe entender que entre mayor sea el coeficiente de fricción obtenido, habrá mejor agarre de las llantas con la superficie de rodamiento y en consecuencia, menor sería la distancia necesaria para que un vehículo frene, al igual que menor sería el riesgo de que se deslice hacia un lado al transitar por curvas, situación que sería más segura para el usuario.

Fotografía No.3: Equipo Grip Tester utilizado por el LanammeUCR



El Índice de Fricción fue presentado en 1995 por la PIARC (Asociación Mundial de la Carretera), como recomendación para la medida de la resistencia al deslizamiento. La medición de este parámetro permite comparar distintas condiciones de pavimento, desde el punto de vista de la seguridad ante el deslizamiento de los vehículos en condiciones de lluvia por bajos valores del coeficiente de fricción.

El día 16 de marzo del 2007, LanammeUCR realizó mediciones con el equipo GripTester en la sección Interamericana – Caldera, en ambos sentidos, y se obtuvieron valores de fricción cada 5m.

Estos valores de “Grip Number” oscilan entre 0,21 y 0,78, teniendo como valor promedio de las mediciones un valor de 0,41, con una variación estándar de 0,069, para el sentido Interamericana – Caldera.

En el otro sentido de Caldera – Interamericana se obtuvieron valores entre 0,18 y 1,14, con un valor promedio de 0,59, con una desviación estándar de 0,12.

Las siguientes gráficas muestran los parámetros medidos con el equipo “Griptester” a lo largo de todo el proyecto, en ambos sentidos.

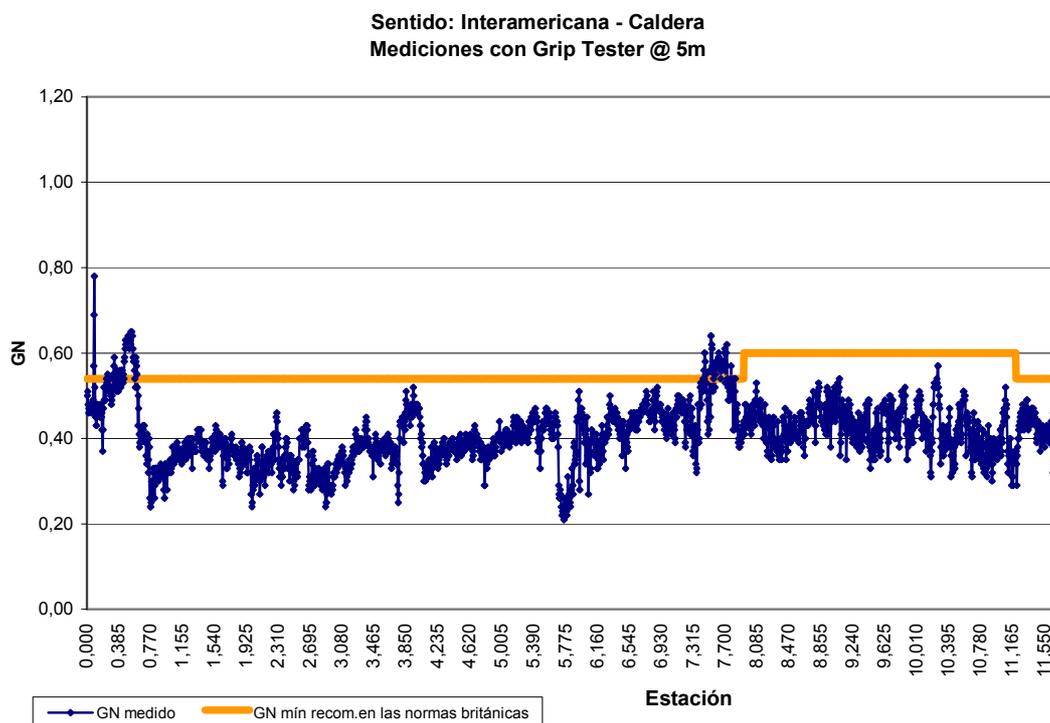


Gráfico No.1: Mediciones de resistencia al deslizamiento con el equipo “griptester”, en el sentido Interamericana – Caldera.

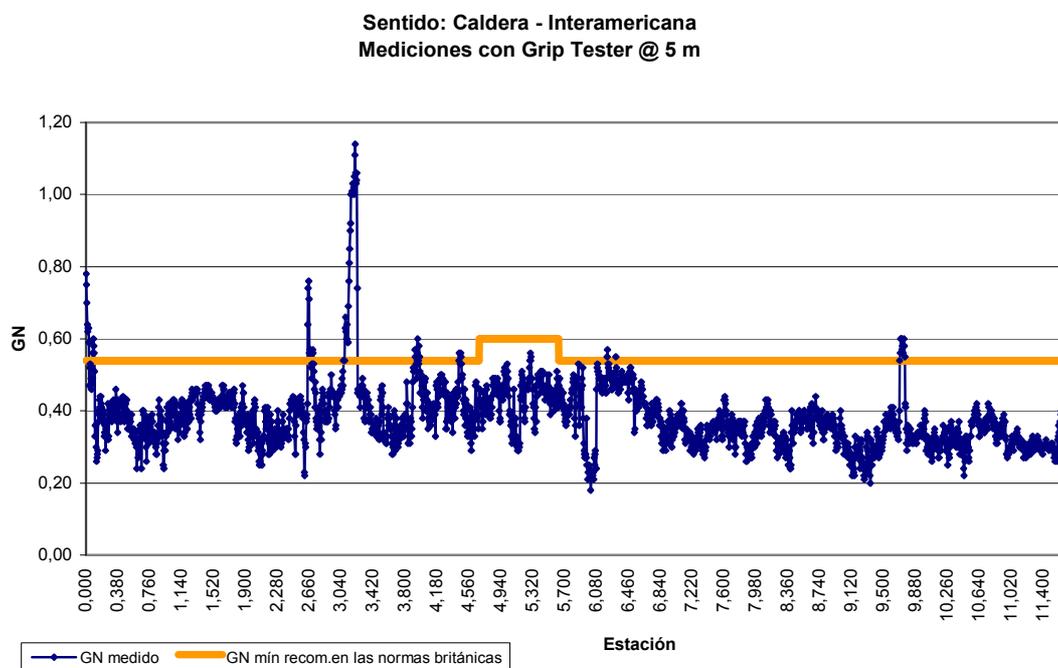


Gráfico No.2: Mediciones de resistencia al deslizamiento con el equipo “griptester”, en el sentido Caldera – Interamericana.

Como referencia para comparación de valores de “Grip Number”, podemos mencionar los valores mínimos que se recomiendan en las normas británicas para pavimentos (línea verde continua). Estas normas recomiendan valores mínimos de “Grip Number” de 0,54 para carreteras de una calzada y 0,60 para zonas con pendiente de 5% a 10% (estos valores se indican en los gráficos No.1 y No.2 dependiendo de la característica de la carretera existente para diferentes tramos). Aunque estas normas no aplican directamente a la especificación con el equipo de Péndulo Inglés, que se solicita en el CR-2002 y en el Cartel de Licitación de este proyecto, éstas sirven de referencia para verificar la calidad de la superficie de rodamiento en cuanto a su resistencia a la fricción por medio del equipo Griptester. La norma utilizada por el LanammeUCR para realizar el ensayo con el equipo Griptester es la BS-7941-2:2000.

Es criterio de esta auditoría que la superficie de rodamiento podría presentar problemas de deslizamiento para los vehículos de los usuarios, sobretodo en condiciones climáticas lluviosas, situación que se puede ir incrementando en el tiempo con el paso de vehículos.

Hallazgo N°3: Ensayos de coeficiente de regularidad superficial IRI realizados por el LanammeUCR, indican que la superficie de rodamiento no cumple con lo especificado en el Cartel de Licitación.

El índice de regularidad superficial es utilizado mundialmente como parámetro de aceptación de proyecto. Además, es una herramienta importante utilizada para determinar el momento oportuno para aplicar un mantenimiento efectivo a una vía.

Este parámetro representa la magnitud y la frecuencia de las irregularidades verticales presentadas a lo largo de la vía, y que se traducen para el usuario en la confortabilidad percibida al transitar la vía.

De acuerdo con el Sistema Internacional de medidas, las unidades utilizadas son m/km. Estas unidades indican la longitud de las irregularidades verticales medidas en metros a lo largo de un kilómetro.

Para un pavimento recién construido los motivos, principales que pueden causar estas irregularidades, obedecen a prácticas constructivas que promueven distorsiones respecto a un plano horizontal totalmente plano. Por otro lado, para un pavimento en servicio, la otra causa importante, es por deformaciones inducidas por el tránsito vehicular ya sea por cargas excesivas o por el estado estructural del pavimento, considerando todas las capas de materiales que lo conforman, incluyendo la capacidad de soporte de la subrasante.

A la hora de evaluar una obra, el IRI constituye uno de los parámetros más importantes de verificar, ya que la magnitud de las diferencias en el plano horizontal imaginario ideal, influye en la seguridad, en la confortabilidad del usuario y en los costos de operación vehicular (tales como aumento en el consumo de combustible, repuestos del vehículo, etc).

Para este proyecto en específico, en el cartel de licitación se establece que la medición de IRI se realice en tramos de 200m y debe de ser igual o inferior a 2m/km para todos los promedios de 5 tramos consecutivos a lo largo de todo el proyecto, y que ninguno de los valores medidos para cada tramo individual de 200m, debe ser mayor a 3m/km. En caso de que se incumpla con este requerimiento, se aplicarán multas hasta de 40% del pago de la superficie de rodamiento o se debería reparar, si el promedio de los 5 tramos consecutivos supera los 3m/km.

Según pruebas de IRI realizadas en el LanammeUCR, medidas cada 200m, indican que el promedio de 5 tramos consecutivos de 200m, no cumplen la

especificación de que debe ser menor o igual a 2 m/km, a pesar de que cada valor individual de IRI, en su mayoría, cumplen con que son menores a 3 m/km.

A continuación se presentan los resultados obtenidos utilizando el perfilómetro láser, para ambos sentidos del proyecto.

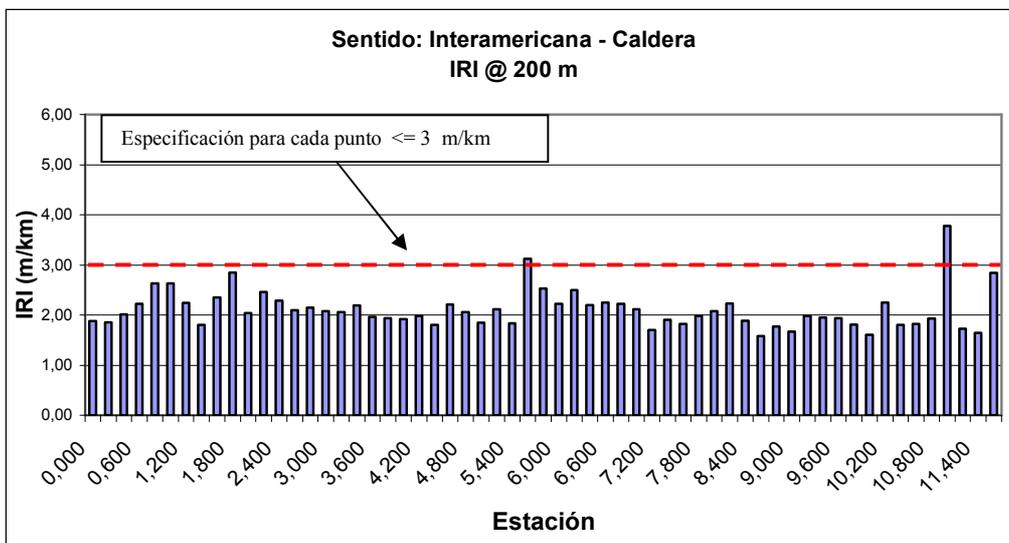


Grafico No.3: Parámetro de regularidad superficial IRI medido con perfilómetro láser en el sentido Interamericana – Caldera.

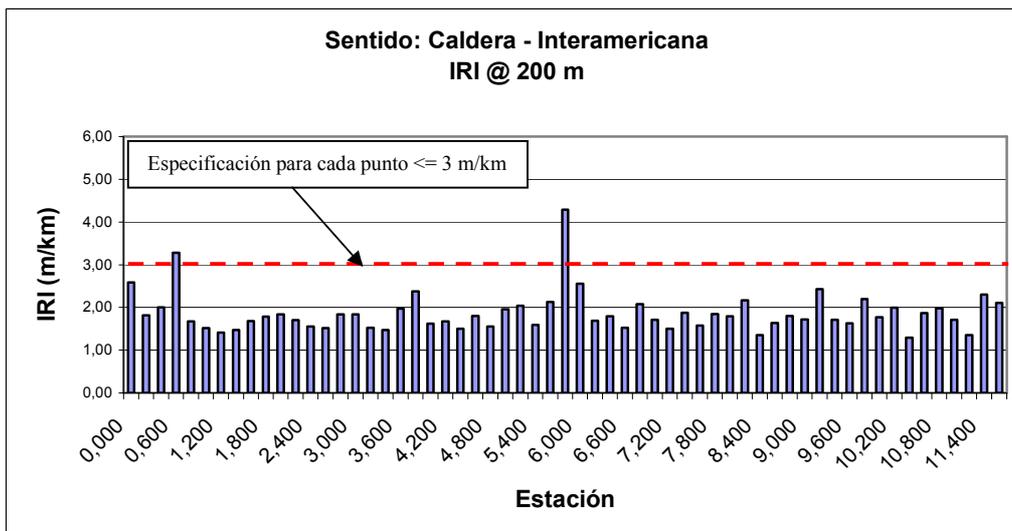


Grafico No.4: Parámetro de regularidad superficial IRI medido con perfilómetro láser en el sentido Caldera - Interamericana.

Como se puede observar, en los gráficos No.3 y No.4, los valores individuales de cada punto medido, cumplen con la especificación de 3 m/km, con excepción de algunos puntos aislados. Sin embargo, en los siguientes gráficos No.5 y No.6, se puede observar que el promedio de 5 tramos consecutivos a lo largo de todo el proyecto no cumple con la especificación de 2 m/km, situación que es más notoria en el sentido Interamericana – Caldera.

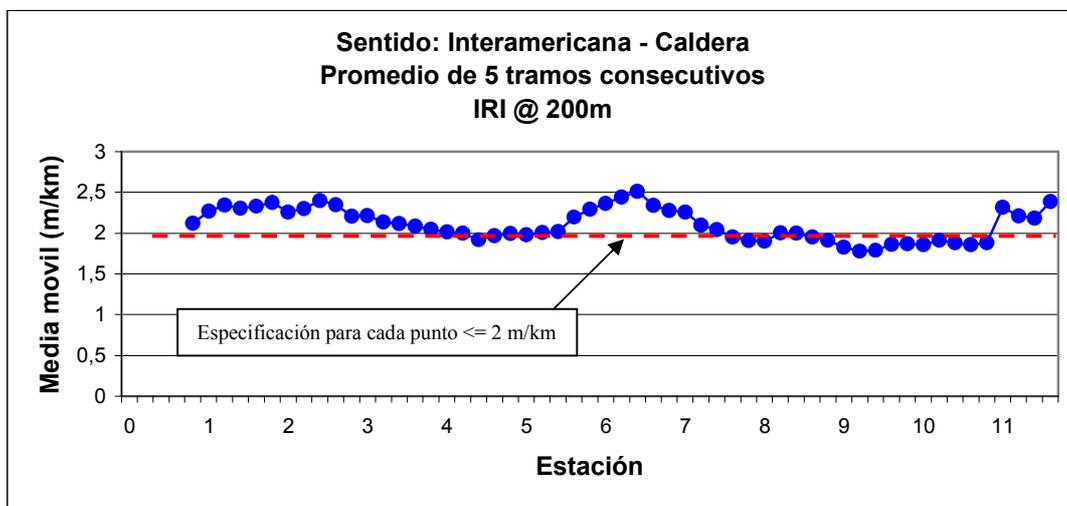


Gráfico No.5: Promedio IRI para 5 tramos consecutivos a lo largo de todo el proyecto en el sentido Interamericana - Caldera.

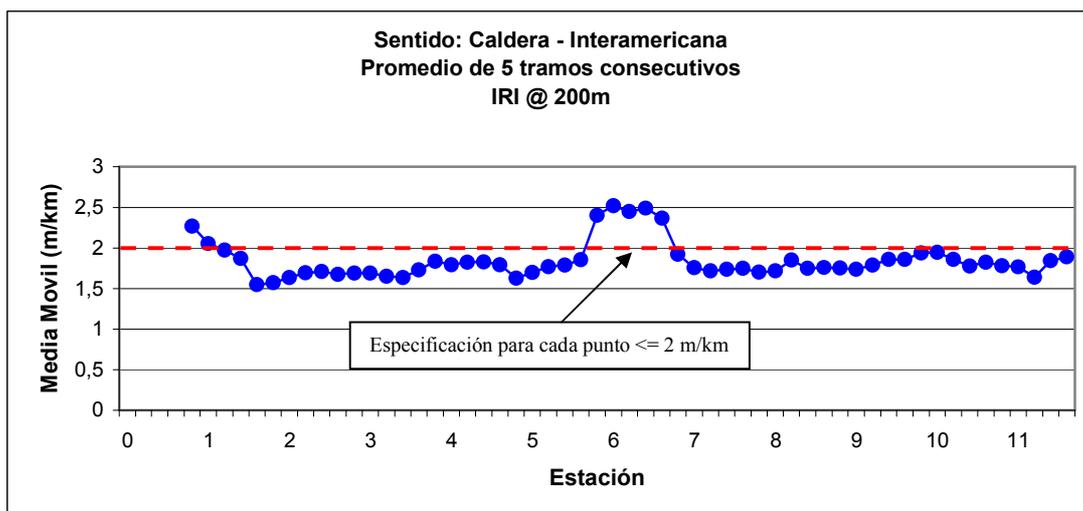


Gráfico No.6: Promedio IRI para 5 tramos consecutivos a lo largo de todo el proyecto en el sentido Caldera - Interamericana.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que el requisito contractual de 2 m/km (línea roja en los gráficos), no se cumplió en la totalidad del proyecto, ya que algunas secciones del proyecto presentan resultados por encima de las especificaciones solicitadas.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que medir el IRI para tramos de 200m, podría provocar que no se consideren irregularidades superficiales puntuales importantes, debido a que, entre más grande sea la longitud de medición, se distribuyen más las irregularidades altas o bajas que se pueden encontrar en sectores específicos, de manera que al promediar en todo el tramo de medición, no se reflejan estos sectores con regularidad superficial inadecuada, lo que impide brindar confort al usuario. Una frecuencia de medición comúnmente utilizada para medir el Índice de Regularidad Superficial en obras nuevas es de 10m y es útil para la detección de zonas específicas con altas regularidades², donde se necesita determinar si se requiere de algún mejoramiento en la superficie. Las mediciones de IRI para evaluar una obra a nivel de proyecto, requieren de precisión y detalle. En el caso de una evaluación a nivel de red vial, en la que no se requiere de mediciones tan precisas, y las cuales se utilizan para programar intervenciones de mantenimiento o de reconstrucción y definir prioridades³, las mediciones de IRI pueden realizarse en tramos de mayor longitud.

Para ilustrar esta diferencia de valores de IRI medidos a diferentes distancias, se solicitó al LanammeUCR realizar mediciones de Regularidad Superficial en intervalos de 5m, 50m, 100m y 200m. Los resultados obtenidos se pueden observar en los gráficos No.7 y No.8, en los que se representa un kilómetro del proyecto en cada sentido.

² Li Ningyuan, Frank Marciello and Tom Kazmierowski. “Quality Assurance Applied in Measuring Pavement Roughness of Notario Provincial Roads”, Canada.

³ Ralph Haas, W.Ronald Hudson y John Zaniwski. “Modern Pavement Management”, Florida, 1994.

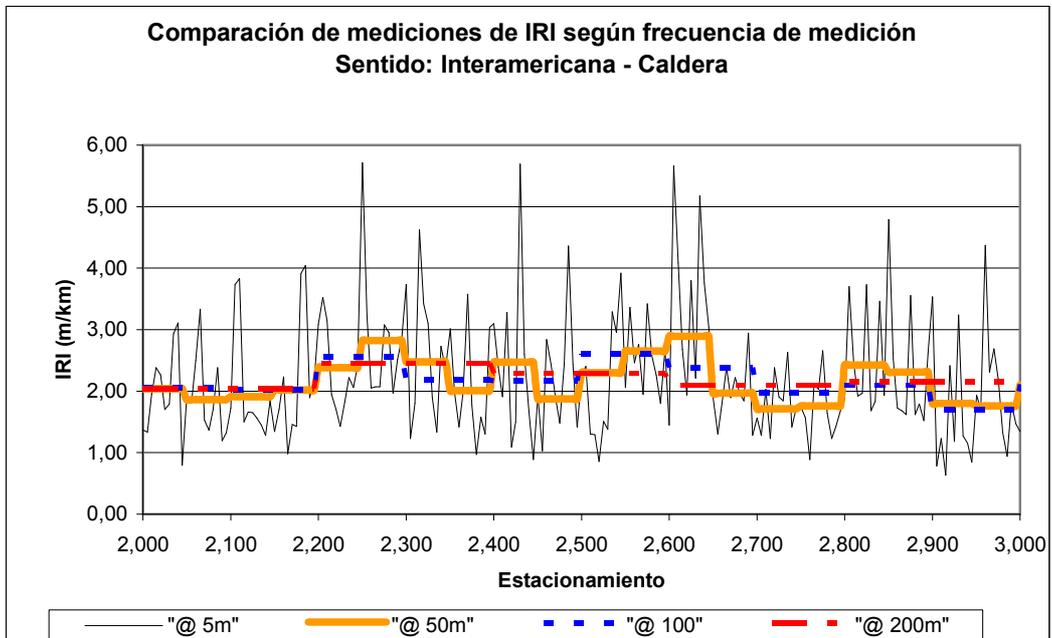


Gráfico No.7: Comparación de mediciones de IRI a diferentes intervalos de medición en el sentido Interamericana - Caldera.

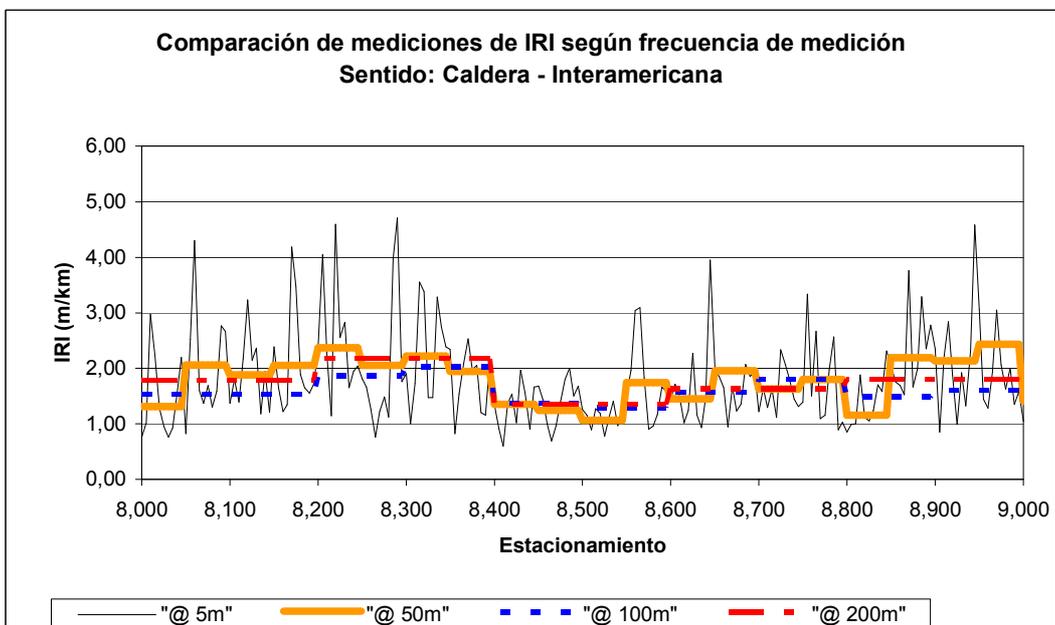


Gráfico No.8: Comparación de mediciones de IRI a diferentes intervalos de medición en el sentido Caldera - Interamericana.

Se puede notar que las mediciones realizadas cada 5m, reflejan irregularidades más pronunciadas que las medidas cada 50m, 100m y 200m. Esta medición más precisa y detallada, podría ayudar a encontrar secciones con problemas específicos y determinar si es necesaria alguna corrección de la superficie. Por otro lado, se observa que las mediciones realizadas cada 200m, tal y como se solicita en el cartel, al promediar todas las irregularidades encontradas dentro de cada sección de 200m de longitud, presentan un nivel global del IRI para toda la sección y difiere considerablemente al medido en el mismo tramo mediante ensayos a intervalos más cortos.

El Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales (SIECA), especifica en la sección 401.16 que: *“...Después de la compactación final, se medirá el nivel de rugosidad en la capa de superficie, o en la capa de apoyo para una capa asfáltica friccionante de graduación gruesa. El índice de rugosidad (regularidad) internacional (IRI), será el parámetro que se usará para determinar la rugosidad del pavimento. El Contratante establecerá los requisitos de IRI para el proyecto.*

Se define como sublote a una sección de 0.1km de longitud medida en el sentido del tránsito. Se define como lote a la totalidad de sublotes que integran un proyecto.”

Como se puede observar, el Manual Centroamericano menciona la medición del IRI cada 100m a lo largo de todo el proyecto (sublotes de 0.1km). Además menciona que si el índice fijado por la parte Contratante, no se cumple para cada sublote, se debe reemplazar la sección defectuosa por parte del Contratista.

Hallazgo N°4: En el Cartel de Licitación no existen especificaciones técnicas que permitan exigir al contratista un completo y moderno control de calidad en la demarcación horizontal.

Dentro de la documentación aportada a esta auditoría, no se presentaron especificaciones o requerimientos contractuales que permitieran evaluar la demarcación vial contratada, la cual incluía colocación de captaluces y demarcación con pintura con las respectivas esferas de vidrio para brindar retroreflectividad. A su vez, no existió evidencia de que se aplicaran controles de calidad para esta actividad. Esto se pudo evidenciar en visitas realizadas a la obra los días 9 y 13 de noviembre del 2006, cuando se estaban realizando actividades de demarcación, y mediante una entrevista realizada al Ing. Mario Campos Vega, encargado de gestión de calidad del proyecto por parte de la Administración.

Es criterio de esta auditoría, que en el proyecto no se garantizó la calidad de la demarcación vial horizontal realizada en la obra, ya que no existe un criterio normativo básico ni algún control de calidad ejecutado que sirviera de respaldo a la Administración, para recibir estas obras de demarcación, con la certeza de que serán durables y cumplirán el objetivo de funcionalidad durante un periodo definido.

Actualmente, en el país existen documentos como el Manual de Especificaciones Técnicas para Señalamiento Horizontal y Vertical en las Carreteras (IT-91), el cual ha sido utilizado para regir en las recientes campañas de demarcación de la Dirección de Conservación Vial de Conavi. Al no incluirse el IT-91 dentro de los documentos de prevalencia en el Cartel de Licitación de este proyecto, se pone en riesgo la calidad de la demarcación por la cual se invirtió recursos públicos, y no se garantiza la eficiencia y la eficacia en la actividad, lo cual incumple con lo estipulado en el artículo 8 de la Ley de General de Control Interno.

Además, en la Ley 8359 referente a la aprobación del contrato de préstamo No.1605, suscrito por el Gobierno de Costa Rica y el Banco Centroamericano de Integración Económica para el Financiamiento del Proyecto denominado Programa para Completar el Complejo Vial Costanera Sur, se estipula en el artículo 1, sección 1.4, punto t), que se debe presentar al Banco informes mensuales, en los cuales se deben incluir los resultados de pruebas efectuadas a los materiales utilizados, en las cuales se incluyen pruebas a la actividad de pintura, si la Unidad Ejecutora considera que deba ser probada para asegurar la calidad. Al ser la actividad de demarcación horizontal un renglón de pago con un monto considerable de \$55.537, es criterio de esta auditoría que se debería asegurar la calidad y en consecuencia, la durabilidad de esa pintura.

En enero del año 2007 se emitió el informe de auditoría LM-PI-PV-AT-08F-07, denominado "Evaluación de las Labores de Demarcación Vial Horizontal, Especificaciones Técnicas y Cartel de Licitación, Carretera Costanera Sur, Sección Interamericana – Caldera", donde se exponen de forma más amplia una serie de hallazgos sobre este tema, para este mismo proyecto en específico.

Hallazgo N°5: No se hicieron obras de drenaje de aguas a un lado de la carretera, a pesar de que existen viviendas al margen de la vía y la pendiente va hacia ese extremo.

De acuerdo con lo observado por el equipo auditor y a la revisión de la documentación aportada, no se realizaron obras de recolección de aguas suficientes en la margen izquierda de la vía en el sentido del estacionamiento (Interamericana – Caldera).

Esto se evidencia en las fotografías aportadas en este informe, en las cuales se aprecia la falta de obras de recolección de aguas en sitios donde se requieren debido a la presencia de viviendas al margen de la carretera.



Fotografía No.4: En la margen izquierda de la vía no hay obras para canalizar las aguas a pesar de que la pendiente va en ese sentido.

Es criterio de esta auditoría que, aunque el Cartel de Licitación incluye dentro de los trabajos a realizar, la ampliación del sistema de drenajes requerido, aún faltan obras por realizar en el proyecto para garantizar un funcionamiento óptimo de la vía en cuanto a canalización adecuada de aguas en ciertas zonas que lo requieren.

Este problema podría contribuir a situaciones de entrada de agua en las viviendas aledañas a la vía, ya que el nivel de la carretera está por encima del nivel de piso de ellas. Además podría influir en situaciones sanitarias desfavorables para la zona.

7.2 Observaciones

Observación N°1: Se construyeron algunos montículos de concreto que se colocaron sobre la ciclovia y constituyen un peligro para los usuarios de la carretera.

De acuerdo con lo observado por el equipo auditor, se construyeron algunos montículos de concreto sobre la ciclovia, propiamente a los lados de las entradas de vehículos, con el fin de restringir el paso de éstos sobre la ciclovia o la acera peatonal.

En la práctica internacional y desde la perspectiva de seguridad vial, es de alto riesgo que existan obstáculos rígidos al lado de la vía. Para una carretera donde se transita a más de 60 km/h, cualquier elemento rígido, sobretodo mayor de 15 cm de diámetro, es de alto riesgo para el usuario. En el caso de los ciclistas, el choque con uno de estos montículos podría ocasionar serios daños a su integridad física y en el caso de los vehículos, podría significar un daño mayor en caso de que se salgan de la vía.

Esta auditoría es del criterio de que es más relevante cuidar la integridad física de los usuarios por obstáculos en la vía, que tratar de evitar que los usuarios hagan maniobras no permitidas instalando dispositivos adicionales y peligrosos.

Existe un concepto a nivel mundial llamado “Zona Libre”, el cual se define como el espacio transversal comprendido entre el borde exterior de la calzada y el obstáculo, desnivel u objeto vulnerable más próximo a ella⁴. En la medida de lo posible se debe proveer una zona libre suficientemente amplia para que si un vehículo se sale de la calzada, el conductor pueda reconducir o detenerse de manera segura, sin peligro a volcar ni colisionar con algún obstáculo.

⁴ I Seminario sobre planes integrales de Seguridad Vial. “La Seguridad Vial y los Accidentes con Salida de Calzada”. MARTINEZ, Ángel y AMENGUAL, Antonio. Empresa HIASA, Grupo Gonvarri, España. Realizado en Antigua, Guatemala. 2006.

*Rehabilitación de la Carretera Costanera Sur,
Ruta Nacional No.23, Sección: Interamericana – Caldera*

La siguiente fotografía muestra los montículos construidos a los lados de los accesos de vehículos.



Fotografía No.5: Se puede observar los montículos construidos. En este caso se construyeron justamente donde finaliza un tramo de la ciclo vía y al lado de la vía principal de vehículos.

En la actualidad, estos montículos se encuentran pintados de color amarillo para que sean más visibles. Sin embargo, se puede observar una buena cantidad de ellos que ya han sido impactados y deteriorados. Algunos ya no se encuentran en los sitios donde se construyeron, sino que al ser arrancados por diferentes motivos se depositan a las orillas del derecho de vía.

Observación N°2: Existen zonas de riesgo para los usuarios debido a la presencia de obstáculos u otro peligro al margen de la carretera.

Según visitas realizadas al proyecto, existen algunas zonas de riesgo para los conductores de vehículos, en las cuales existe un peligro permanente de salirse de la vía y chocar de frente con obstáculos, como árboles o caer en sitios que podrían agravar las lesiones a los usuarios por la ocurrencia de un accidente de este tipo.

Como una referencia de importancia, podemos mencionar que en Europa los accidentes en los cuales se involucran vehículos que se salen de la calzada,

representan entre el 18% y el 42% de todos los accidentes con víctimas mortales⁵. Como podemos ver, podemos estimar un valor medio de 30% que varía de acuerdo a cada país europeo, porcentaje que indica la importancia que tiene el diseñador de la carretera tomando en cuenta lo siguiente:

- Eliminar, desplazar o modificar los peligros existentes al margen de la vía
- Ampliar el ancho de la zona libre
- Implantar un eficiente sistema de contención de vehículos
- Seleccionar los niveles de contención, de severidad y de deformación de los sistemas de contención a implantar así como las dimensiones.

Es criterio de esta auditoría que en zonas de riesgo como éstas, es importante la eliminación de los elementos existentes al margen de la carretera que constituyen un riesgo para los usuarios, o la colocación de dispositivos de seguridad que puedan minimizar la gravedad de los accidentes, como por ejemplo los mencionados sistemas de contención, cuya finalidad es hacer que los vehículos, aunque se salgan de la vía, sean contenidos y redireccionados a la vía por la que circulan, minimizando la posibilidad de un vuelco o un choque frontal.



Fotografía No.6: Se puede ver la existencia de árboles al lado de la vía, que podrían ser obstáculos para los vehículos que se salgan de la vía.

⁵ I Seminario sobre planes integrales de Seguridad Vial. “La Seguridad Vial y los Accidentes con Salida de Calzada”. MARTINEZ, Ángel y AMENGUAL, Antonio. Empresa HIASA, Grupo Gonvarri, España. Realizado en Antigua, Guatemala. 2006.

Observación N°3: La ramas de los árboles existentes a la orilla de la carretera reducen la visibilidad de las señales de tránsito y podrían poner en riesgo a los usuarios en caso de desprenderse y caer sobre la vía.

Según lo observado en las visitas realizadas, existe gran cantidad de árboles a lo largo del proyecto, cuyas ramas invaden el derecho de vía.

Es criterio de esta auditoría, que el derecho de vía está destinado para que se presente un tránsito seguro de vehículos. Al existir invasión de árboles dentro del derecho de vía, pone en riesgo la seguridad de los usuarios, ya sea por obstrucción de la visibilidad de las señales, por la caída de ramas sobre los vehículos que circulan por la vía o por ser obstáculos fijos contra los que podrían chocar frontalmente algún vehículo que se salga de la vía.

A continuación se presentan algunas fotografías que evidencian peligros en la vía, situación que requiere de una mejora preventiva en cuanto a seguridad vial por vegetación existente.



Fotografías No.7 y No.8: Se puede notar el peligro permanente al existir la posibilidad de caída de ramas en la vía o de choques frontales con árboles al no existir sistemas de contención.

8. Conclusiones.

Después de realizar los análisis de los hallazgos y observaciones relacionadas con la ejecución de este proyecto a cargo de la Dirección de Obras de CONAVI, con base en los documentos contractuales y demás requisitos, se concluye lo siguiente:

- A pesar de que se cumple con la especificación de 3 m/km de IRI para puntos individuales, no se cumple para el promedio de los 5 tramos consecutivos de 200m ya que el valor supera los 2 m/km, sobretodo en el tramo con sentido Interamericana - Caldera. Esto genera que el proyecto no haya cumplido con los estándares de confort al usuario que requería el Cartel de Licitación y además, al tener un IRI mayor al esperado, el deterioro podría ser más acelerado ya que el tránsito induce cargas adicionales al pavimento.
- No se cumplió con la ejecución de ensayos de textura superficial, a pesar que el Cartel de licitación lo solicita. En este caso se incluyó la especificación de textura superficial pero no se tomó en cuenta dentro del control ni la verificación de calidad realizada durante la construcción del proyecto.
- A pesar que se realizó una obra donde se incluyeron elementos importantes para un funcionamiento satisfactorio tanto de peatones como de conductores, faltaron obras importantes en relación a la canalización adecuada de aguas.
- La vía cuenta con algunos obstáculos adyacentes que propician situaciones peligrosas para el usuario que en algunos casos podrían ser determinantes en un accidente de tránsito para que se presenten lesiones graves. En este caso, estas situaciones se presentan para los usuarios de la ciclovía y los conductores, tanto en situaciones como obstáculos a los lados de la vía o falta de sistemas de contención. Esto se presenta a pesar que se publicó el decreto No.33148 por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, referente a que se debe incluir en las obras viales los componentes necesarios para brindar seguridad vial.
- En este proyecto, no existió un componente normativo suficiente para garantizar la calidad de la demarcación contratada con pintura vial de manera que la inversión realizada referente a este rubro, se garantice brindando durabilidad y visibilidad requerida en la obra.

9. Recomendaciones

- Dado que el coeficiente de fricción presenta valores que indican condición de riesgo en algunos tramos, así como existen puntos con exudación en el pavimento, se recomienda dar seguimiento al desempeño de la obra dado que en nuestro país es relativamente nuevo el uso de asfaltos modificados en nuestro país, sobretodo en esta zona de alta temperatura y de tránsito pesado.
- Esta auditoría considera importante que la Administración incluya en futuros proyectos especificaciones para aceptación de obras usando criterios de desempeño.
- Profundizar en los hallazgos relacionados con aspectos de seguridad vial tomando en cuenta todos los usuarios de la obra (peatones, conductores, ciclistas, etc). El decreto MOPT N° 33148, que aparece en la gaceta N° 100 del 25 de mayo de 2006 establece que para cumplir objetivos seguridad vial integral, deben realizarse auditorías de seguridad vial a proyectos viales y es de acatamiento para aquellas entidades que intervengan en etapas de planificación, diseño, construcción y conservación.
- Verificar la necesidad de obras adicionales no incluidas en el cartel de esta licitación y que de manera complementaria redundan en un buen desempeño y funcionamiento del proyecto, como por ejemplo obras de canalización de aguas en ciertas zonas y la colocación de guardacamino.
- Esta auditoría recomienda que la Administración adquiera equipo para medir la retroreflexión de las señales horizontales y verticales colocadas, a fin de garantizar las características de seguridad de la obra ante conducción nocturna o en condiciones lluviosas.
- En el proyecto no se realizaron mediciones para el coeficiente de fricción, ni ensayos de calidad a la pintura de demarcación por lo tanto se recomienda que todos los aspectos de aceptación de materiales que se incorporan al proyecto tengan un respaldo de calidad para su correcto control y verificación, así mismo se establezcan estas características como requisito ineludible para la tramitación de pagos de forma tal que cada estimación lleve consigo, los ensayos correspondientes a cada periodo de pago.
- Se debe revisar a nivel nacional, la especificación de Regularidad Superficial para aceptación de proyectos, ya que la base de medición para

evaluación de proyectos nuevos y evaluación a nivel de gestión de red difiere considerablemente.

- Verificar que se le de limpieza constante al derecho de vía para que no se pierda la visibilidad de las señales verticales que son obstruidas por vegetación existente y se minimice el riesgo de la caída de ramas de árboles a vehículos en tránsito.
- Dado que es posible identificar zonas con deficiente valor de resistencia al deslizamiento, producto de exudación, es importante realizar acciones que de manera preventiva reduzcan la probabilidad de accidentes por esta condición.

EQUIPO DE TRABAJO

Ing. Mauricio Salas Chaves.
Auditor Técnico

Ing. Raquel Arriola Guzmán.
Auditora Técnica

Ing. Guillermo Morales Granados.
Auditor Técnico

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, Msc Eng.
Coordinadora de Auditorías Técnicas.

Visto bueno de legalidad

Lic. Miguel Chacón Alvarado.
Asesor Legal externo
LanammeUCR
