



**Laboratorio Nacional de Materiales  
y Modelos Estructurales  
de la Universidad de Costa Rica  
(LanammeUCR)**

**Programa de Ingeniería del Transporte (PITRA)**

**Resumen Ejecutivo:  
Asesoría Proyecto San José-Caldera  
Ruta Nacional 27**

**Enero 2011**

Informe INF-PITRA-002-2011	Fecha de emisión: 12 de Enero de 2011	Página 1 de 32
----------------------------	---------------------------------------	----------------

## Tabla de Contenidos

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>3</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL INFORME</b> -----	<b>5</b>
<b>3. POTESTADES</b> -----	<b>6</b>
<b>4. OBJETIVO GENERAL</b> -----	<b>6</b>
<b>5. ALCANCE</b> -----	<b>6</b>
<b>6. DETALLE DEL CONTENIDO DEL INFORME</b> -----	<b>7</b>
<b>7. EQUIPO DE TRABAJO</b> -----	<b>9</b>
<b>8. RESÚMENES EJECUTIVOS POR TEMÁTICA</b> -----	<b>10</b>
8.1. EVALUACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONTRACTUALES PARA EL PROYECTO SAN JOSÉ-CALDERA, AÑO 2010. -----	10
8.2. INFORME DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO SAN JOSÉ-CALDERA RUTA NACIONAL 27, AÑO 2010 -----	13
8.3. DETERIOROS PREMATUROS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA SAN JOSÉ-CALDERA -----	21
8.4. 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.-----	23
8.5. ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS Y DEL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA SECCIÓN COMPRENDIDA ENTRE LOS ESTACIONAMIENTOS 46+780 A 46+860 Y DE LA ATENCIÓN A LOS HECHOS RELACIONADOS CON LA FALLA DE LA SECCIÓN DE RELLENO, PROYECTO SAN JOSÉ-CALDERA, RUTA NACIONAL 27, TRAMO II -----	24
8.6. REVISIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE CINCO PUNTOS DE LA CARRETERA NACIONAL 27-----	27
<b>9. DIAGNÓSTICO FINAL DEL PROYECTO EN CONCESIÓN SAN JOSÉ – CALDERA, RUTA 27.</b> -----	<b>29</b>
<b>10. REFERENCIAS</b> -----	<b>32</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En países como Costa Rica, en donde las crisis económicas y fiscales, así como los altos niveles de burocracia y tramitología han disminuido la capacidad de intervención estatal de forma eficiente y oportuna, surgen la necesidad de buscar esquemas alternativos de financiamiento de las obras de infraestructura que el país necesita. En este sentido, cabe destacar que la obra pública en infraestructura vial no es un fin en sí mismo, sino un medio para procurar la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

Cuando el 22 de mayo de 1998 se publicó en La Gaceta la recién aprobada Ley General de Concesión de Obras Públicas con Servicios Públicos N° 7762, la motivación de ésta fue el deseo manifiesto del Gobierno de adecuar el sistema de transporte del país, a las necesidades de un mundo cada vez más competitivo, sin cargar el costo al presupuesto nacional sino más bien recurriendo al ahorro del sector privado, dada la necesidad de destinar los insuficientes recursos recaudados en concepto de impuestos a programas sociales impostergables, como la educación y la salud.

Dentro de este contexto, la figura de la concesión de obra pública representa una importante herramienta para solventar la realidad antes expuesta. Mediante un contrato, al Concesionario se le da el derecho de suplir bienes y/o servicios y como pago, cobrar al usuario final un peaje o tasa. Con el mecanismo de concesión, la administración concedente deja de ejercer su papel tradicional de constructor, financista y administrador de obras y pasa a convertirse en licitador y fiscalizador de la calidad del servicio y de su conservación. Esta tesis la han expuesto reiteradamente los distintos organismos financieros internacionales, considerándola como uno de los medios de financiamiento al que los países en desarrollo pueden acceder más fácilmente y que actualmente prevalece con éxito en varios países del orbe.

Para un buen resultado de las concesiones, el Estado requiere contar con técnicos del más alto nivel (ingenieros, abogados, economistas, etc.) para manejar apropiadamente los proyectos, manteniendo apego a las mejores prácticas ingenieriles y a los principios de transparencia y rendición de cuentas, básicos en toda contratación. Las empresas del sector privado, que participen directa o indirectamente de las concesiones, deben contar también con personal altamente capacitado. Es claro que en este sistema financiero, lo primero es el diseño y ejecución de la obra a cargo del concesionario y, posteriormente, su explotación como medio de recuperar la inversión realizada. En ambas etapas debe participar como supervisor, activa y eficientemente, la Administración Concedente.

Indubitablemente la Administración Concedente tiene el derecho y deber de:

1. Elaborar los estudios preliminares, el cartel y demás documentos de la contratación, teniendo siempre como norte que éstos sean la mejor opción para los intereses del Estado, y que

- contengan clara la normativa a emplear, la que debe ser la más actual aplicada en nuestro país.
2. Confeccionar el contrato, incluyendo todos los detalles necesarios que propicien una obra de altos estándares, con parámetros adecuados de control, oportuna y eficaz conservación, con lo cual se logra también que -al momento que concluya la concesión y la obra revierta a la Administración, la misma se encuentre en perfecto estado.
  3. Aprobar los diseños, planos y especificaciones de la obra, luego de un minucioso análisis, comprobando que contemplen las mejores prácticas ingenieriles conocidas, se respete al medio ambiente y se garantice la seguridad vial en todos sus aspectos.
  4. Fiscalizar el proceso de concesión en todas sus etapas: contratación, diseño, construcción y operación, llevando archivos ordenados y completos de todas las incidencias acaecidas durante la construcción.
  5. Designar al grupo de supervisión de la obra, del más alto nivel posible y con pleno conocimiento del sistema de concesión de obra pública, quien tendrá la función de vigilar el cumplimiento estricto del contrato, verificar el acatamiento de los planos, diseños y especificaciones de la obra, incluyendo desde luego la calidad de la construcción; además, debe estudiar, y aprobar si procede, cualquier cambio constructivo que proponga el concesionario.
  6. En los casos de incumplimientos del contratista, determinar las penas que correspondan mediante sanciones pecuniarias, e incluso, la rescisión unilateral de la concesión, por las causas legales y contractuales establecidas al efecto.
  7. Ejercer la potestad de hacer modificaciones en la obra, aumentando o disminuyendo la cantidad de trabajo. En cualquiera de estos casos, deberá hacerse el ajuste correspondiente.

Las obligaciones generales del concesionario pueden resumirse de la siguiente manera:

- a) Desarrollar el proyecto conforme a las mejores prácticas ingenieriles, sin afectar al medio ambiente, y ciñéndose a los planos, especificaciones y demás normas contractuales.
- b) Prestar el servicio con la continuidad convenida y garantizar a los usuarios el derecho a utilizarlo en las condiciones de confort y seguridad que hayan sido establecidas.
- c) Cuidar del buen orden del servicio, pudiendo dictar instrucciones oportunas, respetando la potestad de imperio que por ley corresponde a la Administración.
- d) Indemnizar los daños que causen a terceros como consecuencia de las operaciones que requiera el desarrollo del proyecto, excepto cuando el daño sea producido por causas imputables a la Administración.

Lamentablemente, la Carretera San José-Caldera concesionada al Consorcio Autopistas del Sol S. A., siendo la primera carretera financiada bajo este esquema en nuestro país, presentó evidentes fallas al poco tiempo de ser inaugurada, principalmente taludes inestables, deslizamientos de la vía y deterioros tempranos en la carpeta asfáltica, lo que es inadmisibles en un proyecto tan nuevo.

Como podrá verse en el desarrollo de este resumen ejecutivo, hay errores conceptuales de orden técnico en el contrato, que pueden afectar la vida útil de la carretera y dificultan el control del cumplimiento de las obligaciones por parte del Concesionario. Es fundamental que haya términos contractuales claros, en cuanto al mantenimiento y evaluación de los estándares de calidad del proyecto, basados en la tecnología de punta que impera en el mundo en este tipo de obras y que se encuentren disponibles en nuestro medio.

Durante la fase constructiva, hizo falta una estructura técnica de inspección y verificación del más alto nivel técnico-científico, capaz de realizar una buena fiscalización del cumplimiento del contrato.

Indudablemente el esquema de concesión de obra pública requiere revisión, demanda adecuaciones y un proceso de aprendizaje, no para debilitarlo, sino más bien para fortalecerlo. En tal sentido, las experiencias vividas no creemos deban servir para estigmatizar un sistema financiero que puede ser vital para el progreso del país mediante la ejecución de grandes obras, que aún siendo prioritarias, requieren cuantiosas inversiones para las que el Estado no cuenta con recursos disponibles.

Otro aspecto que el país debe tener en cuenta en su planificación estratégica, es el número de proyectos concesionables que tiene en materia de infraestructura vial. No hay duda de que Costa Rica requiere de un “Plan Maestro Nacional de Desarrollo de Infraestructura Vial” que indique el derrotero a seguir en esta materia en un plazo no menor de 25 años. Dicho plan deberá responder a políticas de Estado y debería incluir inventarios detallados de carreteras y puentes, escenarios de inversión, definición de fuentes de financiamiento de proyectos (créditos, recursos nacionales, concesiones, etc), priorización con base en criterios técnicos, indicadores de gestión adecuados para evaluar objetivamente el alcance de los objetivos trazados, todo dentro un marco que vaya más allá del ciclo político. Dicho esfuerzo deberá corresponder a un trabajo conjunto de todos los sectores de la sociedad civil que juntos determinen el camino a seguir en tan importante materia. De otra manera, se corre el riesgo de que cada nuevo plan expire cada vez que hay un cambio de gobierno.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL INFORME

Este informe corresponde a la respuesta por parte del LanammeUCR a una solicitud expresa del Sr. Ministro de Obras Públicas y Transportes, Ing. Francisco Jiménez, mediante oficio DMOPT-4613-10 del 23 de setiembre de 2010, en la que se solicita al LanammeUCR su intervención para conocer cuál es la situación de la Ruta 27, y cuáles serían las debidas y mejores alternativas de intervención que se deberían exigir al concesionario para obtener el producto contratado, así como asesorar en lo que se considere conveniente para el éxito de este importante proyecto.

Es por este motivo que con la mayor celeridad, el LanammeUCR conformó un grupo de profesionales de las diversas unidades del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), con la colaboración del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, de modo que en un tiempo relativamente corto se respondiera a la solicitud del Señor ministro.

A cada grupo profesional se le asignó una temática específica por analizar, de acuerdo con el alcance propuesto.

### 3. POTESTADES

Con base en la Ley N° 8114, en el artículo 6, inciso g), que le otorga al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica, la tarea de brindar asesoramiento técnico al jerarca superior de la Dirección de Vialidad del MOPT, así como al ministro y viceministro del sector. Cumpliendo con este mandato y con el propósito de contribuir al mejoramiento continuo de los procesos y gestiones de la Administración del Ministerio de Obras Públicas y Transportes y el Consejo Nacional de Vialidad, quien es el ente rector de la infraestructura vial de nuestro país, es que se rinde el informe de asesoría al Ministro de Obras Públicas y Transportes en las materias expuestas en el alcance de este informe, respecto del proyecto de concesión de obra pública San José-Caldera, Ruta Nacional 27.

### 4. OBJETIVO GENERAL

Analizar el cumplimiento contractual de especificaciones técnicas del Proyecto de Concesión de Obra Pública San José-Caldera, Ruta Nacional 27, con respecto a aspectos técnicos que se consideran relevantes para garantizar el nivel de servicio y seguridad de los usuarios de la carretera indicada.

### 5. ALCANCE

Para cumplir con el objetivo del informe se dividió el estudio en los siguientes temas, de cada uno de los cuales se emitieron informes particulares:

1. Evaluación de las especificaciones técnicas contractuales con respecto a los indicadores de pavimentos para cuantificar el nivel de servicio del proyecto. Número de informe LM-PI-ERV-40-2010.
2. Análisis técnico de los indicadores de la condición de pavimentos. Número de informe INF-PITRA-002-2010 e INF-PITRA-003-2010.
3. Análisis de obras geotécnicas y de drenaje de la sección II del proyecto. Número de informe INF-PITRA-005-2010 e INF-PITRA-006-2010.

Informe INF-PITRA-002-2011	Fecha de emisión: 12 de Enero de 2011	Página 6 de 32
----------------------------	---------------------------------------	----------------

4. Evaluación de la seguridad vial de la carretera. Número de informe INF-PITRA-004-2010.

## 6. DETALLE DEL CONTENIDO DEL INFORME

A continuación se detallan los informes por temática:

### 6.1 Evaluación de las especificaciones técnicas contractuales con respecto a los indicadores de pavimentos

En este informe se evalúa la calidad de las especificaciones definidas en el contrato para cuantificar los niveles de servicio de la carretera, con el propósito de determinar si su medición revela efectivamente la calidad del pavimento.

Los objetivos de este informe son:

- Analizar las definiciones del contrato donde se establece el concepto de cada uno de los parámetros que se utilizarán como indicadores y los equipos requeridos para su cuantificación.
- Analizar las especificaciones contractuales definidas para el mantenimiento de la obra.

### 6.2 Análisis técnico de los indicadores de la condición de pavimento

En estos informes se analizan elementos sobre la capacidad estructural, funcional, de seguridad vial y de los deterioros que actualmente se observan en la ruta, utilizando equipos de laboratorio de campo de evaluación acelerada de redes viales y se analiza su resultado para evaluar y cuantificar el nivel de servicio del proyecto.

Los objetivos de este informe son:

- Evaluar el desempeño del proyecto en el corto plazo con equipos de alta tecnología como el perfilómetro láser, el deflectómetro de impacto y el medidor de resistencia al deslizamiento.
- Realizar visitas periódicas al proyecto para efectuar mediciones con el GEO3D, que es un equipo para fotografía de alta resolución tomada a velocidad de operación de carretera.
- Analizar la información recopilada con el GEO3D.
- Identificar y cuantificar los deterioros detectados en la ruta.
- Comparar los resultados del análisis de deterioros realizado con referentes técnicos a nivel internacional.

### 6.3 Análisis de obras geotécnicas y de drenaje de la Sección II del proyecto

Informe INF-PITRA-002-2011	Fecha de emisión: 12 de Enero de 2011	Página 7 de 32
----------------------------	---------------------------------------	----------------

En esta sección se estudia la condición actual de obras geotécnicas y de drenaje en la Sección II del proyecto, en coordinación con la Unidad de Auditoría del LanammeUCR, la cual se encargará de la revisión de las especificaciones contractuales pertinentes y demás documentos emitidos durante el proceso de contratación, construcción y explotación.

Los objetivos este informe son:

- Realizar un análisis de la información básica para identificar, ubicar y clasificar los puntos que presenten un estado crítico.
- Diagnosticar las causas de las fallas observadas en taludes de corte, rellenos y respectivos drenajes de los puntos o zonas identificados, que puedan estar asociadas con deficiencias en la investigación geológico-geotécnica, en el diseño geotécnico, en la investigación hidrológica, en el diseño hidráulico, en la construcción y/o en la operación de la ruta.
- Revisar el proceso de aprobación de diseños y planos relacionados con las obras geotécnicas y de drenaje.
- Corroborar que se cumplan las especificaciones técnicas establecidas en los documentos contractuales, con respecto a las obras geotécnicas y de drenaje.

#### 6.4 Evaluación de seguridad vial

Como elemento adicional se considera evaluar los aspectos relacionados con la seguridad vial, tanto en obras realizadas como en obras que no se efectuaron.

Los objetivos de este informe son:

- Analizar la vulnerabilidad de los peatones ante las condiciones de la vía, de acuerdo con la infraestructura vial existente.
- Evaluar los elementos de la infraestructura vial existente que pueden influir en mayor o menor grado los accidentes ocurridos en esa vía.
- Evaluar elementos de diseño geométrico que pueden afectar la seguridad vial.

## 7. EQUIPO DE TRABAJO

### Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc.,                      Coordinador General de PITRA  
candidato a PhD

#### Unidad de Auditoría Técnica - PITRA

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MScEng.                      Coordinadora  
Ing. Diana Jiménez Romero, MSc.                      Auditora Técnica  
Ing. Wendy Sequeira, MSc.                      Auditora Técnica  
Ing. Raquel Arriola Guzmán                      Auditora Técnica  
Ing. Ellen Rodríguez Castro                      Auditora Técnica  
Ing. Mauricio Salas Chaves                      Auditor Técnico  
Ing. Víctor Cervantes Calvo                      Auditor Técnico

#### Unidad de Especificaciones Técnicas - PITRA

Ing. Jorge Arturo Castro                      Coordinador

#### Unidad de Evaluación de la Red - PITRA

Ing. Roy Barrantes Jiménez                      Coordinador  
Ing. Diego A. Cordero Carballo                      Ingeniero Evaluador  
Ing. José Francisco Garro Mora                      Ingeniero Evaluador  
Ing. Jairo Sanabria Sandino                      Ingeniero Evaluador  
Sr. Cristian Valverde Cordero                      Asistente técnico

#### Unidad de Investigación - PITRA

Ing. Fabián Elizondo Arrieta, MBA                      Coordinador  
Ing. Edgar Camacho Garita                      Ingeniero Investigador  
Ing. José Pablo Corrales A.                      Ingeniero Investigador

### Programa de Ingeniería Sísmica y Gestión del Riesgo - PITRA

Ing. William Vargas Monge, Ph.D.                      Coordinador

#### Asesoría legal - LanammeUCR

Lic. Elías Soley Soler	Asesor legal
Lic. Miguel Chacón Alvarado	Asesor legal
Sr. Owen Gooden Morales	Asistente legal

#### **Departamento de Hidráulica – Escuela de Ingeniería Civil**

Ing. Alberto Serrano, PhD	Profesor EIC
Ing. Rafael Murillo, PhD	Profesor EIC
Ing. Antonio Sánchez	Director EIC

## **8. RESÚMENES EJECUTIVOS POR TEMÁTICA**

A continuación se detallan los resúmenes ejecutivos de cada uno de los informes emitidos.

### **8.1. Evaluación de las especificaciones técnicas contractuales para el Proyecto San José-Caldera, año 2010.**

#### **LM-PI-ERV-40-2010**

##### **8.1.1 Resumen ejecutivo del informe LM-PI-ERV-40-2010**

Bajo el marco de la Ley No. 8114, le corresponde al LanammeUCR realizar una evaluación anual de los proyectos y puentes administrados bajo la modalidad de concesión de obra pública, como un instrumento eficaz e imparcial de rendición de cuentas y garantizar la calidad y el mantenimiento de los niveles de servicio de aquel patrimonio vial en manos de las empresas concesionarias.

Para poder valorar de forma objetiva la calidad de un proyecto en concesión y el mantenimiento de los niveles de servicio a lo largo de toda la vida útil del proyecto, es necesario contar con especificaciones que definan los estándares mínimos aceptados internacionalmente. Estas especificaciones se encuentran establecidas formalmente en el contrato de concesión de obra pública, suscrito entre el Consejo Nacional de Concesiones (CNC) y el Consorcio Autopistas del Sol S.A., específicamente en su sección 2.15 “Del Mantenimiento de la Obra”. En este avance del informe de evaluación se analizan las especificaciones contractuales, brindando un insumo que puede ser de utilidad en la depuración de futuros contratos de concesión de obra pública, ya que la rigurosidad de las especificaciones técnicas definidas en el contrato son el elemento técnico vinculante para exigir calidad, no solo como parámetros de recepción del proyecto, sino para mantener niveles de servicio de primera calidad a lo largo de toda la vida útil y garantizándole al Estado costarricense que se va a recibir un proyecto, al final del periodo contractual, de primer orden.

Este informe tiene como propósito alertar sobre la calidad de las especificaciones definidas en el contrato con el fin de corregirlas por las vías legales existentes y para retroalimentar a la Administración y evitar este tipo de situaciones en futuros proyectos bajo esta misma modalidad de contratación.

El análisis de las especificaciones contractuales reveló que existen parámetros de calidad muy permisivos, indefiniciones técnicas y confusión sobre los equipos y procedimientos que deben seguirse para evaluar la condición funcional, estructural y de seguridad vial del proyecto.

En tal situación de hecho, existe un riesgo potencial de que el proyecto se deteriore, principalmente en los últimos años del periodo contractual y el mismo revierta al Estado con estándares inferiores a los deseados.

Los parámetros analizados y el análisis de resultados del informe, se resumen en el siguiente cuadro:

Indicador definido en el contrato	Diagnóstico	Análisis	Riesgo potencial
<p><b>Índice de Regularidad Internacional (IRI)</b></p>	<p>El indicador es permisivo y no garantiza niveles de servicio adecuados para el usuario.</p>	<p>Valor especificado muy alto para un proyecto nuevo con expectativas de niveles de servicio de primer orden. Distancias de mediciones muy largas que impiden detectar irregularidades importantes en el proyecto.</p>	<p>Deterioro en la condición funcional del proyecto que puede repercutir en poca durabilidad y en la recepción por parte del Estado de una obra con bajos estándares de calidad al final de la concesión.</p>
<p><b>Ahuellamiento</b></p>	<p>El indicador es permisivo y no garantiza niveles de servicio adecuados para el usuario</p>	<p>Valor especificado muy alto para un proyecto nuevo con expectativa de niveles de servicio de primer orden. Procedimiento de medición indefinido por lo que hace ineficiente el indicador y dificulta la función de los entes de control y fiscalización del proyecto.</p>	<p>Deterioro en la condición estructural del proyecto que puede repercutir en poca durabilidad y en la recepción de un proyecto con bajos estándares de calidad al final de periodo contractual</p>

<p><b>Agrietamiento (%)</b></p>	<p>El indicador es permisivo y ambiguo, por lo que no se garantiza que el proyecto se encontrará libre de deterioros a lo largo de la vigencia del contrato.</p>	<p>No se definen niveles de severidad para el agrietamiento, por lo que no se diferencia entre un agrietamiento leve y uno severo. Así mismo los porcentajes de área máxima de agrietamiento establecidos no se aclaran para qué tipo de agrietamiento corresponden siendo cada tipo distinto e indicador de patologías muy diferentes. La definición de agrietamiento es confundida con la de otros tipos de deterioros muy distintos.</p>	<p>Deterioro en la condición estructural del proyecto que puede repercutir en poca durabilidad y en la recepción de un proyecto con bajos estándares de calidad al final de periodo contractual.</p>
<p><b>Resistencia al deslizamiento</b></p>	<p>Ambigüedad en el equipo especificado. Definición de normas con versiones inexistentes. Equipos que no están disponibles en el país para su uso como instrumento de control y verificación del cumplimiento contractual.</p>	<p>Se definen valores mínimos de fricción pero como se especifican dos equipos muy distintos para realizar la medición del indicador de resistencia al deslizamiento no se sabe a cuál de los dos equipos corresponden los valores mínimos especificados. La norma internacional establecida para realizar el ensayo con el primero de los equipos corresponde a una versión inexistente de la norma por lo que no se pueden establecer procedimientos de ejecución e interpretación de resultados claros y apegados a los requerimientos del contrato. El segundo de los equipos establecidos no se encuentra disponible en el país.</p>	<p>Extrema dificultad para exigir al concesionario mantener estándares de seguridad y resistencia al deslizamiento a lo largo del periodo de concesión sin que la condición presente sea sujeto de mejoras, reparaciones.</p>
<p><b>Sistema de Planeación y Evaluación del Mantenimiento</b></p>	<p>Sistema indefinido.</p>	<p>El "Sistema de Planeación y Evaluación del Mantenimiento" no se encuentra definido en el contrato, así como en ninguno de los documentos suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones.</p>	<p>Los procedimientos de medición de los indicadores quedan indefinidos y sujetos a ambigüedad en el control y la verificación del cumplimiento contractual.</p>

## 8.2. Informe de Evaluación del Proyecto San José-Caldera Ruta Nacional 27, Año 2010 INF-PITRA-002-2010

### 8.2.1 Alcance del informe INF-PITRA-002-2010

Según se establece en el artículo 5 de la Ley No. 8114 sobre la Simplificación y Eficiencia Tributaria, *“para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense...”*, la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (en adelante, LanammeUCR), deberá efectuar una evaluación anual de los proyectos y puentes en concesión. De conformidad con lo señalado, este es un informe técnico que se enmarca dentro de las funciones de fiscalizador que la citada ley le confiere al LanammeUCR y la asesoría solicitada al LanammeUCR formalmente por el señor Ministro de Obras Públicas y Transportes, Francisco J. Jiménez en su oficio DMOPT-4613-10 del 23 de setiembre de 2010.

El diagnóstico de un proyecto vial como San José – Caldera, no puede realizarse de forma completa sino se toman en consideración la enorme cantidad y complejidad de las variables involucradas en el desarrollo de esta obra de infraestructura. El análisis de este proyecto se puede realizar enfocándose en cualquiera de las siguientes áreas principales: a) área técnica – ingenieril, b) política c) financiera, d) administrativa o e) ambiental.

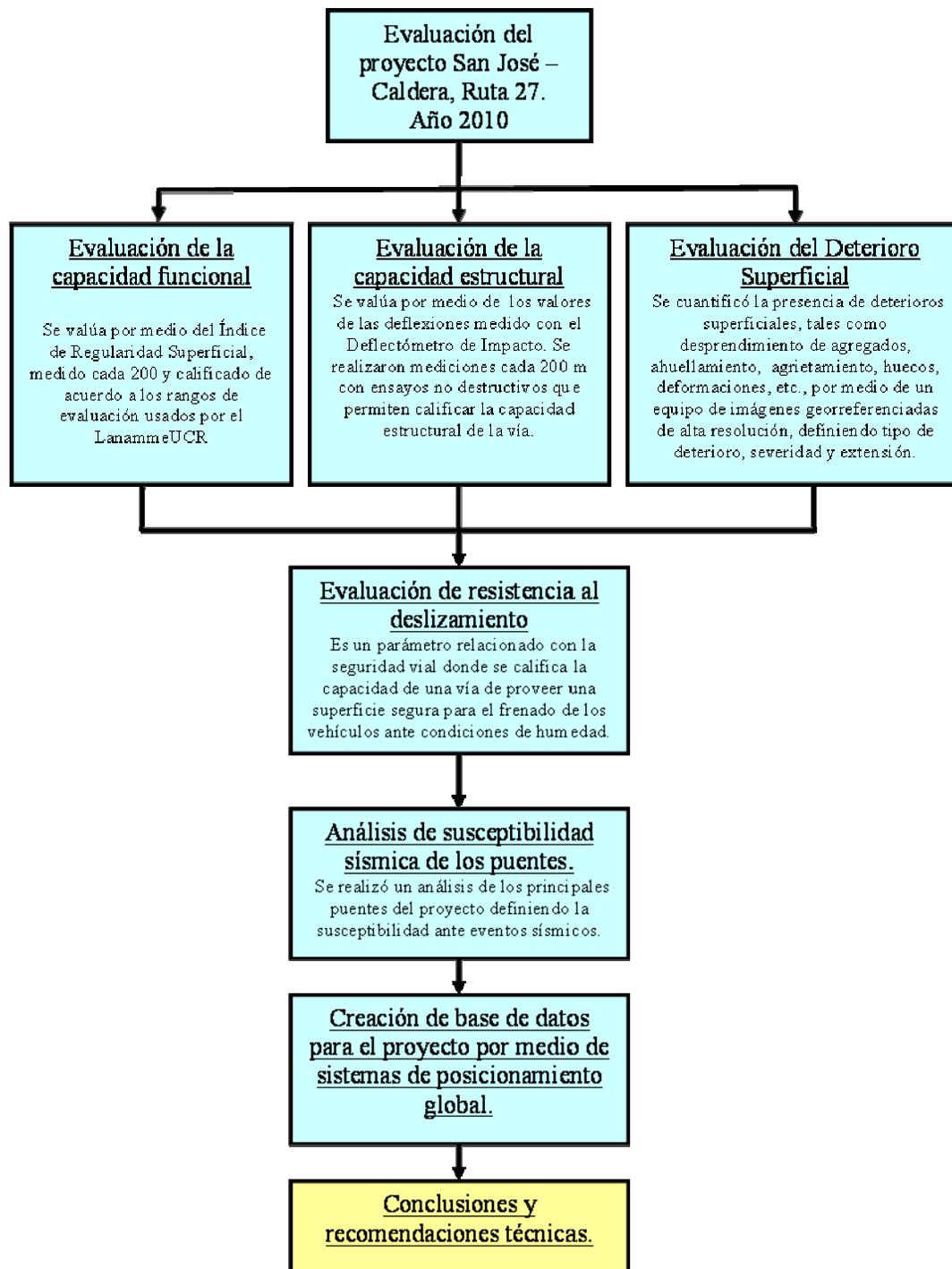
Este estudio tiene la finalidad de evaluar la condición del pavimento del proyecto en Concesión San José – Caldera, Ruta Nacional 27, en el año 2010 y definir el punto de partida inicial para medir la evolución del proyecto y así evaluar el desempeño a lo largo del tiempo y el mantenimiento de los niveles de servicio. Esta evaluación sirve además para brindar a la Administración información oportuna y confiable que le permita ejercer los controles de fiscalización que son potestad del Estado.

A pesar de ser éste el primer proyecto en concesión de obra pública que es evaluado de acuerdo con lo establecido en los artículos 5 y 6 de la ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria, el LanammeUCR ya ha realizado evaluaciones de toda la Red Vial Nacional desde el año 2002, acumulando más de 35.000 km evaluados para el año 2010 y desarrollando un importante cúmulo de experiencia, conocimiento y tecnología en evaluación de proyectos viales.

La principal diferencia entre evaluar un proyecto en concesión o una red vial completa como la Red Vial Nacional no radica en los parámetros que se evalúan, sino en el nivel de detalle de la información que se genera, es decir, mientras una evaluación a nivel de red permite realizar mediciones con frecuencias mayores (ej. mediciones cada 500 metros) para poder calificar la condición de las vías, en evaluaciones a nivel de proyecto es necesario realizar mediciones con intervalos menores (ej. Cada 100 metros).

Tomando en consideración lo explicado anteriormente, la evaluación realizada en este proyecto está representada en el siguiente esquema operativo:

Informe INF-PITRA-002-2011	Fecha de emisión: 12 de Enero de 2011	Página 13 de 32
----------------------------	---------------------------------------	-----------------



**Diagrama metodológico de la evaluación del proyecto San José – Caldera Ruta 27, año 2010**



**(Informe INF-PITRA-002-2010)**

Informe INF-PITRA-002-2011	Fecha de emisión: 12 de Enero de 2011	Página 15 de 32
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

## 8.2.2 Principales Hallazgos del informe INF-PITRA-002-2010.

### 8.2.2.1 Conclusión General del informe INF-PITRA-002-2010.

El análisis integral del pavimento en la sección de la troncal principal debe realizarse tomando en consideración la influencia de una serie de aspectos que afectan, en mayor o menor medida, la calidad general del proyecto. Se debe tomar en consideración la calidad de los materiales utilizados, es decir, el diseño de la mezcla asfáltica, el diseño estructural o de los espesores de las distintas capas del pavimento, el nivel de servicio que el pavimento brinda a los usuarios en términos de confort, costos de operación vehicular, seguridad vial y por último, el nivel de deterioro superficial. Ninguno de estos aspectos son independientes entre sí, existe una estrecha correlación entre cada uno de ellos y deben ser ponderados dentro del ámbito de un proyecto en concesión de obra pública.

De esta forma, los análisis realizados revelan un proyecto con una adecuada capacidad estructural y funcional, pero con una tendencia clara y acelerada al deterioro, donde se manifiesta una pérdida significativa de la capacidad funcional (IRI) y del nivel de serviciabilidad (PSI) en un periodo muy corto de tiempo. Adicionalmente, la presencia clara de distintos tipos de deterioro superficial, principalmente de tipo funcional, como son los “desprendimientos de agregados” aunado a evidentes zonas de alta peligrosidad para los usuarios por las bajas resistencias al deslizamiento, evidencian deficiencias en la mezcla asfáltica, que podrían ser atribuibles a inadecuadas dosificaciones asfalto – agregados y cuya solución es costosa pero factible.

El proyecto en su troncal principal requiere de intervenciones inmediatas para corregir los problemas de tipo funcional que se han detectado, estas intervenciones no son esperadas en estados tan tempranos de un proyecto vial, tan solo 9 meses de servicio al momento de esta evaluación en el año 2010. La pérdida acelerada de capacidad funcional afecta, en primera instancia, al usuario y eventualmente se transforma en una pérdida de durabilidad del proyecto afectando la capacidad estructural y en una pérdida del patrimonio vial que eventualmente representará el proyecto para el país cuando termine el periodo de concesión.

## 8.2.2.2 Conclusiones específicas del informe INF-PITRA-002-2010

### 8.2.2.2.1 Sobre la condición estructural

Los resultados de la deflectometría de impacto revelan un pavimento con una muy buena capacidad estructural en la mayor parte del ramal principal del proyecto. Esta valoración estructural representa el estado estructural del pavimento hasta el momento de la medición, es decir hasta los meses de junio y julio del 2010. Las mediciones que se realicen durante el año 2011 y años subsiguientes revelarán los efectos de estas variaciones en la pérdida o mantenimiento de la capacidad estructural de este proyecto en el sentido San José – Caldera.

### 8.2.2.2.2 Sobre la condición funcional

Los resultados de la valoración funcional del proyecto muestran un estado calificado como “bueno” aproximadamente 88%. Secciones en estado "Muy Bueno", entregan un confort de manejo de primera clase y muestran muy poco deterioro superficial.

Un 12% de la troncal principal es calificada con valores donde la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito, aumentos en los costos de operación vehicular y disminución de la durabilidad del proyecto al aumentar el número de cargas dinámicas sobre el pavimento. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.

Es notable como el nivel capacidad funcional es inferior en el sentido Caldera – San José, condición que es consistente con la presencia de mayores vehículos pesados que transitan en este sentido de circulación.

Sobre el desempeño del proyecto, los análisis muestran como en julio de 2010 la troncal principal del proyecto mostraba un 90,6% de su superficie con valores en el índice de serviciabilidad presente (PSI) superiores a 3,2, considerado en un rango de “bueno” a “muy bueno”, sin embargo; en las mediciones realizadas en octubre 2010, tres meses después, el porcentaje de pavimento que calificaba con esta condición disminuyó a un 88,6%, lo que significó una pérdida de serviciabilidad apreciable y acelerada para un proyecto con 10 meses de servicio y con una vida útil proyectada de 25 - 30 años.

#### 8.2.2.2.3 Sobre la resistencia al deslizamiento como parámetros de seguridad vial

Los resultados de la evaluación de la resistencia al deslizamiento revelan zonas de alta peligrosidad por los bajos coeficientes de rozamiento. En varios estudios de accidentes a nivel internacional se ha llegado a demostrar que las rutas con pavimento deslizante facilitan la mayor incidencia de accidentes de tráfico. Debido a esto, y en perspectiva dentro de un proyecto con velocidades de circulación superiores a los 90 km/h (según mediciones realizadas por LanammeUCR, octubre 2010) y en condiciones de humedad superficial, es donde las secciones denominadas como “deslizantes” o “muy deslizantes” toman una ponderación mayor en la calificación del nivel de seguridad asociado con la resistencia al deslizamiento de los vehículos, por lo tanto, aunque la mayoría del proyecto (>85%) se encuentre en condiciones de circulación seguras, la Administración debería valorar la posibilidad de exigir al Concesionario intervenciones prioritarias en las secciones donde los riesgos de derrape de los vehículos son altas o muy altas.

#### 8.2.2.2.4 Sobre los deterioros superficiales de la mezcla asfáltica

El proceso de auscultación visual por medio del geo-3D permite realizar un análisis de los deterioros superficiales encontrados en el proyecto. La presencia de deterioros estructurales es mínima en la mayoría del proyecto, encontrando valores inferiores al 1%, sin embargo, los deterioros de tipo funcional, empiezan a presentarse de forma prematura y acelerada en el proyecto, siendo el deterioro conocido como “desprendimientos” el más generalizado.

Los deterioros de tipo funcional, como el “desprendimiento de agregados” detectado, tienen impacto inmediato en aspectos relacionados con el confort, costos de operación vehicular para el usuario y la seguridad vial y en el mediano y largo plazo van evolucionando en deterioros de tipo estructural que pueden disminuir la durabilidad del proyecto.

#### 8.2.2.2.5 Sobre la vulnerabilidad sísmica de los puentes evaluados

La evaluación de la vulnerabilidad de puentes ante amenaza sísmica, fue realizada con el método de Risk Management Solutions Inc. (RMS), el cual determina el nivel de daño potencial de cada puente ante sollicitaciones sísmicas de acuerdo con sus características estructurales. Según el resultado de este análisis, los puentes ubicados en el corredor vial en estudio presentarían daños menores y moderados en caso de sismo con periodos de retorno de 100 y 500 años, respectivamente.

A los puentes sobre los ríos Virilla, Ciruelas, Grande, Concepción y Salitral se les asignó un nivel de vulnerabilidad medio. Aún cuando para periodos de retorno de 100 años se esperaría que las estructuras presenten un daño potencial clasificado como menor, para las aceleraciones esperadas para periodos de retorno de 500 años se esperarían daños considerados como moderados, por lo que por la combinación de ambos criterios se les asigna a las estructuras el nivel de vulnerabilidad medio.

Según la metodología, con un daño menor se podría producir agrietamiento menor y descascaramiento de los bastiones y agrietamiento menor en las columnas, mientras que un daño moderado sería aquel en el que los bastiones y pilas podrían experimentar un agrietamiento moderado y descascaramiento, sin perder, no obstante, su funcionalidad estructural. Adicionalmente se podrían presentar asentamiento en los accesos y en las conexiones se podrían agrietar las llaves de cortante y se podrían torcer los pernos.

### 8.2.2.3 Recomendaciones del informe INF-PITRA-002-2010

Como recomendaciones se plantea al Consejo Nacional de Concesiones (CNC) la necesidad que se evalúe y analice de forma oportuna la factibilidad y viabilidad técnica y legal de ejecutar las siguientes acciones:

#### 8.2.2.3.1 Sobre la evaluación funcional, estructural, resistencia al deslizamiento y de deterioro superficial del proyecto

1. Ordenar al Concesionario realizar intervenciones tempranas del tipo sellos de lechadas asfálticas o similares (slurry seals, fog seals, chip seals o microsurfacing) en aquellas zonas con deterioros de tipo funcional y problemas relacionados con la baja resistencia al deslizamiento, con el fin de detener la propagación de los deterioros detectados y las condiciones de inseguridad vial, así como la eventual pérdida de capacidad funcional o estructural del pavimento, sin dejar de lado la necesidad de realizar el consecuente trabajo de señalización horizontal (pintura) que surge luego de este tipo de intervenciones correctivas.
2. Prever cualquier disminución de los estándares de calidad del proyecto, mediante un análisis de modelos de deterioro obtenidos con los datos de las evaluaciones anuales del proyecto, con el fin de detectar a tiempo pérdidas en la calidad del proyecto y exigir al concesionario las acciones preventivas correspondientes que garanticen al Estado costarricense obtener un proyecto de altos estándares al final del periodo de concesión.

### 8.2.2.3.2 Sobre la vulnerabilidad sísmica de los puentes evaluados

1. Se recomienda al CNC solicitar al Concesionario implementar como parte de los programas de mantenimiento de los puentes, la revisión detallada de todos sus elementos estructurales y no estructurales, para asegurar la seguridad estructural de los puentes y aspectos de funcionalidad y seguridad vial, tanto para vehículos como para peatones. Las acciones de mantenimiento, se recomienda correspondan a los resultados de inspecciones periódicas de los puentes y cuando sea necesario, a inspecciones detalladas de las estructuras. Se recomiendan que estas acciones sean planificadas y llevadas a cabo por profesionales y personal con experiencia en estas labores, utilizando en la medida de lo posible, las técnicas más recientes en mantenimiento y rehabilitación de estructuras de puentes.
2. Como parte de los programas de mantenimiento de puentes, se recomienda implementar un programa de limpieza de basura y desechos en la subestructura (i.e., bastiones y pilas), con la meta de mitigar y prevenir cualquier proceso de socavación.
3. Se recomienda analizar la susceptibilidad al cambio del cauce por eventos naturales (e.g., crecidas extraordinarias) e inducidas por el ser humano (e.g., explotación minera del río tanto aguas arriba como aguas abajo), pues cambios en los patrones de transporte de sedimentos o en la pendiente del río, pueden resultar en fenómenos de erosión o depósito no considerados inicialmente en el diseño de los puentes.
4. Se recomienda considerar en los procesos de diseño de puentes, cuando así se requiera según lo indiquen los estudios hidrológicos que se realicen, medidas contra la inestabilidad de cauces y protección de márgenes con el fin de mitigar el daño que la erosión de los bancos laterales y los procesos de agradación y degradación puedan tener sobre la estructura del puente.
5. Entre las medidas de protección se pueden utilizar diques de control, bancos guía, muro de gaviones, enrocados de pilas y bastiones, entre otros. La solución que se elija se considera debe tener un respaldo técnico que asegure que dicha solución es la óptima, y no utilizar otras soluciones como simple receta.
6. Se recomienda que aspectos como el alineamiento y emplazamiento en proyectos futuros sean considerados en las etapas de estudios preliminares, conceptualización y diseño final de puentes con el fin de evitar problemas de estabilidad en curvas y recodos de los ríos, así como fenómenos de depósito y erosión en puntos de confluencia.

7. Los análisis geomorfológicos y de estabilidad del cauce se recomiendan sean parte primordial del diseño de puentes, pues permiten incorporar aspectos como el comportamiento e interacción de los puentes con su entorno.

### **8.3. Deterioros prematuros de la mezcla asfáltica en la Concesión de la Carretera San José-Caldera INF-PITRA-003-2010**

#### **8.3.1 Resumen ejecutivo del informe INF-PITRA-003-2010**

El informe se desarrolla como parte del apoyo que el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica, LanammeUCR, particularmente en su Unidad de Investigación, ha estado brindando como parte de la asesoría solicitada por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en relación con las obras del Contrato de Concesión de la Carretera San José-Caldera. A lo largo de este informe se establecen las posibles causas técnicas por las cuales se han presentado fallas de la mezcla asfáltica en algunas secciones de la carretera, así como la posibilidad que tales deterioros sigan presentándose en el proyecto.

En el año 2009, la Unidad de Investigación del LanammeUCR, realizó dos informes de asesoría para el Consejo Nacional de Concesiones, los cuales fueron titulados: “Análisis del Diseño Estructural del Pavimento Propuesto en la Concesión de la Carretera San José – Caldera” (UI-PE-03-09) y “Análisis de los porcentajes de vacíos de la mezcla asfáltica para la Concesión de la Carretera San José – Caldera” (UI-PE-04-09). Estos dos informes respondieron a solicitudes concretas hechas por el Consejo Nacional de Concesiones, cuyo fin fue analizar la información recopilada a lo largo del proyecto en cuanto a diversos parámetros medidos para la carpeta asfáltica colocada en la carretera concesionada.

En particular, el presente informe está enmarcado en el proceso de asesoría para la recepción del proyecto de concesión de obra pública, pero también da continuidad a los informes de asesoría antes señalados (UI-PE-03-09 y UI-PE-04-09). Específicamente en este informe se analizan los deterioros prematuros que se han presentado en la superficie de rodadura de la ruta 27, carretera en concesión San José – Caldera.

Con base en el informe UI-PE-04-09 e información adicional con la que se contaba al momento de realizar este informe, se evidencian incumplimientos respecto a las especificaciones contractuales de la mezcla asfáltica producida y colocada, presentándose diferencias significativas entre los diseños de mezcla presentados y las propiedades de la mezcla asfáltica que efectivamente fue colocada. Los problemas en la producción de la mezcla asfáltica hallados, se pueden asociar principalmente a bajos contenidos de ligante asfáltico así como también a la variabilidad en la producción de la mezcla asfáltica, situación que afecta la durabilidad de la mezcla asfáltica.

Tomando en consideración los resultados del análisis de la información, la cual es parte de la base de datos de Autocontrol del Concesionario, se realizaron visitas periódicas de inspección al proyecto, en las cuales se pueden identificar y documentar diversos deterioros asociados a los incumplimientos evidenciados en la base de datos.

Algunos de los deterioros que se pudieron documentar a lo largo del proyecto son: la pérdida de recubrimiento asfáltico de los agregados y la pérdida de agregado en la capa de rodadura. La intensidad con que se presentan estos deterioros, así como su evolución hacia deterioros más perceptibles para los usuarios, han dependido de diversos factores; presentándose en algunos tramos del proyecto condiciones que propician un deterioro más acelerado.

Con base en lo comentado en párrafos anteriores y dadas las condiciones del proyecto (en especial la humedad que se puede encontrar en las diferentes secciones), se prevé que los deterioros continúen su evolución en otros tramos del proyecto, afectando el nivel de servicio de la carretera; razón por la cual se recomienda al Concesionario atender de la mejor forma los deterioros, enfocándose en contrarrestar las causas de éstos.

### 8.3.2 Conclusiones del informe INF-PITRA-003-2010

Seguidamente se reproducen las conclusiones arribadas en este informe, haciendo la aclaración de que, para entender el trasfondo de cada una de estas, es obligada una lectura profunda y completa de la totalidad del mismo y sus respectivos anexos.

1. Se evidenció la variabilidad en la producción de la mezcla asfáltica apuntada en el informe UI-PE-04-09, mediante los resultados de los ensayos realizados a la mezcla asfáltica por parte del Autocontrol del Concesionario.
2. Se pudo evidenciar el incumplimiento del contrato de concesión, esto en cuanto a la pérdida de agregado; así como deterioros prematuros de la estructura de pavimento colocada en el proyecto: desnudamiento severo de agregados, formación de roderas y formación de baches; entre otros.
3. Se pudo evidenciar la necesidad de realizar una intervención de la capa de ruedo del proyecto concesionado, a fin de cumplir con lo establecido en el contrato, así como garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.
4. El estudio se realizó inspeccionando primordialmente la capa superior (de ruedo) de la estructura del pavimento de la vía principal, por lo que corresponde a la Supervisión del proyecto que, como lo ha venido haciendo, detalle y cuantifique los deterioros que se presenten, comunicándolos oportuna y diligentemente a la gerencia de proyecto. Así como extenderlo a rampas y rutas marginales que pertenecen al proyecto y/o que fueron construidas por el Concesionario.
5. Existen tramos de carretera donde se manifiesta deficiencias en el desempeño de la mezcla asfáltica, produciéndose deterioros acelerados que afectan al usuario de la vía. Estos tramos

deben ser estudiados por el Concesionario a fin de valorar la mejor forma de intervenirlos y restituir la condición planteada en los diseños y especificaciones del proyecto.

6. Los deterioros presentados significan una reducción importante de la vida útil de las estructuras, por lo que la sociedad Concesionaria debe garantizar mediante los trabajos que realice la solución efectiva y duradera de los problemas en la carretera concesionada.
7. De no atenderse pronto el problema, es probable que se sigan presentando deterioros prematuros de la capa de ruedo. Esto provocará que la sociedad Concesionaria incurra en graves incumplimientos del contrato en lo concerniente a parámetros de calidad del pavimento. Esto repercutirá en molestias a los usuarios en el corto plazo y altos costos futuros de reparación para la Concesionaria.

#### **8.4. 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. INF-PITRA-004-2010, LM-AT-181-10**

##### **8.4.1 Resumen ejecutivo del informe INF-PITRA-004-2010:**

El objetivo de la Evaluación de Seguridad Vial de la Ruta Nacional N° 27, San José–Caldera, es identificar los elementos más relevantes de la infraestructura que inciden en la ocurrencia y severidad de accidentes; específicamente, se determina si el tramo evaluado brinda seguridad para peatones y ciclistas, aspectos relevantes en los sistemas de contención con respecto a su instalación y ubicación, y si el diseño geométrico de los carriles de transición ofrece suficiente visibilidad a los usuarios.

La metodología utilizada para el estudio se basó en visitas al proyecto para evaluar la seguridad vial. Primero se realizaron recorridos a lo largo del tramo de la carretera evaluada, identificando los principales elementos que atentan contra la seguridad vial. Luego, se realizó una inspección detallada del sitio y se recopiló información de flujos peatonales y de vehículos; además, se hicieron mediciones de parámetros técnicos tales como dimensiones de guardavías, dimensiones de la sección transversal de la vía, velocidad del flujo vehicular, entre otros.

Con base en la Evaluación de Seguridad Vial, se emiten una serie de recomendaciones y soluciones típicas, con el fin de reducir el riesgo y la severidad de los accidentes para todos los usuarios de la vía.

Las principales observaciones se refieren a que existe ausencia de obras necesarias para garantizar la seguridad vial de los peatones en algunos intercambios de la carretera. También se encontró que las defensas laterales son insuficientes o están instaladas de manera inadecuada. Algunas barreras medianeras no están instaladas adecuadamente. Existen cunetas reducidas sin protección, bordillos peligrosos en aceras de puentes, apoyos intermedios de puentes desprotegidos, entre otros.

De acuerdo con las observaciones, se recomienda hacer un estudio del comportamiento peatonal en los tramos urbanos de la Ruta Nacional N°27, de modo que se diseñen y construyan facilidades

peatonales de acuerdo con las necesidades de los usuarios. Como complemento, es necesario hacer un estudio de frecuencia de accidentes, de modo que con base en estadísticas de accidentes y flujos peatonales, se determine el riesgo de atropello y puedan tomarse las medidas de mitigación que correspondan.

Para mejorar los sistemas de contención en la carretera, es importante realizar un estudio técnico y un diseño específico, que garanticen la necesidad, el tipo, la configuración y forma de emplazamiento del sistema de contención; de modo que su funcionamiento sea el deseable.

Se recomienda además, evaluar los carriles de ascenso y transición, especialmente los ubicados en la sección II, para identificar aquellos que presentan insuficiencias en la visibilidad.

Las recomendaciones que se presentan en este informe son soluciones típicas a algunas de las observaciones realizadas, por tanto es necesario considerarlo como una guía mínima que se complementa con estudios más detallados. Es competencia del Concesionario realizar los estudios respectivos, que incluyan análisis beneficio – costo para encontrar la solución técnica más apropiada en beneficio de todos los usuarios: peatones, ciclistas, conductores de vehículos.

## **8.5. Análisis de los estudios geológico-geotécnicos y del diseño, construcción y mantenimiento de la sección comprendida entre los estacionamientos 46+780 a 46+860 y de la atención a los hechos relacionados con la falla de la sección de relleno, Proyecto San José-Caldera, Ruta Nacional 27, Tramo II**

### **INF-PITRA-005-2010**

#### **8.5.1 Resumen ejecutivo del informe INF-PITRA-005-2010**

Bajo el marco de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencias Tributarias, le corresponde al LanammeUCR realizar una evaluación anual de los proyectos administrados bajo la modalidad de concesión de obra pública, como un instrumento eficaz e imparcial de rendición de cuentas y garantizar la calidad y el mantenimiento de los niveles de servicio de aquel patrimonio vial en manos de las empresas concesionarias.

Tomando en consideración estos aspectos, ninguna evaluación de un proyecto en concesión estaría completa sin un análisis de las obras que forman parte de la infraestructura vial, entre ellas las obras geotécnicas. Para este caso en particular se realiza un análisis de los estudios geológico-geotécnicos existentes y facilitados al LanammeUCR, y del diseño, construcción y mantenimiento de la sección comprendida entre los estacionamientos 46+780 a 46+860 del tramo II del proyecto San José-Caldera y de la atención a los hechos ocurridos en dicho segmento, relacionados con la falla de la sección de relleno.

El análisis se divide en cuatro partes. En la primera se analizan estudios geológico-geotécnicos realizados antes de febrero de 2008, fecha en que inicio la construcción del proyecto, y que se consideraron como referenciales para las etapas de diseño y posteriores. Los datos de entrada para la etapa de diseño dependen del alcance y profundidad de la investigación (e.g., geológico-geotécnica, hidrogeológica) en la cual se basa. En términos generales, la investigación realizada debería aportar información representativa, relevante y suficiente para la etapa de diseño. En una segunda etapa se evalúa el diseño geotécnico en función de la pertinencia y eficacia de las soluciones propuestas para solucionar los problemas a los que se enfrenta y de las características de las obras específicas, así como las soluciones para el manejo de aguas de escorrentía y subterráneas asociadas a las obras geotécnicas. La construcción se evalúa en una tercera etapa en función del apego a los planos de diseño y a las especificaciones técnicas, a la calidad de los materiales empleados y a los procedimientos constructivos utilizados. En la misma sección se evalúa el mantenimiento en función del conjunto de operaciones y cuidados para que las obras construidas puedan seguir funcionando adecuadamente, según las condiciones iniciales de puesta en operación. En una última etapa se realiza un análisis de los hechos ocurridos en referencia a la falla de la sección de relleno del tramo 46+780 a 46+860.

Después del análisis realizado, se considera que los estudios geológicos realizados previos a la etapa de diseño del proyecto son de una calidad buena, aunque el alcance de los mismos deja algunos tramos del corredor sin caracterizar, entre ellos el tramo que abarca los estacionamientos 46+780 a 46+860.

Desde un punto de vista de diseño, solo se encontraron soluciones para los tramos con taludes de corte y rellenos a nivel de recomendación, soluciones que, se recomendaba también, debían ser revisadas a la hora de realizar los diseños definitivos. El LanammeUCR no encontró evidencia de esos diseños definitivos. Sí se hallaron diseños para obras particulares; no obstante, se aclara que éstos fueron realizados una vez iniciada la construcción del proyecto, y ninguno corresponde al tramo ubicado entre los estacionamientos 46+780 a 46+860.

Sobre la etapa de construcción, se menciona que no se encontraron evidencias de informes de ensayos de laboratorio o campo, levantamientos topográficos, anotaciones en bitácora, diarios de proyecto, libretas de taludes o relleno, que registren las labores de construcción realizadas, problemas encontrados, soluciones a esos problemas, conformación final de terrazas y obras hidráulicas en secciones de relleno, etc. La información generada en esta etapa para el tramo ubicado entre los estacionamientos 46+780 a 46+860 es muy pobre o casi nula, según la información a la que tuvo acceso el LanammeUCR. Si dicha información existe, ella no fue accesible al grupo investigador del LanammeUCR cuando, por diversos medios, se empeñó en obtenerla.

Con respecto a las labores de mantenimiento, según el Programa de Actividades de Rehabilitación del ente concesionario, estas se encuentran enfocadas de manera correctiva a la limpieza de derrumbes,

no indicando las labores de mantenimiento que se siguen para las secciones de relleno, tanto para la obra geotécnica como para las hidráulicas asociadas a esta.

Con respecto a la falla de la sección de relleno del tramo ubicado entre los estacionamientos 46+780 a 46+860, se considera fue producto de un mal manejo de aguas de escorrentía y subterráneas, asociado a obras hidráulicas insuficientes y de mala calidad constructiva que permitieron la infiltración de agua en el material ubicado en la sección de relleno. Las infiltraciones en el material ubicado en la zona de relleno fueron alertadas por varias empresas, y junto a las lluvias presentadas en los meses anteriores provocaron la saturación del terreno, produciendo que la tasa de movimiento de la masa de suelo aumentara. Lo anterior, aunado a la solución aplicada por el concesionario, de nivelar el terreno según se fuera desplazando, no hizo más que aplicarle más peso a una masa que ya era inestable, llegándose a tener un sobre espesor de carpeta asfáltica de un metro y medio, y que junto a las cargas dinámicas de los vehículos, aceleró el proceso de desplazamiento.

Ante lo expuesto anteriormente, se plantea lo siguiente:

- Analizar, por parte del Consejo Nacional de Concesiones, la necesidad de solicitarle al ente concesionario del proyecto San José-Caldera, un estudio exhaustivo de las condiciones actuales de otros sitios de relleno, como los ubicados cerca de los estacionamientos 38+700 y 44+500, para verificar las condiciones constructivas de estas estructuras. Para las secciones de relleno que muestren algún tipo de señal de inestabilidad, se recomienda se estudie la necesidad de ser intervenidas de manera preventiva, para evitar se repita lo acontecido en la sección de relleno ubicado entre los estacionamientos 46+780 a 46+860.
- Revisar, por parte del Consejo Nacional de Concesiones o el ente supervisor representante de la Administración, el apego de las obras construidas a los documentos de diseño existentes (e.g., planos, especificaciones técnicas), y cuando se adviertan diferencias, solicitar al Concesionario explicaciones y documentos técnicos que respalden de tales diferencias. Para las obras pendientes de construir se recomienda al Consejo Nacional de Concesiones o al ente supervisor representante de la Administración, estudiar la necesidad de solicitarle al ente concesionario la asignación de geólogos o ingenieros especializados y con experiencia en geotécnica vial, para realizar una inspección de las obras que se estén construyendo y aportar soluciones a los problemas, si estos se presentaran y documentos de diseño, como planos o especificaciones técnicas, que respalden la solución que vaya a construirse.
- Reforzar los sistemas de monitoreo y alerta temprana que haya implementado el concesionario que tome en consideración factores como lluvia y sismo, para poder alertar de manera preventiva a los usuarios y al ente concesionario ante lluvias de larga duración e intensidades moderadas o fuertes (susceptibles de producir la saturación del terreno), o ante eventos sísmicos importantes o cualquier otro de índole climático o geológico que pueda comprometer la estabilidad de taludes de corte y secciones de relleno. Se recomiendan se

estudie la necesidad de utilizar de forma suficiente instrumentación en las zonas que así lo requieran, para medir de forma precisa parámetros que permitan prever condiciones de inestabilidad en el terreno. Se recomienda echar mano a tecnología que permita la transferencia de información de manera telemétrica, de manera que se minimice la cantidad de personal en sitios susceptibles a deslizamientos, disminuyendo el riesgo.

- Revisar la existencia de sistemas de manejo de agua de escorrentía y subterránea en los tramos identificados como críticos o especiales en varios estudios o los que han presentado algún tipo de inestabilidad. En los sitios donde existan estos sistemas se recomienda analizar su comportamiento a la fecha y tomar las medidas correctivas, si corresponde, para mejorar su eficiencia y funcionalidad antes de la próxima época lluviosa. Los sistemas de manejo de aguas de escorrentía y subterránea deben contar con desfogues apropiados, que permitan el traslado de las aguas recolectadas a zonas donde no comprometan las propias estructuras a las que sirven.
- Analizar, por parte del Consejo Nacional de Concesiones, la necesidad de solicitarle al ente concesionario del proyecto San José-Caldera un estudio donde se demuestre la estabilidad de los taludes de corte y zonas de relleno ante eventos sísmicos, según las aceleraciones del terreno esperadas de acuerdo con el estudio de amenaza sísmica realizado para el proyecto.
- Analizar, por parte del Consejo Nacional de Concesiones, la necesidad de solicitarle al ente concesionario del proyecto San José-Caldera se incluya dentro de la solución a la falla de la sección de relleno del tramo ubicado entre los estacionamientos 46+780 a 46+860, el diseño de un adecuado sistema de manejo de aguas de escorrentía y subterránea.

## 8.6. Revisión hidrológica e hidráulica de cinco puntos de la carretera nacional 27

### INF-PITRA-006-2010

#### 8.6.1 Conclusiones del informe INF-PITRA-006-2010:

- Dada la magnitud del proyecto se debió realizar un estudio de intensidades de precipitación específico para la zona del mismo, utilizando las estaciones disponibles de acuerdo con su ubicación geográfica.
- El estudio hidrológico realizado por Ramírez (2004) presenta deficiencias en la estimación de los coeficientes de escorrentía y los valores de intensidades de precipitación. Esto provocó que los periodos de retorno para el diseño de las obras se reduzcan a 10 años aproximadamente.
- Del estudio de precipitaciones de eventos registrados en el año 2010, no hay evidencia de valores extremos cercanos al periodo de retorno de 25 años, con la única excepción del 29 de septiembre en la estación 84021, Aeropuerto Juan Santamaría.

Informe INF-PITRA-002-2011	Fecha de emisión: 12 de Enero de 2011	Página 27 de 32
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

- La colocación de cunetas y contracunetas no obedece a una planificación sistemática y criterios de ingeniería sino más bien al resultado de la oportunidad y las situaciones inesperadas.
- El acabado de las cunetas/contracunetas es deficiente en muchas oportunidades y parece no obedecer a un criterio de ingeniería (hidráulico o estructural). En algunas oportunidades no son revestidas lo cual podría ser perjudicial pues eventualmente facilitaría la infiltración y saturación de los taludes con el consecuente peligro.
- Los alineamientos y conexiones (confluencias) entre las cunetas/contracunetas no es el adecuado en muchas oportunidades lo cual podría producir socavación localizada.
- Los disipadores de energía y estructuras de control podrían no estar bien dimensionadas o mal ubicados, es decir, la proyección de la obras no es la adecuada. Por esto, podrían más bien estar provocando erosión y socavación localizada en algunos sitios.
- En términos generales, se evidencia una falta de mantenimiento: muchas cunetas/contracunetas están llenas de sedimento.
- La aplicación de técnicas de control de erosión son mínimas o inexistentes.
- La salida de las alcantarillas (a medio talud) es problemática por la posibilidad de falla debido a asentamientos y deformaciones del talud, que podrían causar daños en la alcantarilla. Dichos daños podrían ser: reducción de su capacidad hidráulica, ruptura de la misma que causaría saturación del relleno y, eventualmente, podría causar el fallo del mismo, entre otros.
- Cabezales mal alineados y socavación de las márgenes de la carretera.
- Falta de mantenimiento, alcantarillas obstruidas con sedimento o totalmente enterradas.

## 9. DIAGNÓSTICO FINAL DEL PROYECTO EN CONCESIÓN SAN JOSÉ – CALDERA, RUTA 27.

El LanammeUCR, como ente académico, científico y proyectado socialmente a los costarricenses, a través de lo manifestado en el estatuto orgánico de la Universidad de Costa Rica, el establecimiento del LanammeUCR como laboratorio nacional de referencia en materiales y modelos estructurales (Ley 7099) y respondiendo al mandato de garantizar la calidad de la inversión pública en infraestructura vial (Leyes 8114 y 8603) tiene como uno de sus propósitos principales contribuir con la mejora de los procesos de planificación, diseño y construcción de las obras de infraestructura vial del país, así como apoyar a través de asesorías de alto nivel técnico a la Administración cuando ésta lo requiera.

El análisis técnico integral realizado en el proyecto de concesión de obra pública San José-Caldera, Ruta 27, reveló una serie de deficiencias técnicas. La investigación abarcó desde los procesos de confección del contrato, hasta los procesos de diseño estructural de pavimentos y geotecnia, diseño de materiales, diseño geométrico y diseño de elementos de seguridad vial, así como los procesos constructivos y de supervisión ejecutados. Las deficiencias encontradas es importante que sean consideradas como oportunidades de mejora para la Administración activa y servir como una marca de acción para depurar los procesos de conceptualización de proyectos de esta índole, así como para fortalecer la estructura de dirección y control estatal, la cual, no puede ser ajena a los proyectos administrados bajo la modalidad de concesión de obra pública y asumir que bajo este tipo de proyectos, todo es responsabilidad única y plena del Concesionario.

El análisis técnico reveló que el proyecto, en el momento de su apertura y puesta en servicio para explotación, aún carecía de toda la infraestructura con las condiciones necesarias para garantizar los niveles de servicio establecidos para un proyecto de esta magnitud, y que además viene arrastrando errores técnicos conceptuales, tanto en el contrato, como en los estudios referenciales, en los diseños y en la construcción de la obra; lo cual agravó esta situación. Este ha sido un error recurrente en los procesos de recepción de obras viales en Costa Rica. Si se desea que la calidad de nuestra infraestructura mejore sustancialmente, es necesario implementar protocolos muy exigentes y rigurosos para recibir una obra vial y su puesta en servicio. Adicionalmente, la aceptación provisional de obra incompleta se ha convertido en un vicio que se debe erradicar de la práctica de la Administración Pública en materia de infraestructura vial.

El análisis reveló que aunque la puesta en servicio se hubiera dado en una fecha posterior, existe aún un importante rezago en cuanto a experiencia en el manejo de este tipo de proyectos, a la preparación técnica y a la disponibilidad tecnológica por parte de la Administración, lo cual es vital para velar, a lo largo de 25 años de concesión, por el mantenimiento de los máximos estándares de calidad que debe cumplir este proyecto. Esto no significa que la concesión de obra pública no constituya una alternativa válida para atender las necesidades de infraestructura vial del país, siempre y cuando se diseñen los mecanismos suficientes para poder planificar y fiscalizar debidamente estas

obras con apego a las mejores prácticas internacionales y garantizando la mejora de la calidad de vida de los costarricenses.

De esta forma, el camino de la Administración para convertir la alternativa de la Concesión de Obra pública en una decisión eficiente y eficaz, debe iniciar por integrar un grupo de ingenieros de altísimo nivel técnico, administrativo y contractual, que se encarguen de conceptualizar este tipo de proyectos, buscar la eficiencia en los procesos de fiscalización de la Administración y elevar la rigurosidad con que se evalúa el accionar del Concesionario.

Finalmente, se enlistan los hallazgos conceptuales más importantes de esta asesoría al señor Ministro de Obras Públicas y Transportes:

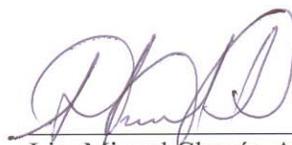
- La Administración, asumió que toda la responsabilidad sobre los procesos de planificación, diseño y construcción del Proyecto San José-Caldera (ruta Nacional 27), así como el mantenimiento de los estándares de calidad de la obra correspondía, única y exclusivamente al concesionario. Esto, sin duda, se convirtió en la principal equivocación cometida en el presente caso, por la Administración, toda vez que, la experiencia internacional demuestra que el Estado, antes de hacerse a un lado, debe ser parte activa de todo el proceso de concesión y realizar una fiscalización objetiva, rigurosa, sistemática y de altísimo nivel técnico-científico.
- Siguiendo con la idea anterior, el nivel de las deficiencias encontradas revelan que la Administración no se encontraba preparada para asumir labores de fiscalización de una obra de tal magnitud con el nivel requerido. Por ejemplo, según información proporcionada por el CNC, en algunos momentos la capacidad instalada era completamente insuficiente para inspeccionar varias decenas de frentes de trabajo activos simultáneamente. Esto debilitó el proceso de fiscalización, que en Costa Rica, ha estado habituado a ritmos de trabajo mucho más lentos. En particular, durante la fase constructiva, hizo falta una estructura técnica de inspección y verificación estable, capaz de realizar una buena fiscalización del cumplimiento del contrato.
- El estudio hidrológico realizado por Ramírez (2004) presenta deficiencias en la estimación de los coeficientes de escorrentía y los valores de intensidades de precipitación. Esto provocó que los periodos de retorno para el diseño de las obras se reduzcan a 10 años aproximadamente. Del estudio de precipitaciones de eventos registrados en el año 2010, no hay evidencia de valores extremos cercanos al periodo de retorno de 25 años, con la excepción de un único día (29 de septiembre de 2010, en la estación 84021, Aeropuerto Juan Santamaría). Por lo tanto, la información base con la que se realizaron los cálculos para las obras de mitigación hidráulica fueron insuficientes para garantizar el adecuado desempeño de éstas, lo cual afectó la estabilidad de los rellenos y taludes.

- Los estudios hidráulico y geotécnico realizados revelan que no existe un vínculo directo entre la falla del relleno en los estacionamientos 46+780 a 46+860 y un evento de tipo “fuerza mayor”. Igualmente ocurre para los desprendimientos de material en los puntos indicados en el informe.
- La investigación no halló evidencia de la existencia de diseños específicos de obras geotécnicas en rellenos y cortes, lo único que se pudo detectar fueron “estudios referenciales” que recomendaban algunos tipos de intervención en ciertos tramos del proyecto. Estos estudios referenciales no constituyen documentos vinculantes en cuanto a la responsabilidad profesional que garantice que las obras construidas corresponden a estudios y diseños técnicos respaldados por la experiencia y el conocimiento de expertos en la materia.
- Desde el punto de vista de la seguridad vial, las principales observaciones se refieren a que existe ausencia de obras necesarias para garantizar la seguridad vial de los peatones en algunos intercambios de la carretera. También se encontró que las defensas laterales son insuficientes o están instaladas de manera inadecuada. Algunas barreras medianeras no están instaladas como se debe. Existen cunetas reducidas sin protección, bordillos peligrosos en aceras de puentes, apoyos intermedios de puentes desprotegidos, entre otros.
- Existen tramos de carretera donde se manifiestan deficiencias en el desempeño de la mezcla asfáltica, produciéndose deterioros acelerados que afectan al usuario de la vía. Estos tramos deben ser estudiados por el Concesionario a fin de valorar la mejor forma de intervenirlos y restituir la condición planteada en los diseños y especificaciones del proyecto. Los deterioros presentados significan una reducción importante de la vida útil de las estructuras, por lo que la sociedad Concesionaria debe garantizar mediante los trabajos que realice la solución efectiva y duradera de los problemas en la carretera concesionada. Desde el punto de vista de desempeño de mezcla asfáltica, no es normal que en un periodo tan corto de operación de la vía, dicho material se haya deteriorado tan aceleradamente. Lo usual es que una vía de tal importancia no presente baches ni otros deterioros importantes hasta varios años después de la puesta en servicio.
- Los análisis realizados revelan un proyecto con una adecuada capacidad estructural y funcional, pero con una tendencia clara y acelerada al deterioro, donde se manifiesta una pérdida significativa de la capacidad funcional (IRI) y del nivel de serviciabilidad (PSI) en un periodo muy corto de tiempo, esto implica un riesgo de que al final del periodo de concesión se reciba un proyecto con estándares de calidad inferiores a los deseados en un proyecto de esta importancia.
- El análisis de las especificaciones contractuales reveló que existen parámetros de calidad muy permisivos, indefiniciones técnicas y confusión sobre los equipos y procedimientos que deben seguirse para evaluar la condición funcional, estructural y de seguridad vial del proyecto.

- La evidente falta de fiscalización por parte de la Administración, de la obra, la evidente presencia de deterioros prematuros, la inexistencia de infraestructura necesaria para el buen desempeño de las obras geotécnicas, todo esto consignado ampliamente en este informe, reveló que el proyecto de Concesión de Obra Pública de la Ruta 27 San José-Caldera fue abierto al público y puesto en servicio, de forma prematura.



Ing. Luís Guillermo Loria S., M.Sc.  
Coordinador General  
PITRA - LanammeUCR  
Universidad de Costa Rica



Lic. Miguel Chacón A.  
Asesor Legal Externo  
LanammeUCR  
Universidad de Costa Rica

## 10. Referencias

1. LanammeUCR (2010), **Evaluación de las especificaciones técnicas contractuales para el Proyecto San José-Caldera, año 2010**. LM-PI-ERV-40-2010. San José, Costa Rica.
2. LanammeUCR (2010), **Informe de Evaluación del Proyecto San José-Caldera Ruta Nacional 27, Año 2010**. INF-PITRA-002-2010. San José, Costa Rica.
3. LanammeUCR (2010), **Deterioros prematuros de la mezcla asfáltica en la Concesión de la Carretera San José-Caldera**. INF-PITRA-003-2010. San José, Costa Rica.
4. LanammeUCR (2010), **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**. INF-PITRA-004-2010, LM-AT-181-10. San José, Costa Rica.
5. LanammeUCR (2010), **Análisis de los estudios geológico-geotécnicos y del diseño, construcción y mantenimiento de la sección comprendida entre los estacionamientos 46+780 a 46+860 y de la atención a los hechos relacionados con la falla de la sección de relleno, Proyecto San José-Caldera, Ruta Nacional 27, Tramo II**. INF-PITRA-005-2010. San José, Costa Rica.
6. LanammeUCR (2010), **Revisión hidrológica e hidráulica de cinco puntos de la carretera nacional 27**. INF-PITRA-006-2010. San José, Costa Rica.