

**INFORME  
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA  
LM-AT-071-09**

**Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 102  
Sección: San Vicente de Moravia-San Isidro de Coronado**

**Licitación Pública No. 2006LN-53DI**

**MAYO 2009**

<b>INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA</b> <i>Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 102, Sección San Vicente de Moravia-San Isidro de Coronado</i> <i>Licitación Pública 2006LN-53DI.</i>
<p><b>Departamento encargado del proyecto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dirección de Obras, CONAVI.</li> </ul> <p><b>Monto original del contrato:</b> ₡ 3.776.297.600,58.</p> <p><b>Inicio de la obra:</b> 20 de agosto del 2007</p> <p><b>Plazo de ejecución:</b> 525 días efectivos, según se define en el apartado 6 del cartel de licitación 2006LN-53DI.</p> <p><b>Auditores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, Coordinadora Auditoría Técnica.</li> <li>- Ing. Mauricio Salas Chaves</li> <li>- Ing. Erick Acosta Hernández</li> </ul> <p><b>Asesor legal externo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lic. Miguel Chacón Alvarado</li> </ul> <p><b>Alcance del informe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación visual del desempeño del proyecto.</li> </ul> <p><b>Referencias:</b></p> <p>Fecha de visitas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>28 de octubre del 2008.</li> <li>02 de febrero del 2009.</li> </ul>

## 1. Introducción

El propósito de las auditorías técnicas independientes que realiza el LanammeUCR es el de producir informes que permitan a las altas autoridades del país conocer la situación técnica administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito, La finalidad de esas auditorías consiste en que de manera oportuna se tomen decisiones correctivas y se ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

El proyecto se ubica en la provincia de San José, en la Ruta Nacional No. 102 que une los cantones de Moravia y Vásquez de Coronado. Específicamente, el

proyecto inicia en el costado noreste de la Iglesia Católica de Moravia y finaliza en el costado suroeste de la Iglesia Católica de Coronado. La longitud del tramo es de 5,1 km y las obras consisten en la colocación de una capa de mezcla asfáltica, la ampliación de la superficie de ruedo y la respectiva demarcación vial.

El equipo auditor visitó el proyecto en dos oportunidades, el 20 de octubre del 2008 y el 02 de febrero del 2009, observando aspectos importantes a mejorar en cuanto a la calidad de la carpeta, la señalización vial y otros aspectos de seguridad vial.

## 2. Observaciones.

### 2.1 Sobre los postes del tendido eléctrico dentro de la calzada.

El equipo auditor observó que aún permanecen algunos postes del tendido eléctrico dentro de la calzada, aún cuando se encuentran colocados algunos de sus sustitutos.

A pesar que las labores de colocación de mezcla asfáltica finalizaron, quedan pendientes estos detalles por realizar, lo que provoca inseguridad a los conductores al permanecer estos obstáculos sobre la vía. En la fotografía se observa la situación comentada anteriormente.



**Fotografía No.1:** Postes en la vía. Este punto corresponde al estacionamiento 2+860 de la Ruta Nacional No. 102. La fotografía fue tomada el día 28 de octubre del año 2008.



**Fotografía No. 2:** Postes en la vía. Este es otro ejemplo de un obstáculo en la vía corresponde al estacionamiento 1+000 aprox. de la Ruta Nacional No. 102 donde a la fecha de la visita aún permanece un poste. La fotografía fue tomada el 02 de febrero del 2009.

Es evidente que esta condición de la vía con la existencia de postes dentro de la calzada atenta contra la seguridad vial de los usuarios y a la vez ponen en riesgo la infraestructura en general, más aun cuando no cuentan con la señalización vial apropiada.

Además, en cuanto a la capacidad de la vía, ésta se ve reducida al existir éste tipo de obstáculos dentro de la superficie de ruedo.

La práctica internacional<sup>1</sup>, indica que los postes de alumbrado público deben ser reubicados a la posición más distante posible del cordón de la acera cuando éstos se encuentren en una zona urbana, esto con el fin de reducir la probabilidad de que un vehículo fuera de control impacte contra éstos. Las distancias de separación, están dadas en función de la velocidad máxima permitida y están entre los 3.6 m a los 1.8 m. Es recomendable que los tendidos eléctricos sean instalados en ductos subterráneos, y en lugar de los postes rígidos de metal y concreto se instalen postes de base rompible.

El Decreto Ejecutivo No. 33148-MOPT del 25 de mayo del 2006, es claro en establecer las consideraciones que el proyecto debe cumplir durante su construcción para salvaguardar la seguridad vial de los usuarios de la vía:

<sup>1</sup> Dixon, Karen K y otros "Safe and Aesthetic Design of Urban Roadside Treatments. Transportation Research Board. EEUU. Disponible en formato digital en: [www.trb.org/news/search\\_news.asp?subjectradio=0&id=2&idname=NCHRP+Report&q\\_sw=612](http://www.trb.org/news/search_news.asp?subjectradio=0&id=2&idname=NCHRP+Report&q_sw=612)

**Artículo 1º—En todas las labores de planificación y construcción de obras viales o programas de transportes y su eventual conservación, mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, mejoramiento, y/o rehabilitación que realiza el Consejo Nacional de Vialidad, se deberá considerar e incorporar el componente de seguridad vial, considerando a todos los posibles usuarios de la vialidad de previo a su ejecución.** (El resaltado no es del texto original)

Las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, establecen en el apartado 107.15 “Responsabilidad del contratista respecto a los servicios públicos”:

“En los lugares en que las operaciones del Contratista se encuentren limítrofes con propiedades del ferrocarril, telégrafos, teléfonos, y empresas de luz y fuerza eléctrica, cuyo perjuicio podrá redundar en gastos considerables pérdidas o molestias. La obra deberá ser comenzada una vez que hayan sido hechos los arreglos necesarios para la protección de los servicios públicos...”

## **2.2 Sobre la demarcación vial.**

En las visitas realizadas al proyecto de la ruta No.102, el equipo auditor observó que no se ha instalado la señalización vertical, ni se ha demarcado la vía con pintura, a pesar que los trabajos de colocación de mezcla asfáltica se iniciaron en el día 28 de junio del año pasado en periodos alternos hasta el pasado mes de febrero<sup>2</sup>.

Las condiciones operativas de la vía de la carretera han cambiado, pues el ancho de la vía aumentó. Este incremento en la capacidad de la vía con la ausencia de demarcación vial, representa un grave problema de seguridad vial, que conlleva entre otras las siguientes consecuencias:

- los vehículos tienden a viajar de forma desordenada por la falta de líneas de carril,
- los sentidos de vía y las maniobras permitidas no están indicados,
- no están indicadas las zonas escolares ni los lugares de cruce peatonal, ni la presencia de intersecciones importantes.
- es factible que por la percepción de amplitud que la vía por parte del conductor, se de un aumento en la velocidad de operación.

---

<sup>2</sup> Las fechas de colocación de mezcla asfáltica corresponden a los indicados en el oficio DO-I-0332 del 17 de marzo del 2009 del Ing. Carlos M. Solera Molina, en calidad de ingeniero jefe de proyecto.

En términos de seguridad vial, una carretera debe señalizarse horizontal y verticalmente en el menor tiempo posible porque esta situación hace que la obra sea insegura para todos sus usuarios, y más aun bajo condiciones de poca visibilidad durante lluvias o en horas nocturnas.

Las prácticas internacionales<sup>3</sup> indican que se debe guardar un periodo de cura generalmente definido por el fabricante de la pintura, previo a la ejecución de la demarcación definitiva con pintura sobre una carpeta asfáltica nueva. Este periodo busca evitar el deterioro prematuro de la pintura por causa de los daños que podría causar la post-compactación que sufre la mezcla asfáltica por causa de las cargas vehiculares y posibles exudaciones de asfalto.

Sin embargo, al siguiente día de colocada la mezcla asfáltica se recomienda realizar una demarcación temporal con pintura aplicando una capa de un espesor menor al especificado como definitivo.

El cartel de licitación del proyecto (2006LN-53-DI), establece en su Capítulo II “Condiciones Específicas”, apartado 3:

*“Se deberá realizar la demarcación vial horizontal con pintura y captaluces en toda la longitud del proyecto y la colocación de las señales verticales que se indican en los planos constructivos.”* (Lo resaltado no es del texto original)



**Fotografía No. 3:** Ausencia de señalización. Se observa una intersección sin señalización vial en el Km 1+000. La fotografía fue tomada el 02 de febrero del 2009.

<sup>3</sup> Pavement Marking Handbook, Texas Department of Transportation, disponible en formato digital en <ftp://ftp.dot.state.tx.us/pub/txdot-info/gsd/manuals/pmh.pdf>

### **2.3 La nueva capa de rodamiento presenta exudación.**

Luego de realizar una evaluación visual, el equipo auditor observó a lo largo del proyecto exudación en la capa de rodamiento recién colocada.

En la visita del 20 de octubre del 2009, frente al supermercado “Pali”, ubicado en el km 1+176, se encontró un tramo del proyecto donde existe exudación de asfalto en todo el ancho del carril. En la segunda visita, realizada el día 02 de febrero del 2009, el equipo auditor observó que las condiciones de exudación de asfalto se encuentran más frecuentemente a lo largo de todo el proyecto.

El fenómeno de exudación de asfalto puede responder a varios aspectos de la mezcla asfáltica y el proceso constructivo. Entre los más comunes se pueden mencionar el exceso de asfalto y de material fino en la producción de mezcla asfáltica, que al someterse a cargas vehiculares, ese asfalto y finos empiezan a emigrar hacia la parte superior de la capa asfáltica, formando una superficie lisa que afecta directamente la capacidad de agarre de las llantas de los vehículos, conocida como resistencia al deslizamiento.

Otro factor puede ser la combinación de altas temperaturas y cargas vehiculares con mezcla asfáltica inestable que puede llevar a la aparición de exudación de asfalto, que tienen como consecuencia lisura en la superficie rueda, o la posterior aparición de problemas de deformación plástica como las roderas y ondulaciones que afectan la regularidad de la superficie.

Una sobrecapa recién colocada no debería presentar problemas de exudación de asfalto que podrían afectar tanto la resistencia a la fricción de la superficie como la regularidad superficial de la vía, el IRI (Índice de Regularidad Internacional). En las Fotografías No. 4 y 5, se muestran dos evidencias de las condiciones encontradas.

En el apartado “31. Defectos” del cartel de licitación del proyecto (2006LN-53-DI) se establece lo siguiente:

*“Durante la ejecución de la obra, la unidad supervisora del contrato deberá controlar el trabajo del contratista y notificarle los defectos que encuentre. Dicho control no modifica de manera alguna las obligaciones y responsabilidades del contratista que corrija cualquier trabajo que considere que tiene algún defecto.”*



**Fotografía No. 4:** Exudación de asfalto. Las fotografías ejemplos de sitios donde se observa exudación de asfalto. Estación 1+700, Ruta Nacional No. 102, el día 28 de octubre del año 2008.



**Fotografía No. 5:** Exudación de asfalto. Las fotografías ejemplos de sitios donde se observa exudación de asfalto. Estación 1+700 Ruta Nacional No. 102, el día 28 de octubre del año 2008.

#### **2.4 Sobre los ensayos del índice de regularidad superficial IRI realizados por el LanammeUCR.**

Con el fin de establecer una normativa de referencia la Auditoría Técnica del LanammeUCR utilizó el criterio de aceptación definido en de las “Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica”,

---

*Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 102, Sección: San Vicente de Moravia-San Isidro de Coronado*

CR-2002 (que no es un documento de prevalencia del cartel del proyecto) para evaluar este proyecto. La cota de aceptación de esta especificación es igual a la utilizada en proyectos anteriores de obra vial ejecutados por la Administración (p ej. Rehabilitación de Carretera Costanera Sur, Ruta Nacional No. 23, Sección Interamericana Caldera LI-02-2004).

El CR-2002 establece en el apartado 406.22: *“...Se medirá en forma continua en tramos de 200 metros, o fracción...La evaluación del IRI se realizará tomando el promedio de los valores de cinco tramos consecutivos. Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una rugosidad aceptable si todos los promedios consecutivos de cinco valores de IRI tienen un valor igual o inferior a 2,0 m/km, y ninguno de los valores individuales supera 3,0 m/km. En caso de incumplimiento de esta última condición, el Contratista deberá efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de IRI bajo el límite máximo establecido...”*

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 Unidades, se mide en m/km. Estas unidades indican la longitud de las irregularidades verticales medidas en metros a lo largo de un kilómetro.

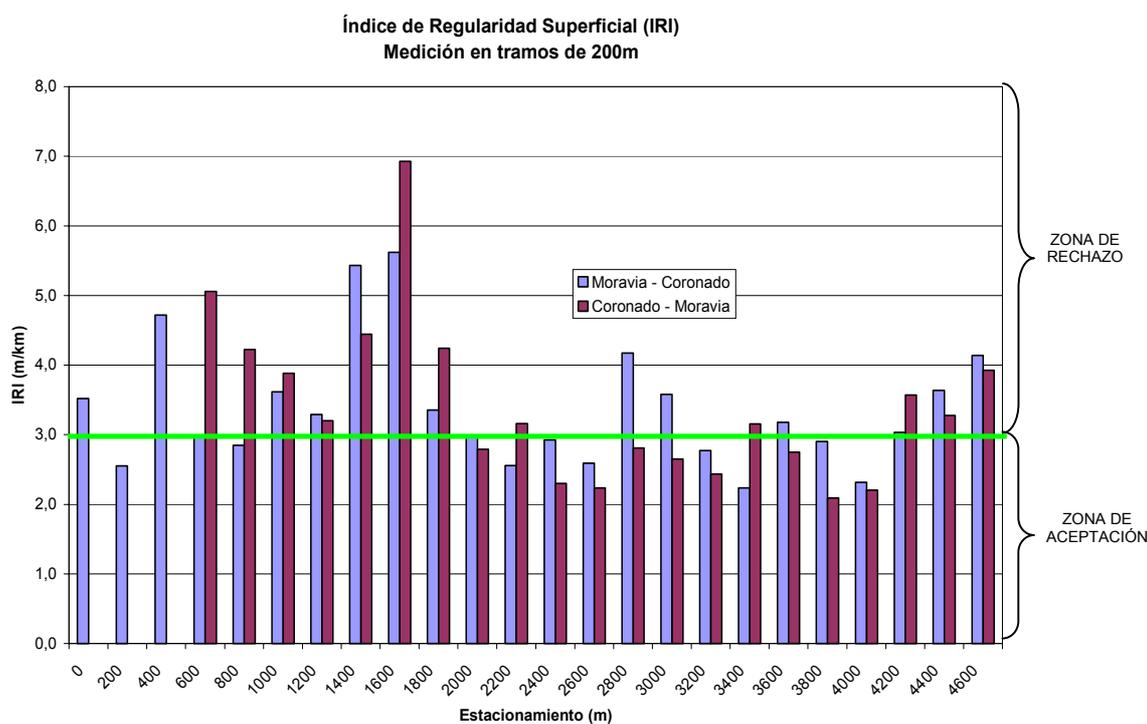
Para un pavimento recién construido, los motivos principales que pueden causar estas irregularidades, obedecen a deficientes prácticas constructivas que promueven distorsiones respecto a un plano horizontal totalmente plano. Por otro lado, para un pavimento en servicio, la otra causa importante, es por 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 no se establece especificación de IRI. Sin embargo, debido a la importancia del IRI en el desempeño futuro del pavimento y a que internacionalmente este indicador es un parámetro de primer orden en la aceptación y evaluación del pavimento nuevo o

en servicio, es que esta Auditoría Técnica ha realizado la evaluación de este parámetro al proyecto de mejoramiento de la Ruta No.10, sección Cartago-Paraíso.

Según pruebas de IRI realizadas por el LanammeUCR en marzo de 2009, medidas cada 200m<sup>4</sup>, 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, ni que los valores individuales deben ser menores a 3 m/km. Esto se evidencia en los gráficos del No.1 al No.3 donde se presentan los resultados obtenidos utilizando el perfilómetro láser, para ambos sentidos del proyecto. En el anexo de este informe se adjuntan los resultados del informe de campo de Laboratorio del LanammeUCR

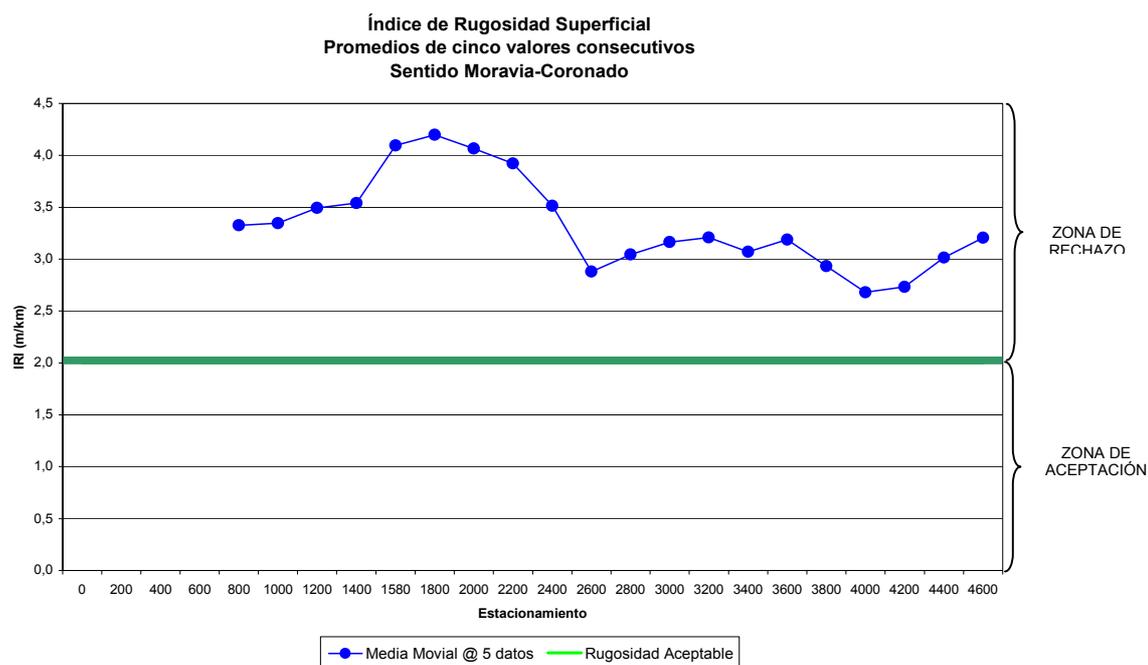


**Gráfico No. 1:** Parámetro de regularidad superficial IRI, medido con perfilómetro láser en ambos sentidos. Tramos de 200m.

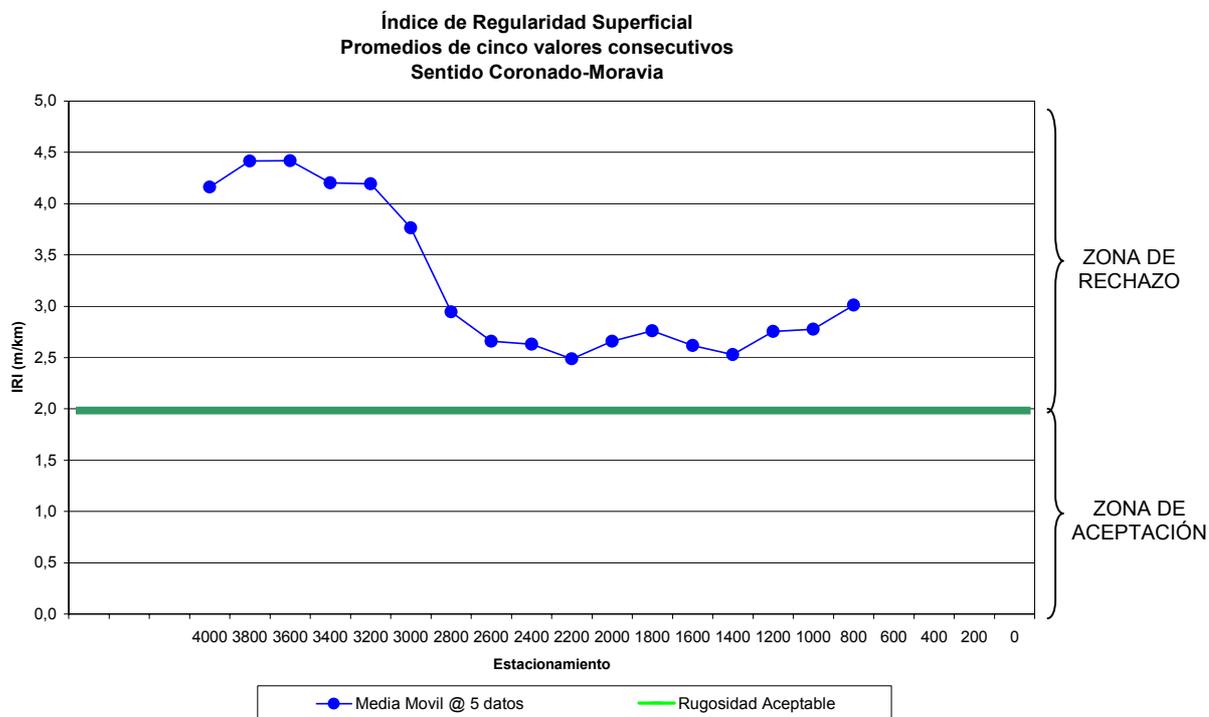
<sup>4</sup> No se incluyen las secciones de puentes en los datos.

Como se puede observar, en el gráfico No.1, los valores individuales de cada punto medido, no cumplen con la especificación de ser menores a 3 m/km, con excepción de algunos puntos aislados. Sin embargo, en los siguientes gráficos No.2 y No.3, 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 igualmente notoria en ambos sentidos.

Es criterio de esta Auditoría Técnica que el requisito que define el CR-2002 de 2 m/km, no se cumple en la totalidad del proyecto, ya que el 94% del total de mediciones realizadas a cada 200 metros en ambos sentidos de circulación presentan resultados por encima de dicho valor.



**Gráfico No. 2:** Promedio IRI para 5 tramos consecutivos a lo largo de todo el proyecto, sentido Moravia-Coronado.



**Gráfico No. 3:** Promedio IRI para 5 tramos consecutivos a lo largo de todo el proyecto, sentido Coronado-Moravia.

Una frecuencia de medición comúnmente utilizada para medir el Índice de Regularidad Superficial en obras nuevas, como criterio de aceptación final de proyecto, de es de 10 m y es útil para la detección de zonas específicas con altas regularidades donde se necesita determinar si se requiere de algún mejoramiento en la superficie:

*“Por definición el IRI es un resumen estadístico de los datos agregados de la elevación del perfil. Cuando se usa como especificación de finiquito para pavimentos de concreto asfáltico recientemente construidos, se utiliza una base de medición relativamente amplia (p ej. 100 m) permitiría una evaluación global del pavimento, y una base relativamente más corta (p ej. 10 m) permitiría identificar secciones mucho más cortas con altos niveles de rugosidad que de otra forma no podrían ser identificadas.”<sup>5</sup>*

<sup>5</sup> Traducción de Li Ningyuan, Frank Marciello and Tom Kazmierowski. “Quality Assurance Applied in Measuring Pavement Roughness of Ontario Provincial Roads”, Canada.

En el contexto latinoamericano países Chile y México utilizan el IRI como parámetro de evaluación y aceptación de proyectos, específicamente en el contexto centroamericano, El Salvador especifica que el valor de IRI medido en tramos de 100m, no debe sobrepasar los 2,0 m/km para pavimentos de concreto asfáltico<sup>6</sup>.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que medir el IRI para tramos largos 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.

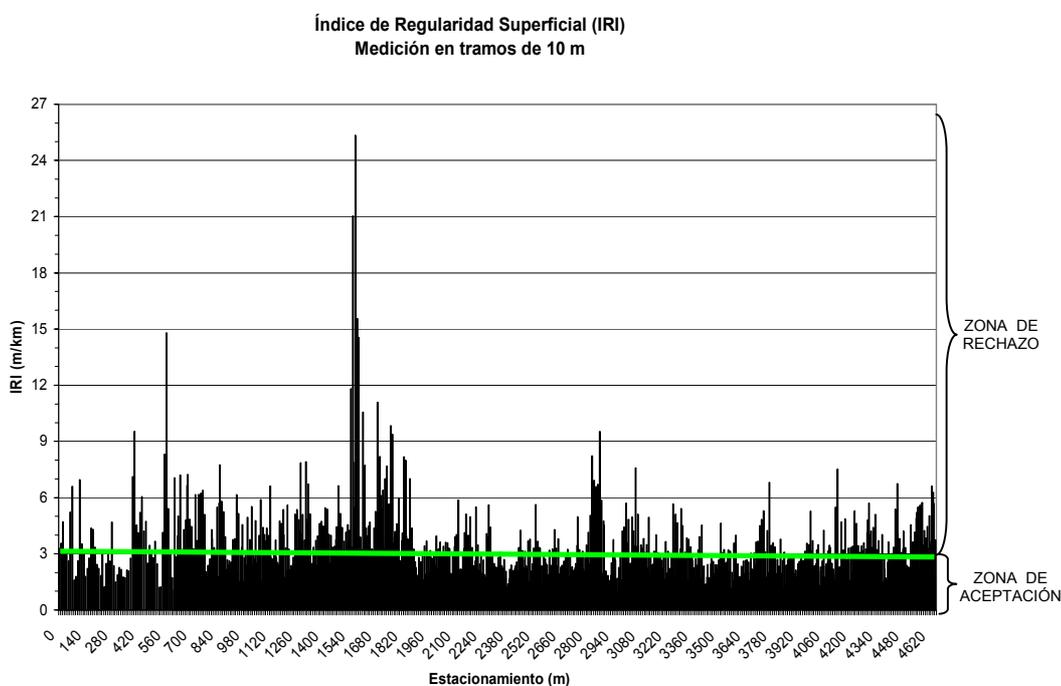
Las mediciones de IRI para evaluar una obra a nivel de proyecto, requieren de precisión y detalle. En el caso de una evaluación a nivel de red vial, en la que no se requiere de mediciones tan precisas, y las cuales se utilizan para programar intervenciones de mantenimiento o de reconstrucción y definir prioridades, las mediciones de IRI pueden realizarse en tramos de mayor longitud.

Para ilustrar esta diferencia de valores de IRI medidos a diferentes distancias, el LanammeUCR realizar mediciones de Regularidad Superficial en intervalos de 10m y 100m. Los resultados obtenidos se pueden observar en los gráficos No.4 y No.5

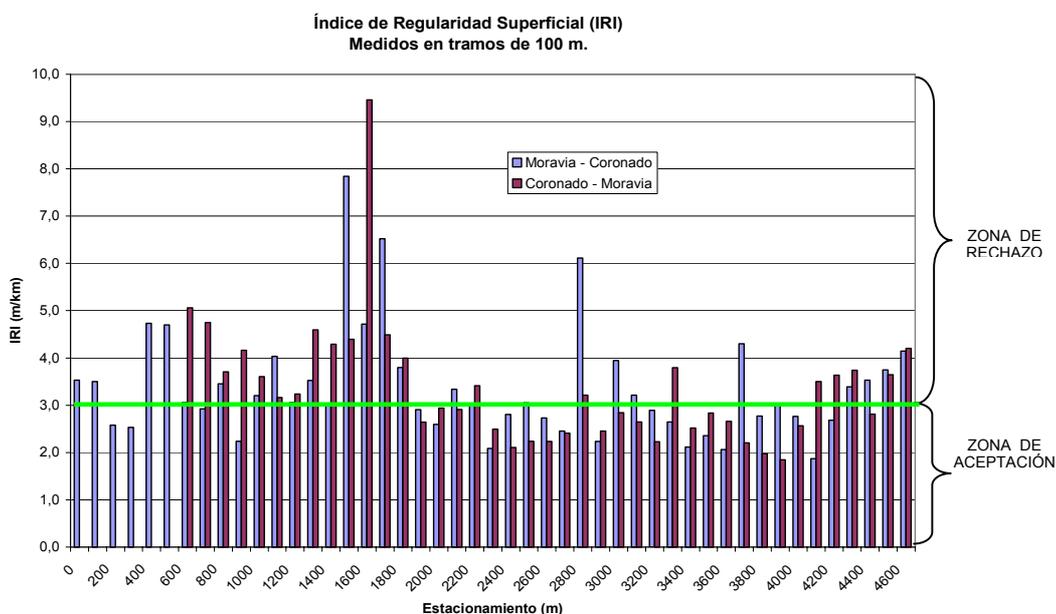
Se puede notar que las mediciones realizadas cada 10m, reflejan irregularidades más pronunciadas que las medidas cada 100m y 200m. Esta medición más precisa y detallada, podría ayudar a encontrar secciones con problemas específicos y determinar si es necesaria alguna corrección de la superficie. Por otro lado, se observa que las mediciones realizadas cada 200m, tal y como se solicita en el CR-2002, 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.

---

<sup>6</sup> Ventura Espinal José Antonio, Alvarenga Edwin. "Determinación del Índice de regularidad Superficial (IRI). Ministerio de Obras Públicas, Transporte y de Vivienda y de Desarrollo Urbano. El Salvador.



**Gráfico No. 4:** Mediciones de IRI a intervalos de medición de 10 metros en ambos sentidos.



**Gráficos No.5:** Mediciones de IRI a diferentes intervalos de medición en el sentido Moravia-Coronado. Tramos de 100 metros.

### **3. Recomendaciones**

A continuación se indican algunas recomendaciones sobre las observaciones realizadas por el equipo auditor para que sean consideradas por la Administración (MOPT-CONAVI) como parte de las acciones de mejora a los proyectos de obra vial:

#### **Al Despacho de la Ministra de Obras Públicas y Transportes:**

3.1 Exigir el cumplimiento en las labores de supervisión de proyectos viales del Decreto No. 33148-MOPT del 8 de mayo del 2006, que trata sobre la incorporación del componente de seguridad vial en la planificación y ejecución de obras viales.

#### **Al Director Ejecutivo del CONAVI:**

3.2 Es necesaria una evaluación de las condiciones de exudación de asfalto y de lisura de la superficie que se presentan en el proyecto, y considerar la posibilidad de aplicar las condiciones establecidas en el cartel de licitación con respecto a la garantía de cumplimiento para la corrección de estos defectos.

#### **A la Dirección de Ingeniería del CONAVI:**

3.3 Considerar la inclusión en los carteles de licitación de los proyectos obra vial ítemes y especificaciones de demarcación y señalización vial provisional, con el fin de que las secciones de la vía donde la carpeta ya ha sido colocada por completo, sean señalizadas temporalmente a la mayor brevedad posible mientras se concluye el resto del proyecto.

3.4 Considerar dentro de las especificaciones de los carteles de licitación, requerimientos de regularidad superficial (IRI) y resistencia al deslizamiento como parte del conjunto de indicadores de calidad del proyecto. Es recomendable que tal valor sea congruente con la naturaleza del proyecto, ya sea obra nueva o reconstrucción.

#### **A la Dirección de Obras:**

3.5 En futuros proyectos de construcción de obra vial, es imperativo mejorar la coordinación con las demás instituciones del Estado encargadas de realizar trabajos de reubicación de servicios públicos, de manera que se hagan tales obras preliminares de forma oportuna, antes de la colocación de la capa final de rodamiento.

---

---

**Equipo Auditor**

---

**Inga. Jenny Chaverri Jiménez**  
Coordinadora Auditoria Técnica, MSc. Eng  
LanammeUCR

---

**Ing. Mauricio Salas Chaves**  
Auditor Técnico LanammeUCR

---

**Ing. Erick Acosta Hernández**  
Auditor Técnico LanammeUCR

**Visto bueno de legalidad**

---

**Lic. Miguel Chacón Alvarado**  
Asesor legal externo LanammeUCR

---

---