



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe final: EIC-Lanamme-INF-0130-2021

## Evaluación del desempeño inicial de la estructura de pavimento del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera

*Documentos de Licitación PIT-5-LPI-O-2016*



Preparado por:

**Unidad de Auditoría Técnica**

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

San José, Costa Rica

Abril 2022



<p><b>1. Informe</b></p> <p>EIC-Lanamme-INF-0130-2021</p>	<p><b>2. Copia No.</b></p> <p>1</p>
<p><b>3. Título y subtítulo:</b></p> <p>Evaluación del desempeño inicial de la estructura de pavimento del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo - Paquera.</p>	<p><b>4. Fecha del Informe</b></p> <p>Abril 2022</p>
<p><b>5. Organización y dirección</b></p> <p>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440</p>	
<p><b>6. Notas complementarias --**--</b></p>	
<p><b>7. Resumen</b></p> <p><u>Sobre la regularidad superficial:</u> La Administración consideró 11 tramos homogéneos y 106 singularidades. Esta situación afectó el análisis estadístico realizado y puede estar obviando una condición inadecuada de la regularidad del proyecto. A pesar de lo anterior, tanto los resultados obtenidos por la Verificación como por el LanammeUCR muestran una gran cantidad de unidades de medición en las categorías con multa, lo que es indicativo de que la regularidad superficial del proyecto no está acorde a lo establecido contractualmente.</p> <p>La gran cantidad de unidades de medición en las categorías con multa puede estar relacionado con las prácticas inadecuadas que fueron evidenciadas en la construcción de la estructura de pavimento.</p> <p><u>Sobre el análisis de deflexiones:</u> La condición estructural de las secciones evaluadas en ambos carriles es de regular a severa.</p> <p>La condición estructural severa evidenciada en las capas intermedias de la estructura de pavimento puede estar asociada a los deterioros evidenciados durante el proceso constructivo y a una calidad inadecuada de los materiales empleados.</p> <p>Según el criterio del Equipo Auditor, para un proyecto de obra nueva, dada la inversión realizada y la probabilidad de que se generen deterioros prematuros debido a una capacidad estructural insuficiente, una condición estructural severa no es aceptable.</p> <p><u>Sobre el agarre superficial:</u> La mayoría de los tramos evaluados tienen una condición de agarre superficial regular. También se identificaron algunos tramos con una condición de agarre superficial mala.</p> <p>Es criterio del Equipo Auditor que, por su riesgo de accidentabilidad, una condición de agarre superficial regular o mala no es una condición aceptable para un proyecto de obra nueva.</p>	



### 8. Valoración de los resultados

Resultado	Prioridad de atención
Hallazgo N°1. Tanto los resultados obtenidos por el LanammeUCR como por la Verificación muestran una gran cantidad de unidades de medición de IRI en la categoría con multa según la sección 405.07.02 del Cartel de Licitación del proyecto.	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muy alta</li> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>
Observación No. 1. La gran cantidad de singularidades consideradas por la Administración pueden estar obviando una condición inadecuada de la regularidad superficial del proyecto.	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muy alta</li> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>
Observación No. 2. Según los resultados obtenidos del análisis de deflexiones, existe un riesgo potencial de que la capacidad estructural del pavimento se haya reducido por las prácticas constructivas evidenciadas en el proyecto.	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muy alta</li> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>
Observación No. 3. Existe un riesgo potencial alto de accidentabilidad debido a que en algunos tramos de la vía se identificaron valores de agarre superficial bajos.	<p>Prioridad de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muy alta</li> <li>Alta</li> <li>Media</li> <li>Baja</li> </ul>

En el Anexo 1 se describe el proceso realizado por el Equipo Auditor para desarrollar esta valoración.

### 9. Palabras clave

Regularidad superficial, análisis de deflexiones, agarre superficial, Auditoría

### 10. Nivel de seguridad:

Ninguno

### 11. Núm. de páginas

57



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación del desempeño inicial de la estructura de pavimento del proyecto:  
Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo -  
Paquera.

**Departamento encargado del proyecto:** Programa de Infraestructura del Transporte PIT, MOPT.

**Supervisora del proyecto:** Consorcio MSD – LGC.

**Laboratorio de verificación de calidad:** LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

**Empresa contratista:** Consorcio “Ruta 160”, compuesto por la empresa AZVI S.A.

**Laboratorio de control de calidad:** OJM Consultores de Calidad y Laboratorios.

**Monto original del contrato:** US \$ 27 519 486,10.

**Plazo original de ejecución:** 12 meses.

**Proyecto:** Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera.

**Director General LanammeUCR:** Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.

**Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:** Ing. Wendy Sequeira Rojas, M.Sc.

### Auditores:

Ing. Mauricio Picado Muñoz, Auditor Técnico Líder.  
Ing. Francisco Fonseca Chaves, Auditor Técnico Adjunto.  
Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Auditor Técnico Adjunto.  
Ing. Fiorella Murillo Contreras, Auditora Técnica Adjunta.

### Asesora Legal:

Lic. Nidia Segura Jiménez

### Alcance del informe:

El alcance del estudio consistió en la evaluación del desempeño inicial de la estructura de pavimento construida, según su regularidad superficial, agarre superficial y deflexiones medidas.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS .....</b>	<b>9</b>
<b>3. OBJETIVOS DEL INFORME.....</b>	<b>9</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>4. ALCANCE DEL INFORME.....</b>	<b>10</b>
<b>5. METODOLOGÍA .....</b>	<b>10</b>
<b>6. ANTECEDENTES .....</b>	<b>11</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>11</b>
<b>8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0130-2021.....</b>	<b>12</b>
<b>9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....</b>	<b>13</b>
9.1 <i>SOBRE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL .....</i>	<i>14</i>
<i>OBSERVACIÓN No. 1. LA GRAN CANTIDAD DE SINGULARIDADES CONSIDERADAS POR LA ADMINISTRACIÓN PUEDEN ESTAR OBVIANDO UNA CONDICIÓN INADECUADA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PROYECTO. ....</i>	<i>14</i>
<i>HALLAZGO N°1. TANTO LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR COMO POR LA VERIFICACIÓN MUESTRAN UNA GRAN CANTIDAD DE UNIDADES DE MEDICIÓN DE IRI EN LA CATEGORÍA CON MULTA SEGÚN LA SECCIÓN 405.07.02 DEL CARTEL DE LICITACIÓN DEL PROYECTO. ....</i>	<i>17</i>
9.2 <i>SOBRE EL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES .....</i>	<i>25</i>
<i>OBSERVACIÓN No. 2. SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES, EXISTE UN RIESGO POTENCIAL DE QUE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO SE HAYA REDUCIDO POR LAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS EVIDENCIADAS EN EL PROYECTO.....</i>	<i>25</i>
9.3 <i>SOBRE EL AGARRE SUPERFICIAL .....</i>	<i>36</i>
<i>OBSERVACIÓN No. 3. EXISTE UN RIESGO POTENCIAL ALTO DE ACCIDENTABILIDAD DEBIDO A QUE EN ALGUNOS TRAMOS DE LA VÍA SE IDENTIFICARON VALORES DE AGARRE SUPERFICIAL BAJOS. ....</i>	<i>36</i>
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>11. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>12. REFERENCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>13. ANEXOS .....</b>	<b>47</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LOS OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA.....	11
TABLA 2. TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO SEGÚN LO INDICADO EN EL OFICIO DM-2021-2588.....	14
TABLA 3. COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE IRI REALIZADOS POR EL LANAMMEUCR...	16
TABLA 4. COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE IRI REALIZADOS POR LA VERIFICACIÓN Y EL LANAMMEUCR.....	24
TABLA 5. CONFIGURACIÓN DE GEÓFONOS PARA LA MEDICIÓN DEL CUENCO DE DEFLEXIONES.....	25
TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL SEGÚN LOS INDICADORES DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL.....	27
TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA SEGÚN LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO .....	31
TABLA 8. DISTRIBUCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO SEGÚN LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO .....	35



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	12
FIGURA 2. SINGULARIDADES DEL PROYECTO SEGÚN LO INDICADO EN EL OFICIO DM-2021-2588.....	15
FIGURA 3. VALORES INDIVIDUALES DE IRI MEDIDOS POR EL LANAMMEUCR EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 .....	18
FIGURA 4. CUMPLIMIENTO DE LA ESPECIFICACIÓN PARA EL VALOR INDIVIDUAL DE IRI SEGÚN LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 ....	19
FIGURA 5. PORCENTAJE DE MULTA SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN PARA MEDIAS MÓVILES, LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 .....	19
FIGURA 6. PORCENTAJE DE MULTA (VALORES INDIVIDUALES + MEDIAS MÓVILES) DETERMINADO POR EL EQUIPO AUDITOR SEGÚN LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588.....	20
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE MULTA (VALORES INDIVIDUALES + MEDIAS MÓVILES) DETERMINADO POR EL EQUIPO AUDITOR SEGÚN LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 ....	20
FIGURA 8. VALORES INDIVIDUALES DE IRI MEDIDOS POR EL LANAMMEUCR EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 .....	21
FIGURA 9. CUMPLIMIENTO DE LA ESPECIFICACIÓN PARA EL VALOR INDIVIDUAL DE IRI SEGÚN LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 ....	22
FIGURA 10. PORCENTAJE DE MULTA SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN PARA MEDIAS MÓVILES, LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 .....	22
FIGURA 11. PORCENTAJE DE MULTA (VALORES INDIVIDUALES + MEDIAS MÓVILES) DETERMINADO POR EL EQUIPO AUDITOR SEGÚN LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR Y LOS TRAMOS HOMOGÉNEOS DEL PROYECTO EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 .....	23
FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE MULTA (VALORES INDIVIDUALES + MEDIAS MÓVILES) DETERMINADO POR EL EQUIPO AUDITOR SEGÚN LAS MEDICIONES REALIZADAS POR EL LANAMMEUCR EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO, CONSIDERANDO LAS SINGULARIDADES INDICADAS EN EL OFICIO DM-2021-2588 ....	23



FIGURA 13. DEFLEXIONES MÁXIMAS MEDIDAS EN LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA .....	28
FIGURA 14. RADIO DE CURVATURA DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA.....	28
FIGURA 15. INDICADOR BLI DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA.....	29
FIGURA 16. INDICADOR MLI DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA.....	29
FIGURA 17. INDICADOR LLI DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO – PAQUERA.....	30
FIGURA 18. DEFLEXIONES MÁXIMAS MEDIDAS EN LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO.....	32
FIGURA 19. RADIO DE CURVATURA DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO .....	33
FIGURA 20. INDICADOR BLI DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO .....	33
FIGURA 21. INDICADOR MLI DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO .....	34
FIGURA 22. INDICADOR LLI DE LAS SECCIONES EVALUADAS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO .....	34
FIGURA 23. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE SEGÚN EL VALOR DE GRIP NUMBER.....	36
FIGURA 24. RESULTADOS DEL AGARRE SUPERFICIAL MEDIDOS EN EL SENTIDO PLAYA NARANJO - PAQUERA.....	37
FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN DE LA CONDICIÓN DE AGARRE SUPERFICIAL DE LOS TRAMOS EVALUADOS EN SENTIDO PLAYA NARANJO - PAQUERA .....	37
FIGURA 26. RESULTADOS DEL AGARRE SUPERFICIAL MEDIDOS EN EL SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO .....	38
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN DE LA CONDICIÓN DE AGARRE SUPERFICIAL DE LOS TRAMOS EVALUADOS EN SENTIDO PAQUERA - PLAYA NARANJO .....	38
FIGURA 28. SUPERFICIE DE RUEDO CON AGREGADO CALIZO EXPUESTO. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 12/05/2021 .....	39
FIGURA 29. EXUDACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN LOS ESTACIONAMIENTOS: (A) 5+800 (B) 9+900.....	40
FIGURA 30. CURVA TÍPICA DE DETERIORO .....	43



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

### EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO INICIAL DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA RUTA NACIONAL N°160, SECCIÓN: PLAYA NARANJO – PAQUERA

#### 1. FUNDAMENTACIÓN

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

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

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

#### 2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

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

#### 3. OBJETIVOS DEL INFORME

##### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño inicial de la estructura de pavimento construida en el proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera, con el fin de fiscalizar la eficiencia y eficacia en la ejecución del proyecto y controlar riesgos potenciales.



## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la regularidad superficial de la estructura de pavimento según las especificaciones establecidas en el Cartel de Licitación.
- Evaluar el agarre superficial de la estructura de pavimento y el riesgo de accidentabilidad del proyecto.
- Evaluar la condición estructural del pavimento construido en el proyecto.

## 4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este estudio consistió en la ejecución y análisis de ensayos de campo no destructivos para determinar la condición estructural, de regularidad superficial y de agarre superficial inicial del pavimento construido.

Los ensayos de campo se realizaron en el periodo comprendido entre marzo de 2021 y mayo de 2021.

También se evaluaron los resultados de la medición de regularidad superficial realizada por el laboratorio de verificación del proyecto.

La auditoría técnica que realiza el LanammeUCR no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual, le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración.

Es función del MOPT analizar, con las partes involucradas, las consecuencias expuestas en los hallazgos y observaciones incluidas en este informe de auditoría técnica.

## 5. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta a recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad del proyecto.

Las actividades que fueron desarrolladas por el Equipo Auditor consistieron en la ejecución de ensayos de campo no destructivos (FWD, GRIP, IRI) y el análisis de los resultados obtenidos. También se realizaron visitas de seguimiento para comprobar los resultados obtenidos.

Cuando el Equipo Auditor identificó una evidencia que se consideraba necesario alertar oportunamente a la Administración, se emitió una nota informe donde se indicaba la situación observada y las posibles recomendaciones para mitigar riesgos potenciales. En cada nota informe emitida se brindó un espacio de 10 días hábiles para que la Administración, en caso de ser requerido, se refiriera al contenido de la nota. Una vez analizadas las respuestas de la Administración, se procedió a la confección de este informe.



## 6. ANTECEDENTES

Como parte de la auditoría técnica que el LanammeUCR realiza al proyecto y en aras de contribuir al mejoramiento continuo de la gestión de la Administración, se emitieron varios oficios que se resumen en Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los oficios enviados a la Administración durante el proceso de auditoría

Oficio	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-EIC-D-0238-2021	17/03/2021	Singularidades IRI	DM-2021-2588
LM-EIC-D-0338-2021	19/04/2021	Actualización de información	DM-2021-2513
LM-EIC-D-0452-2021	01/06/2021	Remisión resultados GRIP	DM-2021-3332
LM-EIC-D-0515-2021	16/06/2021	Actualización de información	DM-2021-3377 DM-2021-3399
LM-EIC-D-0599-2021	27/07/2021	Remisión resultados IRI	DM-2021-3495

Adicionalmente, se emitieron los informes:

- LM-AT-97-2019: “Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera” (ver informe en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2073/Informe%20LM-AT-97-2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>).
- LM-INF-EIC-D-0004-2021: “Seguimiento a la evaluación de la calidad de los materiales y de los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranjo – Paquera” (ver informe en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2256/Informe%20Final%20LM-INF-EIC-D-0004-2021%20Paquera.pdf?sequence=2&isAllowed=y>).

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del contrato es realizar el mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, en la sección comprendida entre Playa Naranjo y Paquera. La obra se desarrolla entre el entronque de la Ruta Nacional N°21 y la Ruta Nacional N°160 y la población de Paquera (ver Figura 1).

El proyecto tiene una longitud aproximada de 21,82 km e incluye las siguientes actividades:

- Construcción de una carretera de dos carriles (uno por sentido).
- Construcción de cuatro salidas laterales a las poblaciones de Playa Pájaros, Dulce Nombre, Punta Llorona y Quebrada Bonita.
- Construcción de tres puentes de dos carriles sobre los ríos: Gigante, Grande y Guarial.
- Construcción de pasos de fauna silvestre superiores e inferiores.
- Construcción de aceras y bahías de buses en zonas urbanas.
- Rehabilitación del sistema de drenaje.
- Obras de estabilización de taludes.

Figura 1. Ubicación del proyecto



## 8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR EIC-LANAMME-INF-0130-2021

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante el oficio EIC-Lanamme-49-2022 (de fecha 17/01/2022), se envió el presente informe en versión preliminar a la parte auditada para su análisis y, en caso de requerirse, se procediera a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoría; para tales efectos se otorgó un plazo de 15 días hábiles posteriores al recibo de dicho informe. Dicho plazo finalizó el 9 de febrero de 2022.

Adicionalmente, el día jueves 27 de enero de 2022, se realizó con el auditado la presentación oral de los resultados del informe preliminar por medio de una plataforma virtual con el fin de comentar aspectos relacionados con su contenido. A esta actividad asistieron los siguientes participantes:

Mario Campos Vega	Subdirector Unidad Asesora PIT-MOPT
Walter Muñoz Caravaca	Gestor de proyectos Unidad Asesora PIT-MOPT
José Germán Juyar Mora	Coordinador General Unidad Ejecutora
Luis Pablo Cascante	Supervisión MSD-LGC
Jeffrey Ramírez	Supervisión MSD-LGC
Andrey Camacho	Supervisión MSD-LGC
Gerardo Matarrita	Supervisión MSD-LGC
Irma Gómez Vargas	Auditoría interna MOPT
Tatiana Muñoz Córdoba	Auditoría interna MOPT
Antonio Guasch Aguilar	Auditoría interna MOPT
Luisa Montero Chavarría	Auditoría interna MOPT



Isaac Araya Ugalde  
Karla Quesada Díaz  
Wendy Sequeira Rojas  
Mauricio Picado Muñoz  
Francisco Fonseca Chaves  
Sergio Guerrero Aguilera  
Fiorella Murillo Contreras

Auditoría interna MOPT  
Auditoría interna MOPT  
Coord. Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR  
Auditor técnico LanammeUCR  
Auditor técnico LanammeUCR  
Auditor técnico LanammeUCR  
Auditora técnica LanammeUCR

El día lunes 21 de febrero de 2022, se recibe vía correo electrónico el oficio DM-2022-0618 (de fecha 21/02/2022), remitido por el Ing. Mario Campos Vega, el cual contiene como adjunto el oficio 0304-2022 (de fecha 14/02/2022) donde la Unidad Ejecutora brinda descargo al contenido del informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0130-2021.

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en cuestión (ver Anexo 2) y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe EIC-LANAMME-INF-0130-2021 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la Ley No. 8114 y sus reformas.

## 9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo de auditoría técnica en este informe de auditoría técnica, se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría técnica, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las mediciones realizadas y la recolección y análisis de evidencias.

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

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

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



## 9.1 Sobre la regularidad superficial

El 24 de marzo de 2021, el LanammeUCR realizó mediciones de la regularidad superficial del proyecto. Las mediciones se realizaron cada 10 m, en ambos sentidos de la vía y en los dos carriles de ésta. El ensayo se realizó sin la presencia de lluvia ni otras condiciones adversas para la medición.

Para realizar los análisis de la regularidad superficial del proyecto, el Equipo Auditor se basó en lo establecido en la sección 405.07 del Cartel de Licitación del proyecto y lo señalado en el oficio DM-2021-2588 (de fecha 27/03/2021).

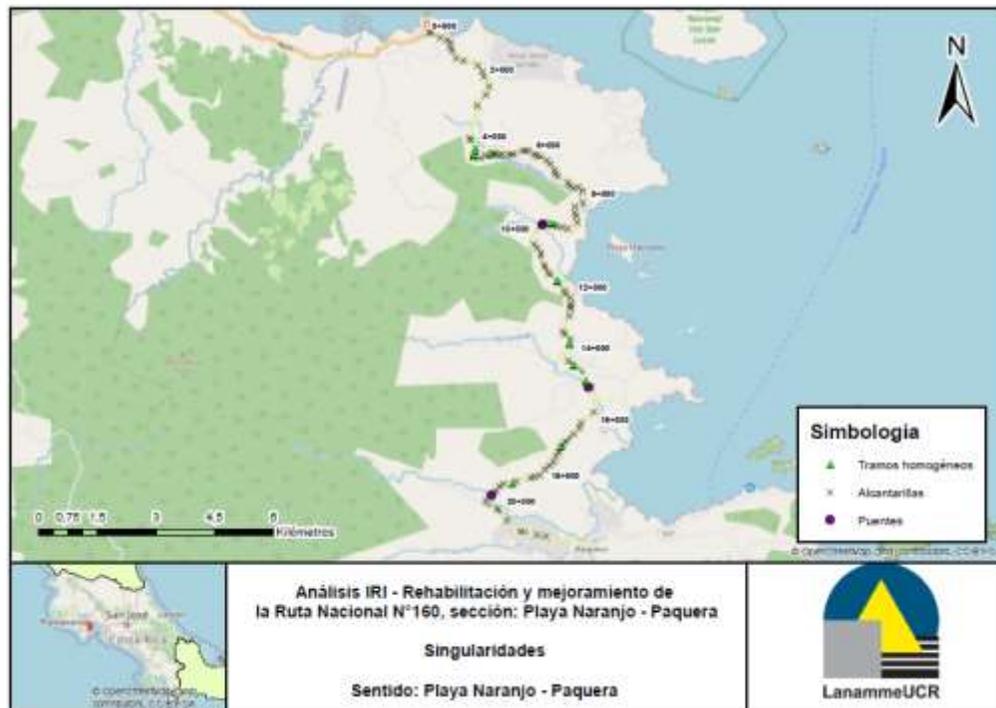
**Observación No. 1. La gran cantidad de singularidades consideradas por la Administración pueden estar obviando una condición inadecuada de la regularidad superficial del proyecto.**

Según lo indicado en el oficio DM-2021-2588, la Administración consideró 11 tramos homogéneos (ver Tabla 2) y 106 singularidades (93 alcantarillas, 3 puentes y 10 cambios de la estructura de pavimento – ver Figura 2).

Tabla 2. Tramos homogéneos del proyecto según lo indicado en el oficio DM-2021-2588

Tramo homogéneo	Estación inicial	Estación final
1	-0+220	4+229
2	4+229	4+487
3	4+487	4+936
4	4+936	9+737
5	9+737	11+662
6	11+662	13+643
7	13+643	14+445
8	14+445	14+944
9	14+944	17+138
10	17+138	18+881
11	18+881	21+525

Figura 2. Singularidades del proyecto según lo indicado en el oficio DM-2021-2588



A criterio del Equipo Auditor, las alcantarillas no pueden ser consideradas como una singularidad, pues, según pudo constatar el Equipo Auditor durante las visitas realizadas al proyecto, el proceso de instalación de las alcantarillas en el proyecto no obstaculizó ni limitó el adecuado proceso constructivo de la estructura de pavimento. Además, no se evidenció que estos elementos estuvieran a un nivel superficial. Por tanto, cualquier alteración al perfil longitudinal en las unidades de medición en las que se ubican las alcantarillas obedece a prácticas inadecuadas en la construcción de la estructura de pavimento.

Cabe mencionar que en el sentido Playa Naranjo – Paquera, el 70% de las unidades de medición con alcantarillas (86 unidades de medición en total) tienen un valor individual de IRI menor al máximo permitido. En el sentido Paquera - Playa Naranjo, el 76% de las unidades de medición con alcantarillas (87 unidades de medición en total) tienen un valor individual de IRI menor al máximo permitido. Lo anterior reafirma que la presencia de alcantarillas en las unidades de medición no fue un factor para obtener valores individuales de IRI menores al máximo permitido.

Por su parte, el cambio en la estructura de pavimento tampoco es considerado por el Equipo Auditor como singularidad, pues el Contratista contaba con condiciones adecuadas para realizar la colocación de la carpeta asfáltica de manera continua y sin interrupciones, a pesar de que las capas intermedias de la estructura de pavimento tuvieran un espesor diferente.

El 65% de las unidades de medición posteriores a un cambio en la estructura de pavimento (20 unidades de medición en total, considerando ambas direcciones) tienen un valor individual de IRI menor al máximo permitido. Cabe mencionar que en 2 de las unidades de



medición posteriores a un cambio en la estructura de pavimento se ubican puentes. Dado lo anterior, se considera que el cambio en la estructura de pavimento no impidió la posibilidad de obtener valores individuales de IRI adecuados.

En contraparte, el Equipo Auditor consideró la presencia de puentes en la unidad de medición como singularidad. Lo anterior debido a que las juntas del puente y el cambio en el tipo de superficie de rueda generan una alteración de las mediciones realizadas que no es atribuible a las prácticas constructivas del Contratista.

Para ejemplificar las diferencias que pueden existir al considerar todas las singularidades mostradas en la Figura 2, el Equipo Auditor decidió realizar dos análisis: 1) considerando únicamente las singularidades que, a criterio del Equipo Auditor, dentro de las buenas prácticas de ingeniería, pueden ser consideradas como tales y 2) considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588”.

En la Tabla 3, se muestra una comparación entre los análisis de IRI realizados por el Equipo Auditor. La columna “LanammeUCR” hace referencia a los resultados obtenidos por el Equipo Auditor según los resultados del LanammeUCR, considerando únicamente las singularidades que a criterio del Equipo Auditor pueden ser consideradas como tal. La columna “LanammeUCR Singularidades” hace referencia a los resultados obtenidos por el Equipo Auditor según los resultados del LanammeUCR, considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588. La columna “Diferencia” corresponde a la resta de los valores de la columna “LanammeUCR Singularidades” y los de la columna “LanammeUCR”.

Tabla 3. Comparación de los análisis de IRI realizados por el LanammeUCR

<b>Sentido: Playa Naranja - Paquera</b>			
<b>Multa</b>	<b>Cantidad de unidades de medición</b>		
	<b>LanammeUCR</b>	<b>LanammeUCR Singularidades</b>	<b>Diferencia</b>
0%	57	40	-17
5%	32	17	-15
10%	35	19	-16
Se repara o sustituye	81	40	-41
<b>Total evaluado</b>	<b>205</b>	<b>116</b>	<b>-89</b>
<b>Sentido: Paquera - Playa Naranja</b>			
<b>Multa</b>	<b>Cantidad de unidades de medición</b>		
	<b>LanammeUCR</b>	<b>LanammeUCR Singularidades</b>	<b>Diferencia</b>
0%	50	53	3
5%	61	15	-46
10%	14	12	-2
Se repara o sustituye	78	33	-45
<b>Total evaluado</b>	<b>203</b>	<b>113</b>	<b>-90</b>

Al comparar los análisis realizados por el Equipo Auditor, se observa que, al considerar todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588, se evaluó aproximadamente 9 km menos por sentido (43% de la longitud total del proyecto) que al considerar únicamente



las singularidades que a criterio del Equipo Auditor pueden ser consideradas como tal (ver Tabla 3). Esta situación perjudicó los análisis estadísticos desarrollados.

También se observa que la cantidad de unidades de medición en las categorías con multa (“5%”, “10%” y “Se repara o sustituye” en la Tabla 3) disminuyen considerablemente, por lo que al considerar todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588 se puede estar obviando una condición inadecuada de la regularidad superficial del proyecto.

Estos resultados fueron comunicados a la Administración mediante la nota LM-EIC-D-0599-2021 (de fecha 27/07/2021). La Administración brindó respuesta mediante el oficio DM-2021-3495 (de fecha 23/08/2021), donde adjunta el oficio 1757-2021 (de fecha 16/08/2021) suscrito por la Unidad Ejecutora del proyecto.

En el oficio 1757-2021, la Unidad Ejecutora señala que comparte el criterio del LanammeUCR que no todas las singularidades expuestas por el Contratista son válidas y que se tendrán en cuenta estas recomendaciones con el fin de ser evaluadas, analizadas e incorporadas en futuros procesos de contratación.

En el oficio 0304-2022 (de fecha 14/02/2022), la Unidad Ejecutora indica que implementará en los próximos procesos de contratación las acciones de mejora identificadas para este proyecto en lo que corresponde a la definición de singularidades y la correcta interpretación del concepto, pues el espíritu de considerar una singularidad obedece a una alteración del perfil longitudinal, que incremente el IRI y no obedezca a fallas constructivas.

**Hallazgo N°1. Tanto los resultados obtenidos por el LanammeUCR como por la Verificación muestran una gran cantidad de unidades de medición de IRI en la categoría con multa según la sección 405.07.02 del Cartel de Licitación del proyecto.**

A continuación, se muestran los resultados de los análisis desarrollados por el Equipo Auditor considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588 de la Administración.

Para estos análisis se consideraron 116 unidades de medición en el sentido Playa Naranjo – Paquera y 113 en el sentido Paquera – Playa Naranjo.

Sentido Playa Naranjo - Paquera

El 29% de los valores individuales de IRI medidos por el LanammeUCR en el sentido Playa Naranjo – Paquera tienen un valor superior al máximo permitido (ver Figura 3). En la Figura 4, se muestra el cumplimiento de la especificación para el valor individual de IRI según los tramos homogéneos del proyecto. Al considerar todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588, no fue posible evaluar ninguna unidad de medición en el tramo homogéneo 2.

En la Figura 5, se muestra el porcentaje de multa determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y la especificación para las medias móviles de IRI del proyecto. Para los tramos 2, 3, 7 y 8 no se pudo realizar la evaluación mediante medias móviles, pues la longitud evaluada del tramo homogéneo es inferior a 1 km. Los tramos 6 y 10 no se pudieron evaluar mediante medias móviles, debido a que, al eliminar



los tramos con singularidades, la longitud del tramo resultante es menor a 1 km de longitud (a pesar de que los tramos homogéneos originales tienen una longitud mayor a 1 km).

En la Figura 6, se muestra el porcentaje de multa determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y la especificación del proyecto (considerando valores individuales y medias móviles) para cada tramo homogéneo. En la Figura 7, se muestra la distribución del porcentaje de multa determinado por el Equipo Auditor para todas las unidades de medición evaluadas en el sentido Playa Naranjo – Paquera.

Figura 3. Valores individuales de IRI medidos por el LanammeUCR en el sentido Playa Naranjo – Paquera, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

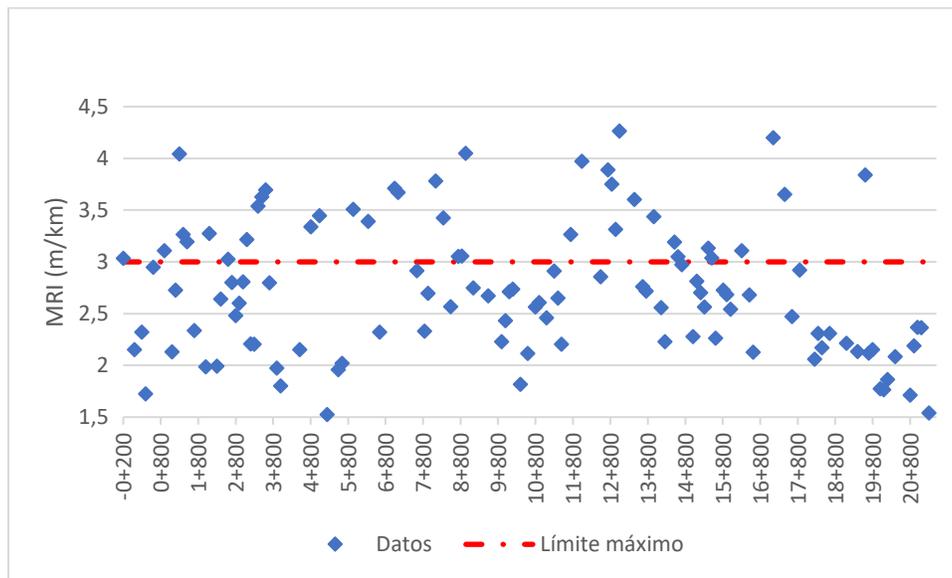


Figura 4. Cumplimiento de la especificación para el valor individual de IRI según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y los tramos homogéneos del proyecto en el sentido Playa Naranjo – Paquera, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

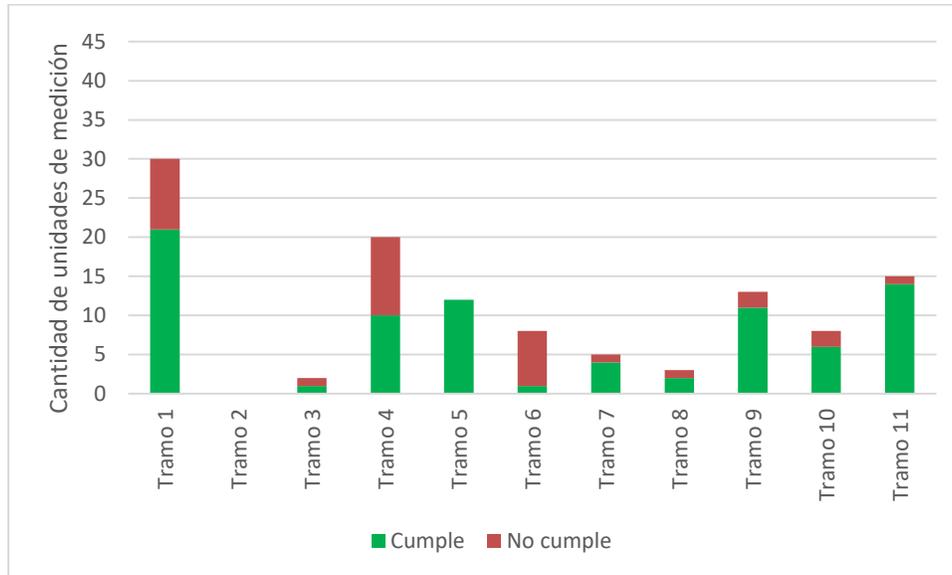


Figura 5. Porcentaje de multa según la especificación para medias móviles, las mediciones realizadas por el LanammeUCR y los tramos homogéneos del proyecto en el sentido Playa Naranjo – Paquera, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

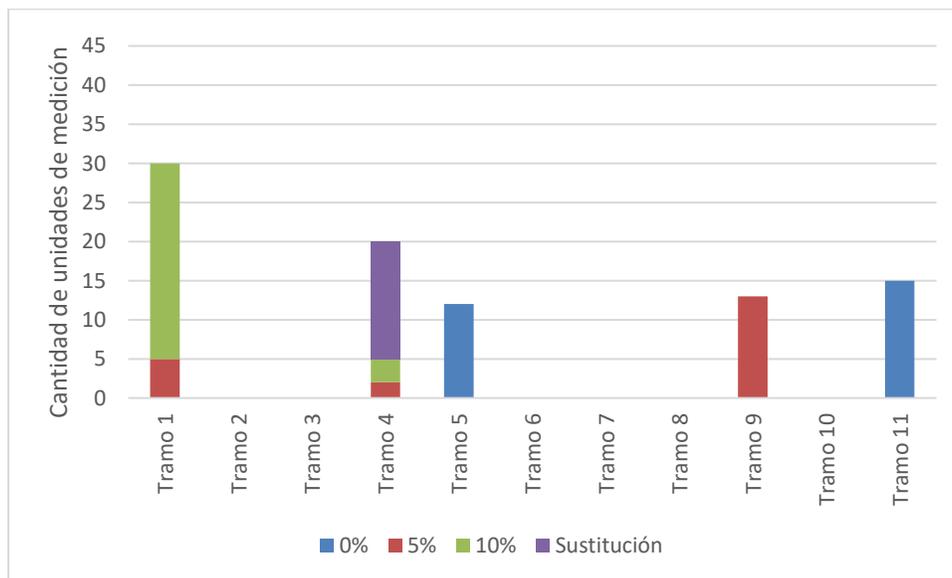


Figura 6. Porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y los tramos homogéneos del proyecto en el sentido Playa Naranjo – Paquera, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

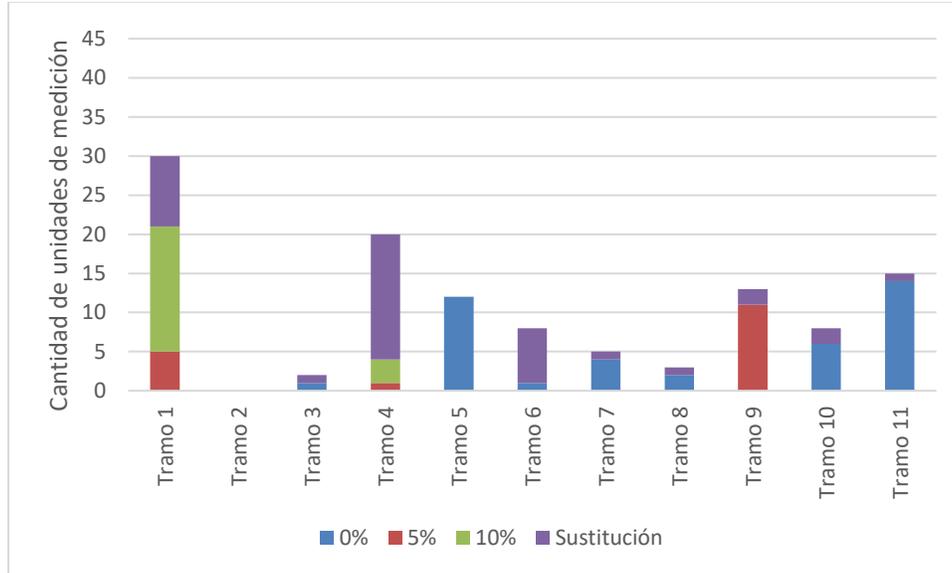
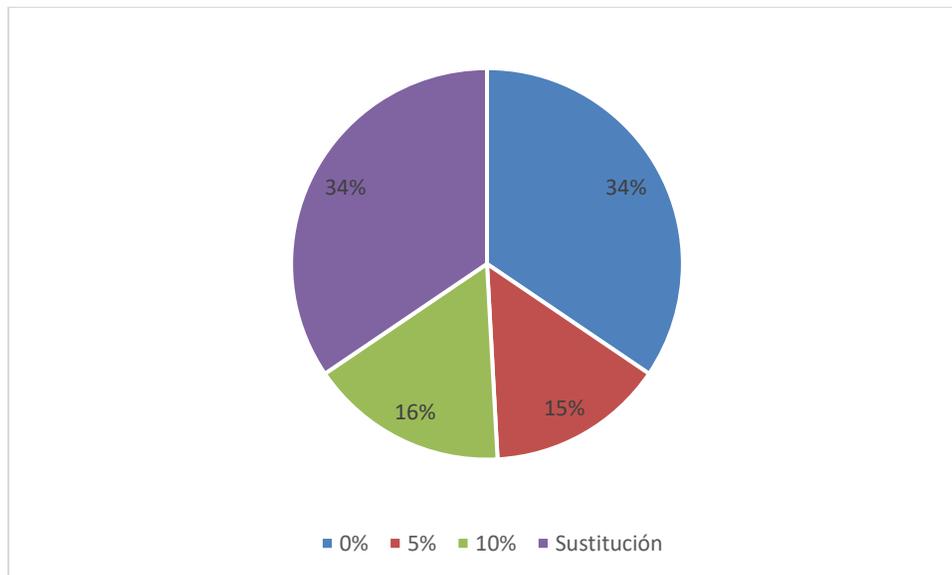


Figura 7. Distribución del porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR en el sentido Playa Naranjo – Paquera, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588



En el Anexo 3, se muestra la distribución espacial del porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR en el sentido Playa Naranjo – Paquera y considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588.



### Sentido Paquera - Playa Naranjo

El 25% de los valores individuales de IRI medidos por el LanammeUCR en el sentido Paquera - Playa Naranjo tienen un valor superior al máximo permitido (ver Figura 8). En la Figura 9, se muestra el cumplimiento de la especificación para el valor individual de IRI según los tramos homogéneos del proyecto. Al considerar todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588, no fue posible evaluar ninguna unidad de medición en el tramo homogéneo 2.

En la Figura 10, se muestra el porcentaje de multa determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y la especificación para las medias móviles de IRI del proyecto. Para los tramos 2, 3, 7 y 8 no se pudo realizar la evaluación mediante medias móviles pues la longitud evaluada del tramo homogéneo es inferior a 1 km. Los tramos 6 y 10 no se pudieron evaluar mediante medias móviles, debido a que, al eliminar los tramos con singularidades, la longitud del tramo resultante es menor a 1 km de longitud (a pesar de que los tramos homogéneos originales tienen una longitud mayor a 1 km).

En la Figura 11, se muestra el porcentaje de multa determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y la especificación del proyecto (considerando valores individuales y medias móviles) para cada tramo homogéneo. En la Figura 12, se muestra la distribución del porcentaje de multa determinado por el Equipo Auditor para todas las unidades de medición evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo.

Figura 8. Valores individuales de IRI medidos por el LanammeUCR en el sentido Paquera - Playa Naranjo, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

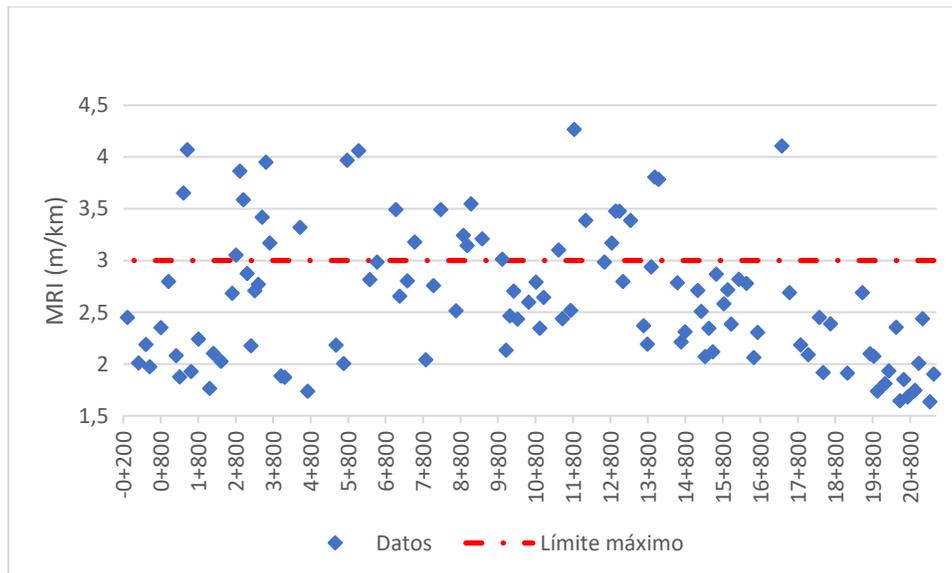


Figura 9. Cumplimiento de la especificación para el valor individual de IRI según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y los tramos homogéneos del proyecto en el sentido Paquera - Playa Naranjo, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

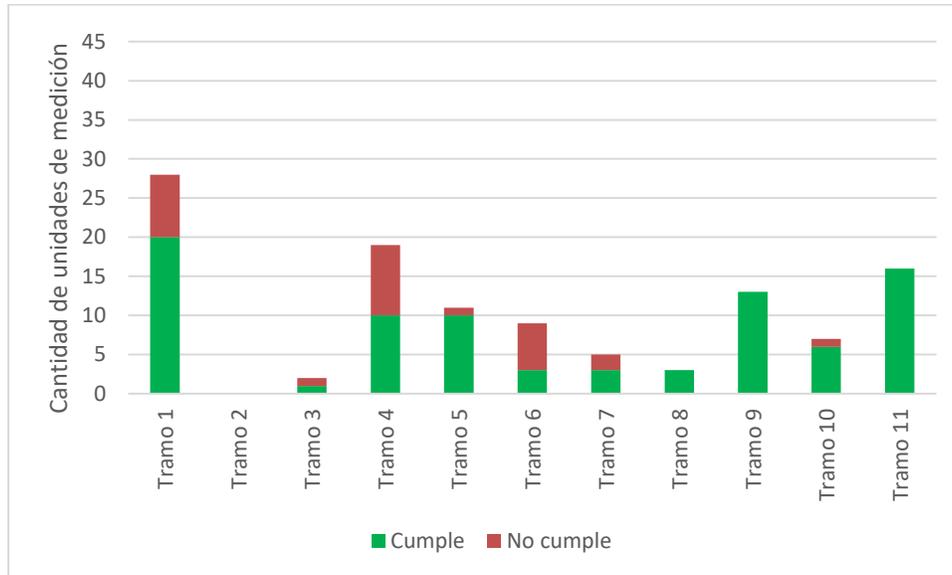


Figura 10. Porcentaje de multa según la especificación para medias móviles, las mediciones realizadas por el LanammeUCR y los tramos homogéneos del proyecto en el sentido Paquera - Playa Naranjo, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

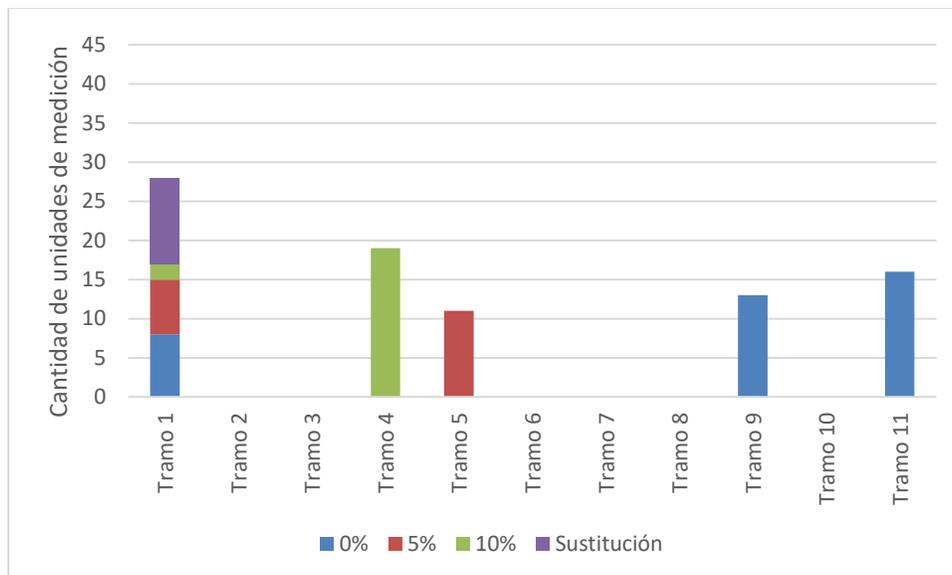


Figura 11. Porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR y los tramos homogéneos del proyecto en el sentido Paquera - Playa Naranjo, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588

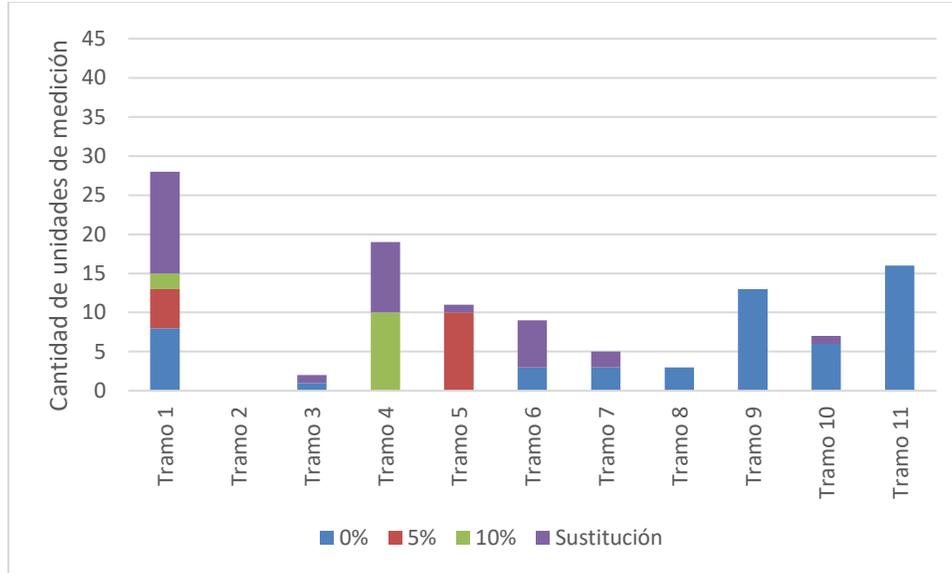
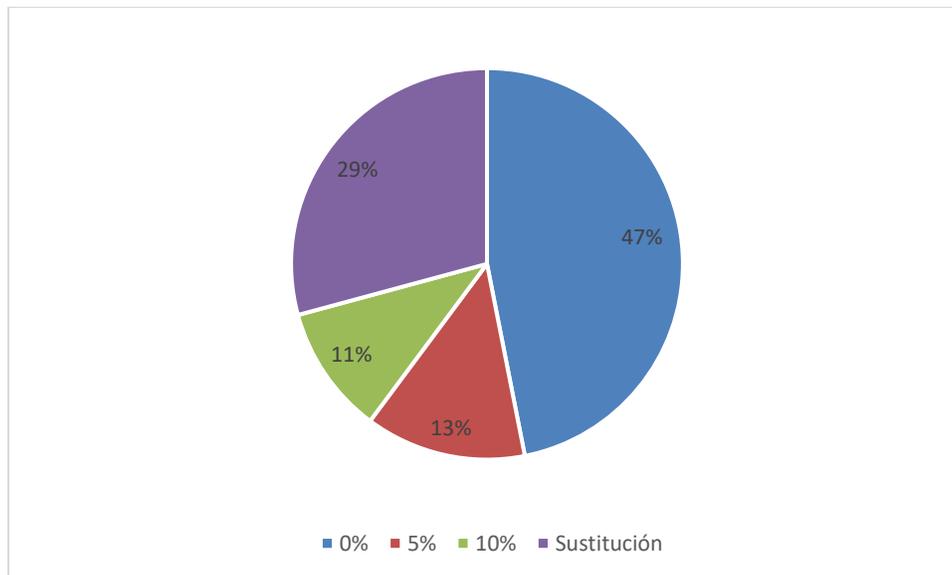


Figura 12. Distribución del porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR en el sentido Paquera - Playa Naranjo, considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588



En el Anexo 4, se muestra la distribución espacial del porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor según las mediciones realizadas por el LanammeUCR en el sentido Paquera - Playa Naranjo y considerando las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588.



En la Tabla 4, se muestra una comparación entre los análisis de IRI realizados por el LanammeUCR y la Verificación del proyecto. Los resultados de la Verificación se resumen según lo indicado en el informe 01-0896-2021 (de fecha 28/04/2021).

Las diferencias con la Verificación se deben a que la cantidad de perfiles longitudinales que se pueden medir son infinitos y siempre van a existir diferencias entre una medición y otra. Al haberse realizado los análisis por media móvil matricial, una pequeña diferencia se puede arrastrar durante 1 km, de ahí que existan diferencias mayores a 10 unidades de medición en algunas categorías. Sin embargo, según los resultados obtenidos por la Verificación del proyecto, el 46% de las unidades de medición evaluadas por la Verificación se encuentran en una categoría con multa y 23% de ellas deben ser reparadas o sustituidas, lo que es indicativo de que efectivamente la regularidad superficial del proyecto no está acorde a lo establecido contractualmente.

La gran cantidad de unidades de medición en las categorías con multa puede estar relacionada con las prácticas inadecuadas que fueron evidenciadas en la construcción de la estructura de pavimento, tal y como fue alertado en el informe LM-INF-EIC-D-0004-2021 (de fecha junio 2021).

Tabla 4. Comparación de los análisis de IRI realizados por la Verificación y el LanammeUCR

<b>Sentido: Playa Naranjo - Paquera</b>		
<b>Multa</b>	<b>Cantidad de unidades de medición</b>	
	<b>Verificación</b>	<b>LanammeUCR Singularidades</b>
0%	55	40
5%	32	17
10%	1	19
Se repara o sustituye	32	40
<b>Total evaluado</b>	<b>120</b>	<b>116</b>
<b>Promedio Valores individuales</b>	<b>2,6</b>	<b>2,7</b>
<b>Sentido: Paquera - Playa Naranjo</b>		
<b>Multa</b>	<b>Cantidad de unidades de medición</b>	
	<b>Verificación</b>	<b>LanammeUCR Singularidades</b>
0%	73	53
5%	14	15
10%	7	12
Se repara o sustituye	22	33
<b>Total evaluado</b>	<b>116</b>	<b>113</b>
<b>Promedio Valores individuales</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>

Estos resultados fueron comunicados a la Administración mediante la nota LM-EIC-D-0599-2021 (de fecha 27/07/2021). La Administración brindó respuesta mediante el oficio DM-2021-3495 (de fecha 23/08/2021), donde adjunta el oficio 1757-2021 (de fecha 16/08/2021) suscrito por la Unidad Ejecutora del proyecto.

En el oficio 1757-2021, la Unidad Ejecutora indica que los resultados obtenidos por la Verificación manifiestan un esquema muy similar a los reportados por el LanammeUCR y



que, con base en los resultados obtenidos en los informes de Verificación y del LanammeUCR, se determina que la regularidad superficial de la carpeta asfáltica (en las áreas identificadas) superan lo indicado en el Cartel de Licitación, por lo que se deben tomar las medidas establecidas en la sección 405.07.02 del pliego cartelario.

Según lo indicado en el oficio 0304-2022 (de fecha 14/02/2022), la Unidad Ejecutora tiene conocimiento de la existencia de las unidades de medición de IRI en la categoría con multa. Además, indica que está pendiente el trámite del certificado de pago provisional N°35 y que se está analizando la aplicación de multas en dicha estimación o en su lugar la aplicación de la garantía de cumplimiento. Además, la Unidad Supervisora ha comunicado al Contratista, mediante los oficios MSD-LGC-2021-403 (de fecha 13/07/2021) y MSD-LGC-2021-453 (de fecha 9/08/2021), que debe presentar una metodología de reparación según los resultados obtenidos en la medición del IRI.

## 9.2 Sobre el análisis de deflexiones

**Observación No. 2. Según los resultados obtenidos del análisis de deflexiones, existe un riesgo potencial de que la capacidad estructural del pavimento se haya reducido por las prácticas constructivas evidenciadas en el proyecto.**

La medición de deflexiones se registró entre los días 9 y 15 de abril de 2021 a cada 50 m de forma alternada (carril derecho y carril izquierdo), con un nivel de carga de 40 kN y una configuración de geófonos como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Configuración de geófonos para la medición del cuenco de deflexiones

No	d <sub>0</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>7</sub>	d <sub>8</sub>
Distancia (mm)	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800

Los análisis realizados se basan en los indicadores de condición estructural de pavimentos que fueron verificados en la pista de ensayos acelerados del LanammeUCR y en la clasificación de condición estructural definida por Horak en 2008. Los indicadores utilizados son los siguientes:

➤ Radio de curvatura (R<sub>0</sub>C)

El radio de curvatura es un indicador que correlaciona la longitud del radio de la superficie deformada producto de la carga de las llantas con el aporte estructural de las capas superiores e intermedias de la estructura de pavimento. La Ecuación 1 presenta la expresión para el cálculo del radio de curvatura:

$$R_0C = \frac{(L)^2}{2d_0 \left(1 - \frac{d_L}{d_0}\right)} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde,

R<sub>0</sub>C = radio de curvatura [m]

L = Distancia desde el centro de aplicación de la carga (200 mm para el FWD)

d<sub>0</sub> = Deflexión medida en el centro de aplicación de la carga [μm]

d<sub>L</sub> = Deflexión medida a la distancia L desde el centro de aplicación de la carga [μm]



➤ Indicador de capas superiores (BLI)

El indicador BLI caracteriza la capacidad estructural de la parte superior de la estructura de pavimento (Horak, 1987). La Ecuación 2 describe el cálculo de este parámetro:

$$BLI = d_0 - d_1 \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde,

BLI = Indicador de capas superiores [ $\mu\text{m}$ ]

$d_0$  = Deflexión medida en el centro de aplicación de la carga [ $\mu\text{m}$ ]

$d_1$  = Deflexión medida a 300 mm desde el centro de aplicación de la carga [ $\mu\text{m}$ ]

➤ Indicador de capas intermedias (MLI)

El indicador MLI caracteriza la rigidez de la parte media o de inflexión de la estructura de pavimento (Horak, 2008). En la Ecuación 3, se presenta la expresión para el cálculo de este parámetro:

$$MLI = d_1 - d_2 \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde,

MLI = Indicador de capas intermedias [ $\mu\text{m}$ ]

$d_1$  = Deflexión medida a 300 mm desde el centro de aplicación de la carga [ $\mu\text{m}$ ]

$d_2$  = Deflexión medida a 600 mm desde el centro de aplicación de la carga [ $\mu\text{m}$ ]

➤ Indicador de capas inferiores (LLI)

El indicador LLI caracteriza la capacidad estructural de la parte inferior de la estructura de pavimento (Horak, 1987). La Ecuación 4 describe el cálculo de este indicador:

$$LLI = d_2 - d_3 \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde,

LLI = Indicador de capas inferiores [ $\mu\text{m}$ ]

$d_2$  = Deflexión medida a la distancia 600 mm desde el centro de aplicación de la carga [ $\mu\text{m}$ ]

$d_3$  = Deflexión medida a la distancia 900 mm desde el centro de aplicación de la carga [ $\mu\text{m}$ ]

➤ Máxima deflexión ( $d_0$ )

La deflexión máxima corresponde a la deflexión medida debajo del centro de aplicación de la carga. Tradicionalmente, este indicador se ha utilizado para el análisis de la totalidad de la estructura de pavimento, debido a que refleja el aporte estructural de todas las capas de la estructura de pavimento.

A pesar de que la deflexión máxima representa la rigidez total del pavimento, este indicador se vuelve ineficiente para la evaluación de la condición estructural de las capas intermedias e inferiores de la estructura de pavimento.

A partir de los indicadores mencionados anteriormente, Horak (2008) propuso una clasificación de la condición estructural para diversos tipos de pavimento. En la Tabla 6, se



muestra la clasificación estructural propuesta por Horak según los indicadores de condición estructural.

Tabla 6. Clasificación de la condición estructural según los indicadores de condición estructural

Tipo de pavimento	Condición estructural	Indicadores de condición estructural				
		$d_0$ ( $\mu\text{m}$ )	$R_0C$ (m)	BLI ( $\mu\text{m}$ )	MLI ( $\mu\text{m}$ )	LLI ( $\mu\text{m}$ )
Base granular	Buena	<500	>100	<200	<100	<50
	Regular	500-750	50-100	200-400	100-200	50-100
	Severa	>750	<50	>400	>200	>100
Base estabilizada con cemento	Buena	<200	>150	<100	<50	<40
	Regular	200-400	80-150	100-300	50-100	40-80
	Severa	>400	<80	>300	>100	>80
Base bituminosa	Buena	<400	>250	<200	<100	<50
	Regular	400-600	100-250	200-400	100-150	50-80
	Severa	>600	<100	>400	>150	>80

Fuente: Horak, 2008

Este análisis no es de carácter contractual, no obstante, tiene como fin identificar si las prácticas constructivas inadecuadas y los incumplimientos en la calidad de los materiales utilizados en la construcción del pavimento, evidenciados en el informe LM-INF-EIC-D-0004-2021, generaron una afección a la capacidad estructural de las capas que componen el pavimento.

#### Sentido Playa Naranjo - Paquera

En la Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16 y Figura 17, se muestra la condición estructural de las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranjo - Paquera según los indicadores  $d_0$ ,  $R_0C$ , BLI, MLI y LLI, respectivamente. Como se puede observar en estas figuras, la condición estructural de las capas de la estructura de pavimento en las secciones del sentido Playa Naranjo - Paquera es de regular a severa.

Los tramos homogéneos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 concentran la mayoría de las secciones evaluadas en la categoría severa según los indicadores  $d_0$  y MLI (ver Tabla 7). La relación existente entre los resultados obtenidos para el indicador  $d_0$  y MLI sugiere que la condición estructural obtenida para estos tramos homogéneos se debe a deterioros en las capas intermedias de la estructura de pavimento.

Los tramos homogéneos 6 y 8 son los que presentan la peor condición estructural, ya que la mayoría de las secciones evaluadas se concentran en la categoría de severa según los indicadores  $d_0$ , BLI, MLI, LLI e incluso concentran la mayoría de las secciones evaluadas según el indicador  $R_0C$  en la categoría regular.

Figura 13. Deflexiones máximas medidas en las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranjo – Paquera

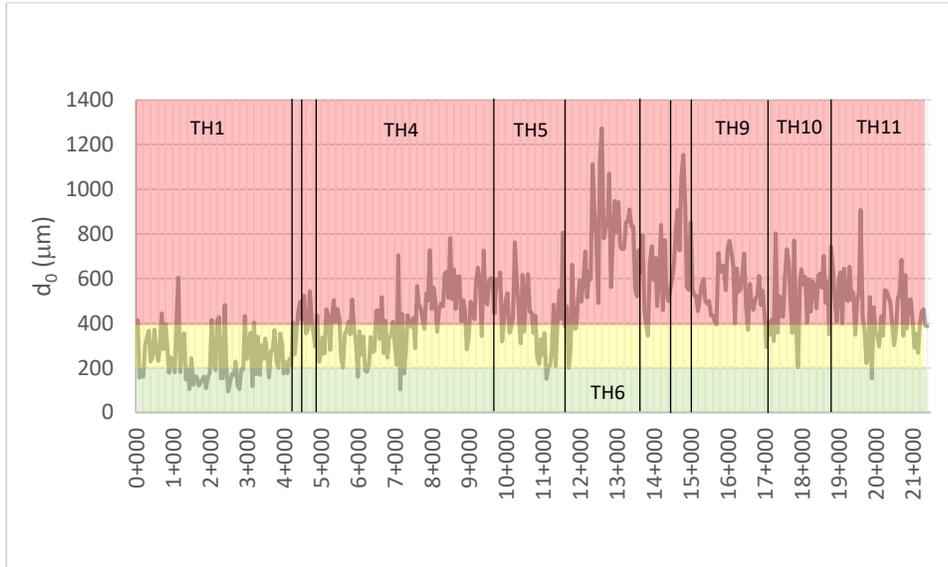


Figura 14. Radio de curvatura de las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranjo – Paquera

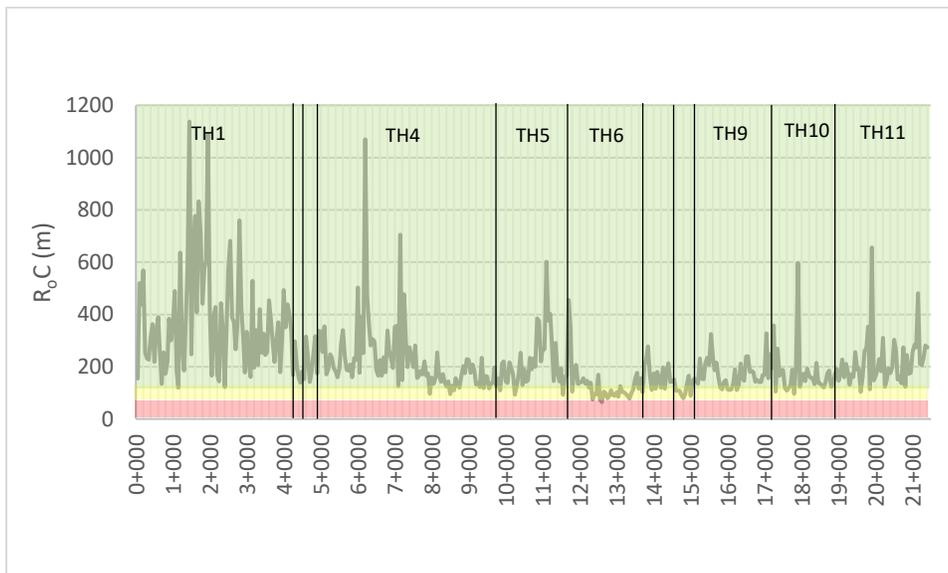


Figura 15. Indicador BLI de las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranjo – Paquera

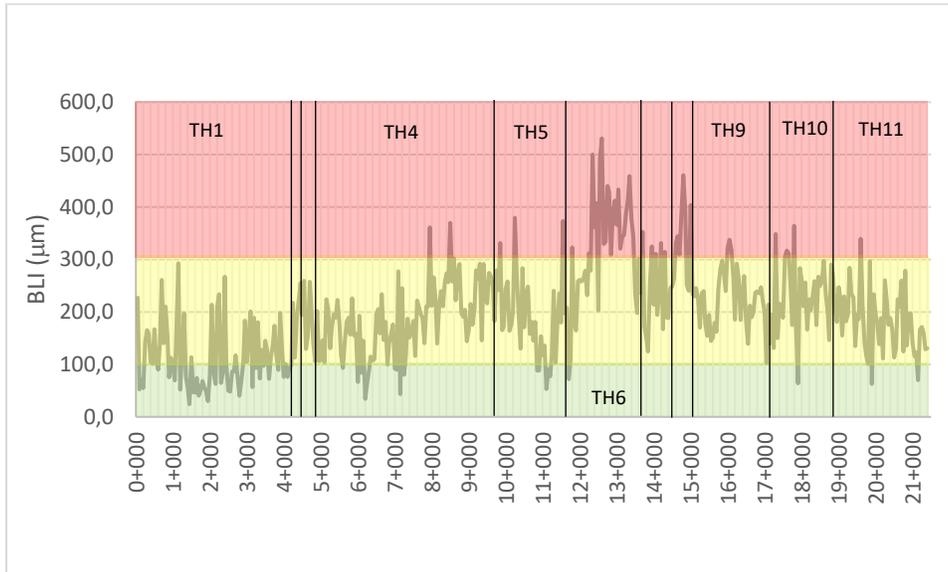


Figura 16. Indicador MLI de las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranjo – Paquera

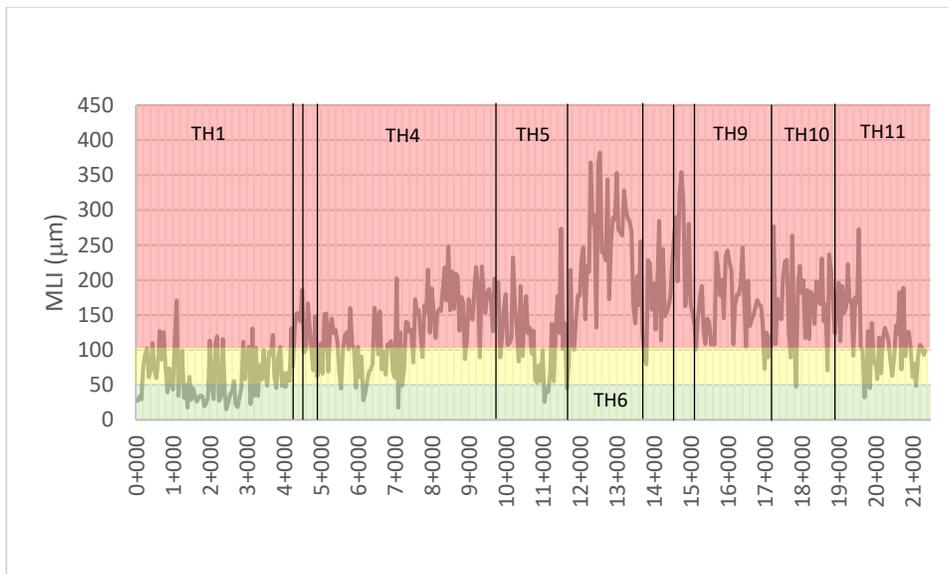


Figura 17. Indicador LLI de las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranjo – Paquera

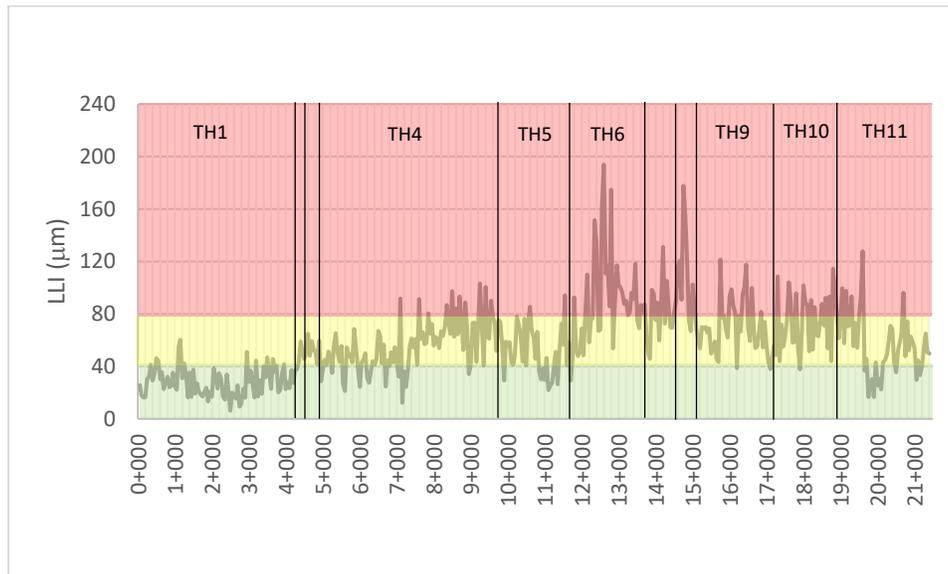




Tabla 7. Distribución de la clasificación de la condición estructural de las secciones evaluadas en el sentido Playa Naranja – Paquera según los tramos homogéneos del proyecto

Clasificación estructural	d <sub>0</sub>	R <sub>0</sub> C	BLI	MLI	LLI
<b>Playa Naranja – Paquera TH1</b>					
Buena	45%	95%	51%	45%	85%
Regular	43%	5%	49%	33%	15%
Severa	12%	0%	0%	21%	0%
<b>Playa Naranja – Paquera TH2</b>					
Buena	0%	80%	0%	0%	40%
Regular	40%	20%	100%	20%	60%
Severa	60%	0%	0%	80%	0%
<b>Playa Naranja – Paquera TH3</b>					
Buena	0%	89%	0%	0%	0%
Regular	44%	11%	100%	33%	100%
Severa	56%	0%	0%	67%	0%
<b>Playa Naranja – Paquera TH4</b>					
Buena	5%	79%	11%	6%	18%
Regular	35%	21%	85%	24%	71%
Severa	59%	0%	3%	70%	11%
<b>Playa Naranja – Paquera TH5</b>					
Buena	3%	69%	13%	8%	26%
Regular	44%	31%	79%	28%	69%
Severa	54%	0%	8%	64%	5%
<b>Playa Naranja – Paquera TH6</b>					
Buena	0%	23%	3%	3%	3%
Regular	10%	65%	35%	3%	38%
Severa	90%	13%	63%	95%	60%
<b>Playa Naranja – Paquera TH7</b>					
Buena	0%	63%	0%	0%	0%
Regular	13%	38%	69%	13%	50%
Severa	88%	0%	31%	88%	50%
<b>Playa Naranja – Paquera TH8</b>					
Buena	0%	20%	0%	0%	0%
Regular	0%	70%	40%	0%	20%
Severa	100%	10%	60%	100%	80%
<b>Playa Naranja – Paquera TH9</b>					
Buena	0%	56%	0%	0%	5%
Regular	9%	44%	91%	2%	67%
Severa	91%	0%	9%	98%	28%
<b>Playa Naranja – Paquera TH10</b>					
Buena	0%	51%	3%	3%	3%
Regular	20%	49%	83%	9%	57%
Severa	80%	0%	14%	89%	40%
<b>Playa Naranja – Paquera TH11</b>					
Buena	2%	82%	4%	6%	24%
Regular	37%	18%	94%	33%	63%
Severa	61%	0%	2%	61%	14%

### Sentido Paquera – Playa Naranja

En la Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21 y Figura 22, se muestra la condición estructural de las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranja según los indicadores d<sub>0</sub>, R<sub>0</sub>C, BLI, MLI y LLI, respectivamente. Como se puede observar en estas



figuras, la condición estructural de las capas de la estructura de pavimento en las secciones del sentido Paquera - Playa Naranjo es de regular a severa.

Los tramos homogéneos 5, 6, 7, 8, 9 y 10 concentran la mayoría de las secciones evaluadas en la categoría severa según los indicadores  $d_0$  y MLI (ver Tabla 8). La relación existente entre los resultados obtenidos para el indicador  $d_0$  y MLI sugiere que la condición estructural obtenida para estos tramos homogéneos se debe a deterioros en las capas intermedias de la estructura de pavimento.

Los tramos homogéneos 5, 6 y 7 concentran una gran cantidad de secciones evaluadas en la categoría regular según el indicador  $R_0C$ .

Figura 18. Deflexiones máximas medidas en las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo

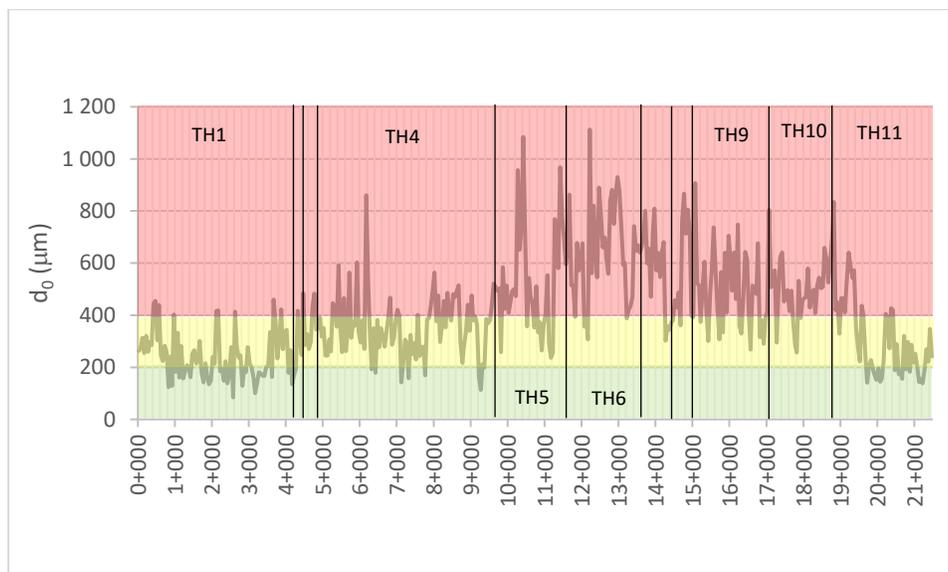


Figura 19. Radio de curvatura de las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo

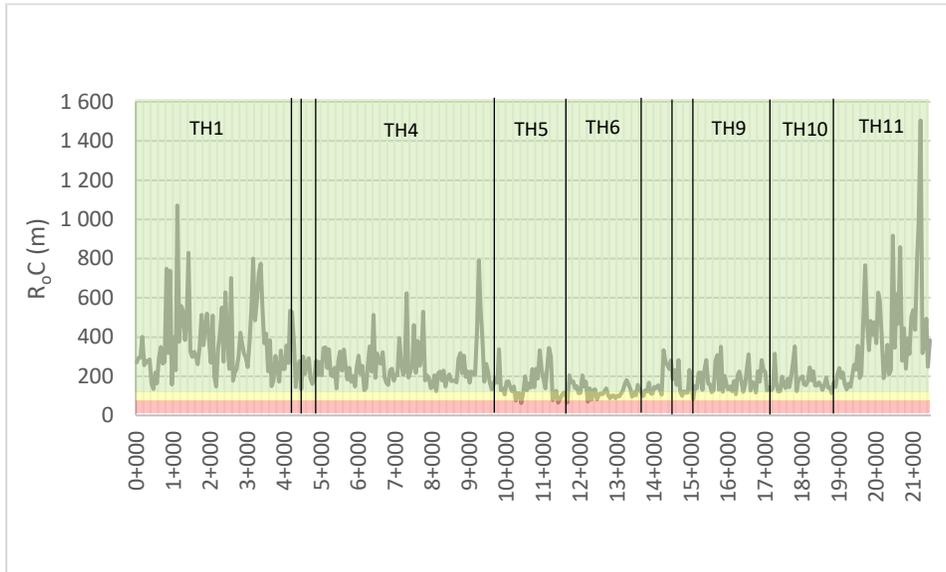


Figura 20. Indicador BLI de las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo

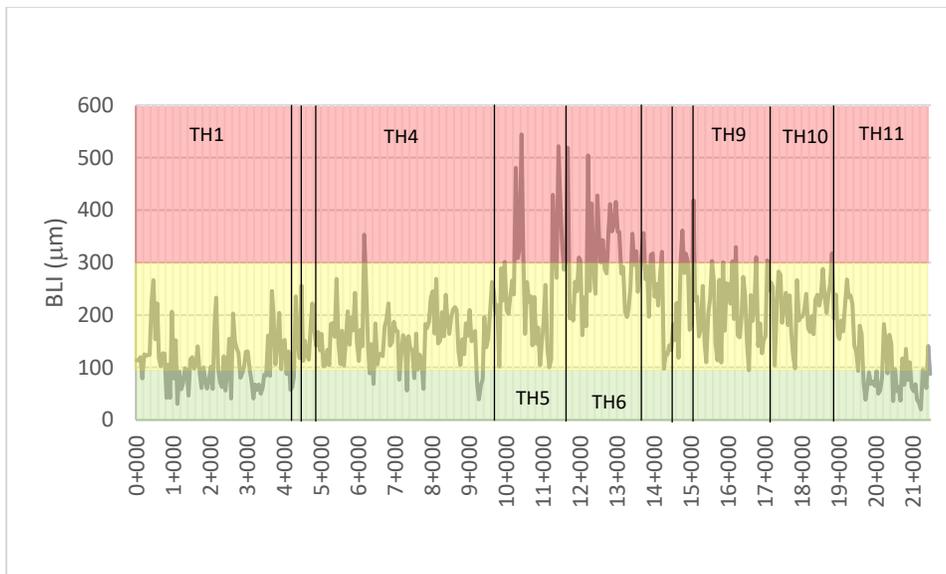


Figura 21. Indicador MLI de las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo

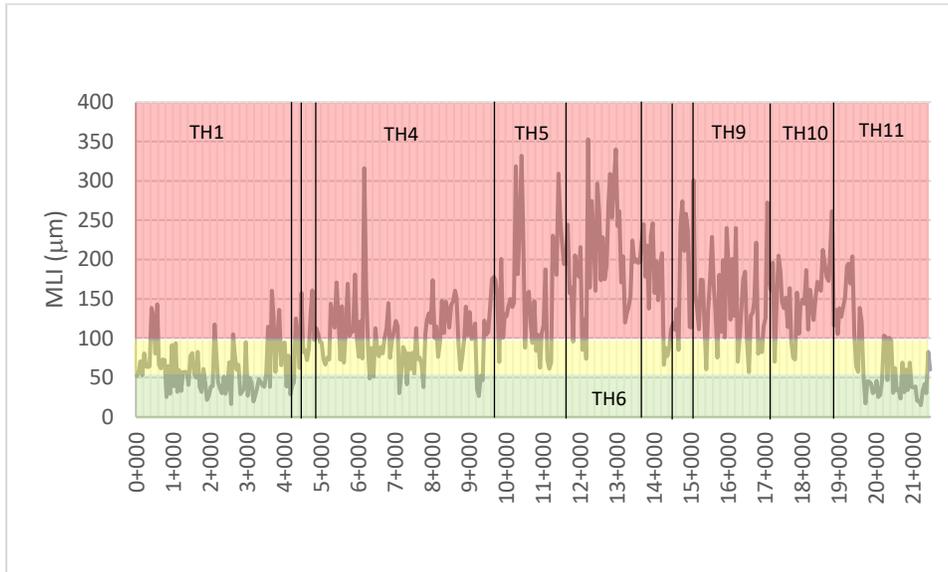


Figura 22. Indicador LLI de las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo

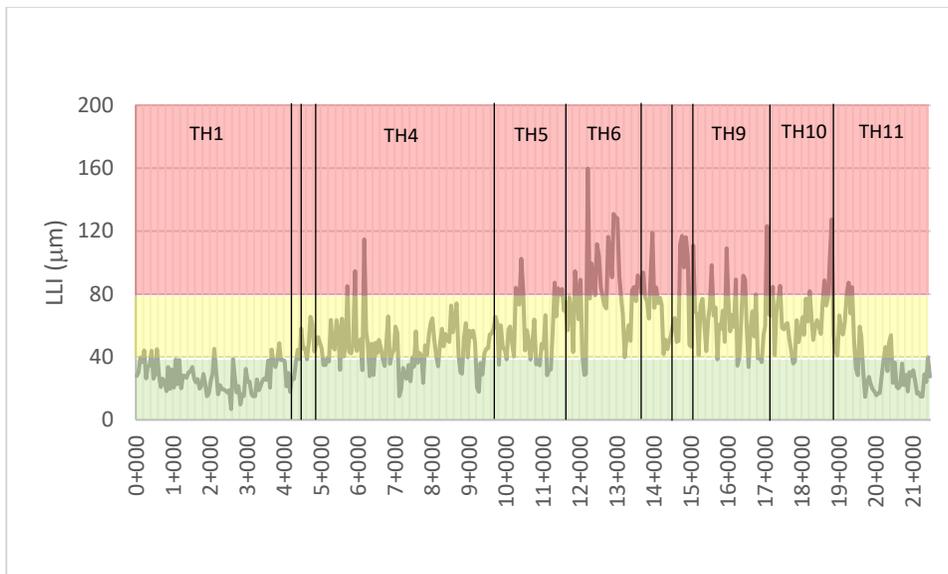




Tabla 8. Distribución de la clasificación de la condición estructural de las secciones evaluadas en el sentido Paquera - Playa Naranjo según los tramos homogéneos del proyecto

Clasificación estructural	d <sub>0</sub>	R <sub>0</sub> C	BLI	MLI	LLI
<b>Paquera - Playa Naranjo TH11</b>					
Buena	32%	94%	57%	49%	68%
Regular	40%	6%	43%	19%	28%
Severa	28%	0%	0%	32%	4%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH10</b>					
Buena	0%	68%	3%	0%	6%
Regular	15%	32%	94%	12%	76%
Severa	85%	0%	3%	88%	18%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH9</b>					
Buena	0%	61%	2%	0%	16%
Regular	30%	39%	82%	18%	68%
Severa	70%	0%	16%	82%	16%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH8</b>					
Buena	0%	50%	0%	0%	0%
Regular	20%	50%	70%	10%	50%
Severa	80%	0%	30%	90%	50%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH7</b>					
Buena	0%	38%	6%	0%	0%
Regular	25%	63%	63%	25%	69%
Severa	75%	0%	31%	75%	31%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH6</b>					
Buena	0%	23%	0%	0%	8%
Regular	13%	73%	58%	8%	43%
Severa	88%	5%	43%	93%	50%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH5</b>					
Buena	0%	39%	0%	0%	24%
Regular	26%	50%	68%	21%	61%
Severa	74%	11%	32%	79%	16%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH4</b>					
Buena	8%	91%	11%	7%	31%
Regular	63%	9%	88%	40%	66%
Severa	29%	0%	1%	53%	3%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH3</b>					
Buena	0%	90%	0%	0%	10%
Regular	70%	10%	100%	50%	90%
Severa	30%	0%	0%	50%	0%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH2</b>					
Buena	40%	80%	40%	40%	80%
Regular	40%	20%	60%	20%	20%
Severa	20%	0%	0%	40%	0%
<b>Paquera - Playa Naranjo TH1</b>					
Buena	38%	96%	48%	43%	93%
Regular	51%	4%	52%	45%	7%
Severa	11%	0%	0%	12%	0%

La condición estructural severa evidenciada en las capas intermedias de la estructura de pavimento puede estar asociada a los deterioros evidenciados durante el proceso constructivo y señalados mediante las notas LM-IC-D-0997-19 (deterioros en la subbase), LM-IC-D-0787-2020 (deterioros en la base estabilizada), LM-IC-D-0996-2020 (deterioros en la base estabilizada) y LM-IC-D-0087-2021 (deterioros en la base estabilizada) y a una



calidad inadecuada de los materiales utilizados, tal y como se señaló en la nota LM-EIC-D-0143-2021 (de fecha 19/02/2021).

Según el criterio del Equipo Auditor, para un proyecto de obra nueva, dada la inversión realizada y la probabilidad de que se generen deterioros prematuros debido a una capacidad estructural insuficiente, una condición estructural severa no es aceptable.

### 9.3 Sobre el agarre superficial

#### Observación No. 3. Existe un riesgo potencial alto de accidentabilidad debido a que en algunos tramos de la vía se identificaron valores de agarre superficial bajos.

El 12 de mayo de 2021, el LanammeUCR realizó mediciones del agarre superficial mediante el equipo Griptester. Las mediciones se realizaron cada 5 m, en ambos sentidos de la vía y en los dos carriles de ésta. El ensayo se realizó sin la presencia de lluvia ni otras condiciones adversas para la medición.

Los resultados fueron categorizados según la clasificación establecida en el informe de evaluación de la red vial nacional que publica el LanammeUCR bianualmente (ver Figura 23) y comparados contra el nivel de alerta señalado en la norma de ensayo BS: 7941-2 - norma de ensayo para medir la resistencia al deslizamiento de una superficie haciendo uso de un dispositivo Griptester – para una calzada doble (Grip Number = 0,48).

Figura 23. Clasificación de la condición de la superficie según el valor de Grip Number

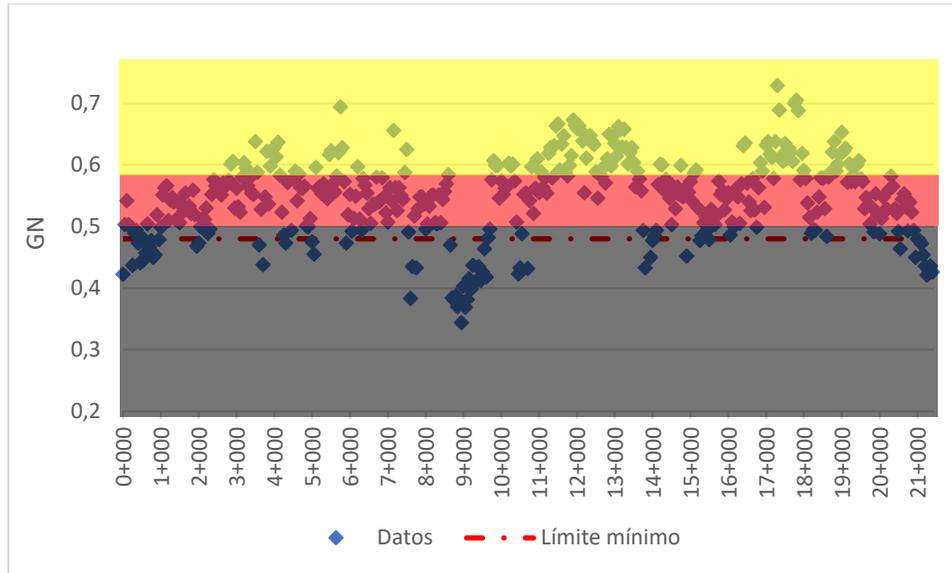
GN	Condición	Nivel			Tipo de Pavimento característico
		Deslizamiento	Probabilidad de accidentes	Riesgo medio de accidentabilidad <sup>*</sup>	
< 0,50	Malo	Muy deslizante	Muy alta probabilidad	mayor a 20	Pavimento flexible compuesto de agregado pulimentable ej.: calizo
0,50 – 0,60	Regular	Deslizante	Alta probabilidad	16 a 20	Pavimento flexible con alto grado de exudación y pérdida de textura
0,60 – 0,78	Bueno	Poco deslizante	Moderada probabilidad	10 a 16	Pavimento rígido y flexible con buena textura
> 0,78	Muy Bueno	No deslizante	Poca probabilidad	menor a 10	Pavimento nuevo o sobrecapas

\* Número de accidentes por cada millón de vehículos / kilómetro, en función del coeficiente de fricción, obtenidos en Gran Bretaña, según memorias del 5to Simposio de Características Superficiales de Pavimentos, Toronto, Canadá, 2004. Tabla modificada LanammeUCR 2017.

#### Sentido Playa Naranjo - Paquera

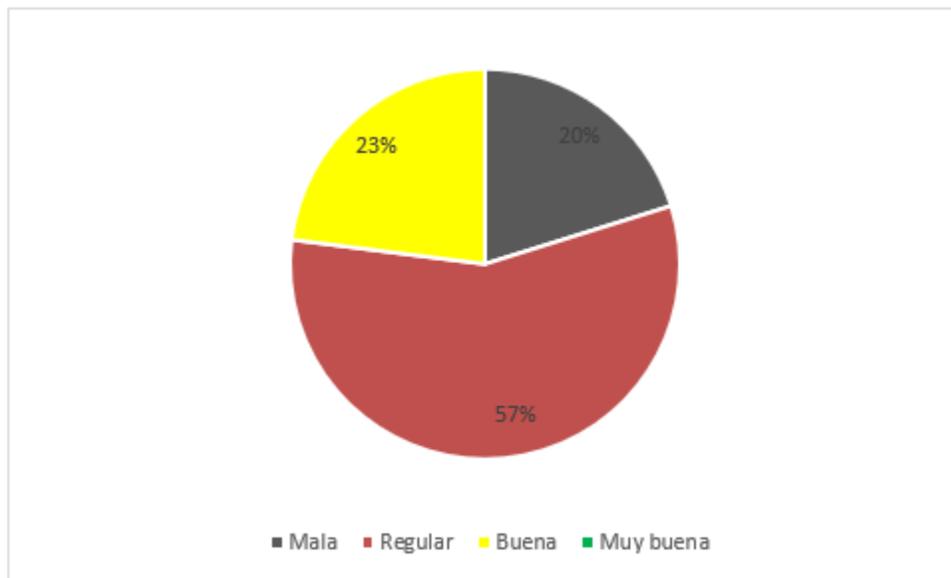
La Figura 24 muestra los resultados obtenidos cada 50 m para el parámetro Grip Number (GN) en sentido Playa Naranjo - Paquera. En línea punteada color rojo se señala el valor mínimo recomendado por la norma de ensayo BS: 7941-2 (GN = 0,48). En recuadros de colores se indican la clasificación establecida en la Figura 23.

Figura 24. Resultados del agarre superficial medidos en el sentido Playa Naranjo - Paquera



El 13% de los tramos de 50 m evaluados tienen un valor de Grip Number menor al nivel de alerta indicado en la norma de ensayo (ver Figura 2). El 20% de los tramos evaluados tienen una condición de agarre superficial mala, 57% una condición regular y el 23% una condición buena (ver Figura 25).

Figura 25. Distribución de la condición de agarre superficial de los tramos evaluados en sentido Playa Naranjo - Paquera



Sentido Paquera - Playa Naranjo

La Figura 26 muestra los resultados obtenidos en sentido Paquera - Playa Naranjo. El 9% de los tramos evaluados tienen un valor de Grip Number menor al nivel de alerta indicado

en la norma de ensayo. El 16% de los tramos evaluados tienen una condición de agarre superficial mala, 46% una condición regular y el 38% una condición buena (ver Figura 27).

Figura 26. Resultados del agarre superficial medidos en el sentido Paquera - Playa Naranjo

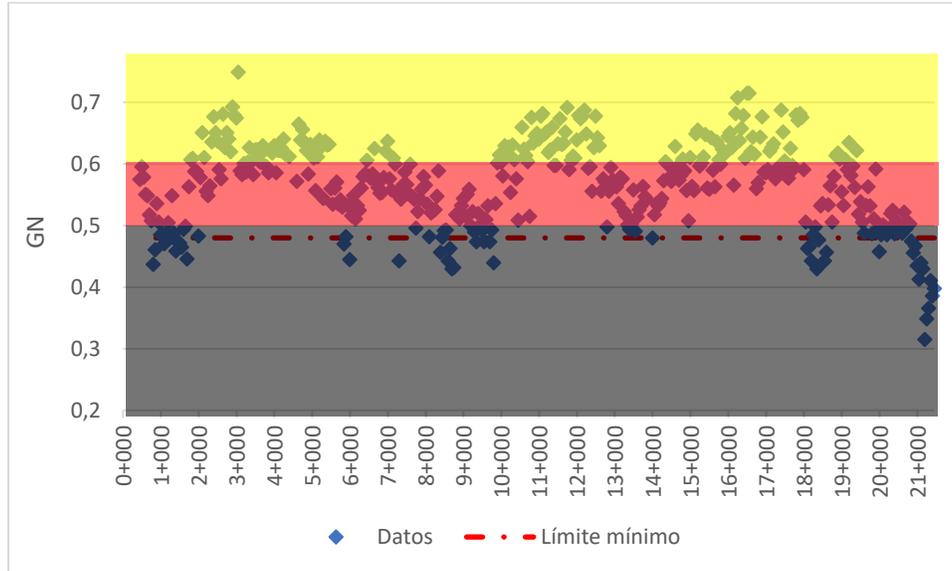
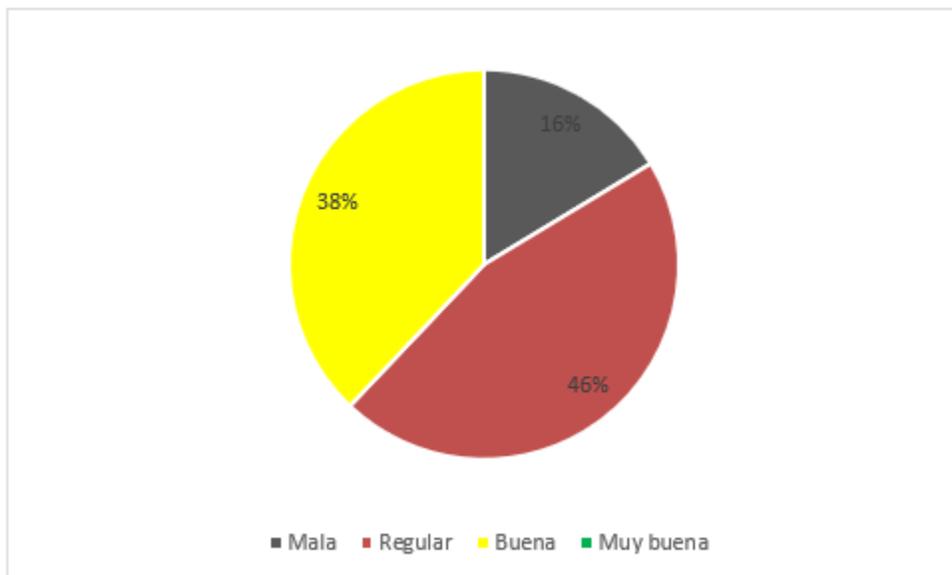


Figura 27. Distribución de la condición de agarre superficial de los tramos evaluados en sentido Paquera - Playa Naranjo



En el Anexo 5 y Anexo 6, se muestra la distribución espacial de la condición del parámetro de fricción superficial según las mediciones realizadas por el LanammeUCR. Se debe prestar especial atención en los tramos con una condición de agarre superficial mala en las proximidades de curvas, pues son condiciones adversas para la seguridad vial de los usuarios de la vía.



Los tramos con una condición de agarre superficial mala o regular se caracterizan por tener una superficie deslizante y una alta probabilidad de accidentes. Dado lo anterior, es criterio del Equipo Auditor que una condición de agarre superficial regular o mala no es una condición aceptable para un proyecto de obra nueva. Si bien el parámetro de agarre superficial no es de cumplimiento cartelario, se le debe prestar atención y monitoreo durante la vida útil del proyecto, especialmente por la geometría y sinuosidad de la ruta, de manera que se garantice una superficie segura para el usuario desde el punto de vista de seguridad vial.

Vale la pena mencionar que, durante algunas de las visitas realizadas por el Equipo Auditor, se identificaron tramos con exudación y con agregado calizo expuesto (ver Figura 28 y Figura 29). Este tipo de condiciones disminuyen el agarre superficial de los tramos, por lo cual son condiciones que no se deben presentar en un proyecto, en especial de obra nueva. Los tramos en estas condiciones coinciden con tramos con valores de GN bajos.

Figura 28. Superficie de ruedo con agregado calizo expuesto. Fecha de la fotografía: 12/05/2021



Figura 29. Exudación de la mezcla asfáltica colocada en los estacionamientos: (a) 5+800 (b) 9+900



Este análisis no es de carácter contractual, no obstante, el Equipo Auditor consideró importante alertar a la Administración sobre los posibles riesgos de accidentabilidad que existen en el proyecto.

Además, se desea destacar lo establecido en la sección 405.10 del Cartel de Licitación:

“Cuando un proyecto presente defectos (segregación, deformación, **desprendimiento**, **exudación**, deslizamiento de la capa, **textura**, marcas de rodillo, grietas y **partículas de agregado no recubiertas**, entre otras) que sean identificados por la Administración y que sean atribuibles a cualquiera de las actividades de los contratistas, este deberá presentar un análisis detallado de las condiciones, sus posibles causas, sus consecuencias asociadas y las opciones de acciones a tomar para corregir los desperfectos junto con un programa de trabajo. Dicho análisis deberá provenir del consultor de calidad contratado por el Contratista.

La Administración recibirá, analizará y determinará la validez del informe y seleccionará la acción correctiva que justifique técnicamente la intervención. Todas las acciones correctivas que se ejecuten deben ser igualmente supervisadas y verificadas bajo ensayos que apliquen. **El costo lo debe asumir el Contratista.**



No se podrá aprobar el pago de las obras si no se realizan las medidas correctivas y si la ejecución de éstas no cuentan con la aprobación de la Administración” (lo destacado no es del texto original).

Por tanto, a pesar de que las mediciones realizadas no son de carácter contractual, en el proyecto se han presentado defectos, como los mostrados en la Figura 28 y Figura 29, que perjudican la resistencia al deslizamiento y que deben ser reparados a cuenta y costo del Contratista según lo establecido en la sección 405.10.

Estos resultados fueron comunicados a la Administración mediante la nota LM-EIC-D-0452-2021 (de fecha 01/06/2021). La Administración brindó respuesta mediante el oficio DM-2021-3332 (de fecha 09/06/2021), donde indica que el proyecto se encuentra en la etapa de corrección de defectos, durante la cual se estarán analizando aquellos sectores donde se han identificado las deficiencias de GRIP, para determinar las medidas correctivas que deban ser implementadas por parte del Contratista.

## 10. CONCLUSIONES

A partir de los resultados evidenciados durante la ejecución de la auditoría, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

### Sobre la regularidad superficial:

- A criterio del Equipo Auditor, las alcantarillas y los tramos homogéneos no deben ser considerados como una singularidad, pues no afectaron el adecuado proceso constructivo de la estructura de pavimento y no impidieron obtener valores adecuados de IRI.
- Al considerar todas las singularidades indicadas por la Administración, se evaluó aproximadamente 9 km menos por sentido (43% de la longitud total del proyecto) que al considerar únicamente las singularidades que a criterio del Equipo Auditor pueden ser consideradas como tal. Adicionalmente, la cantidad de unidades de medición en las categorías con multa disminuyen cuantiosamente, por lo que al considerar todas las singularidades indicadas por la Administración se puede estar obviando una condición inadecuada de la regularidad superficial del proyecto.
- Al considerar todas las singularidades indicadas por la Administración, el 29% de las unidades de medición en el sentido Playa Naranjo – Paquera y el 25% en el sentido Paquera – Playa Naranjo tienen un valor individual de IRI mayor al máximo permitido. El 66% de las unidades de medición en el sentido Playa Naranjo – Paquera y el 53% en el sentido Paquera – Playa Naranjo se ubican en una categoría con multa. El 34% de las unidades de medición en el sentido Playa Naranjo – Paquera y el 29% en el sentido Paquera – Playa Naranjo deben ser reparadas o sustituidas.
- Tanto los resultados obtenidos por la Verificación como por el LanammeUCR muestran una gran cantidad de unidades de medición en las categorías con multa, lo que es indicativo de que la regularidad superficial del proyecto no está acorde a lo establecido contractualmente.



- La gran cantidad de unidades de medición en las categorías con multa puede estar relacionado con las prácticas inadecuadas que fueron evidenciadas en la construcción de la estructura de pavimento.

#### **Sobre el análisis de deflexiones:**

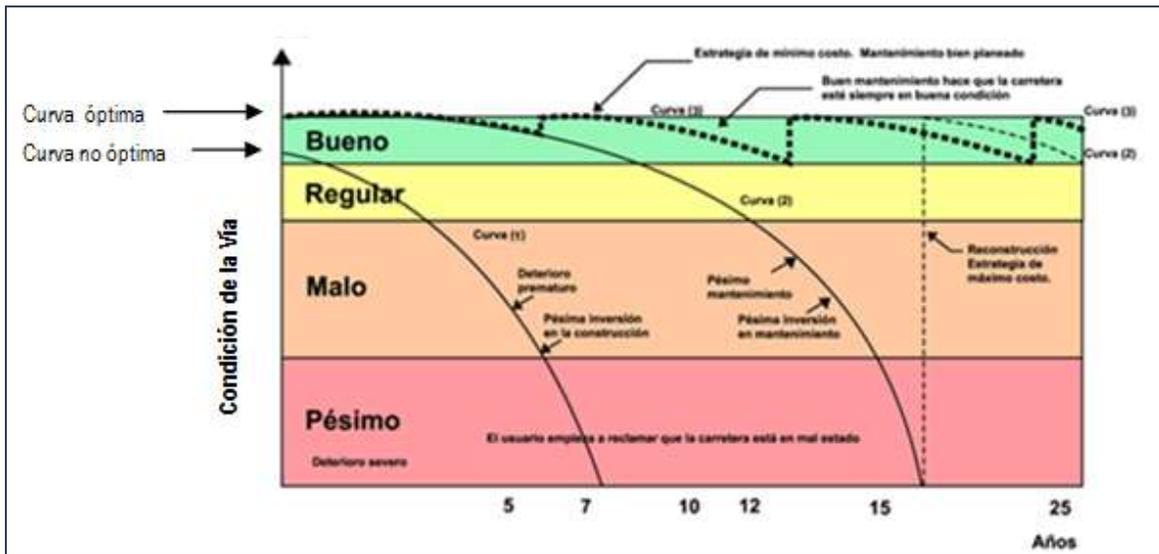
- La condición estructural de las secciones evaluadas en ambos carriles es de regular a severa.
- Los tramos homogéneos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 en el sentido Playa Naranjo – Paquera y los tramos homogéneos 5, 6, 7, 8, 9 y 10 en el sentido Paquera – Playa Naranjo concentran la mayoría de las secciones evaluadas en la categoría severa según los indicadores  $d_0$  y MLI.
- La condición estructural severa evidenciada en las capas intermedias de la estructura de pavimento puede estar asociada a los deterioros evidenciados durante el proceso constructivo y a una calidad inadecuada de los materiales empleados.
- Según el criterio del Equipo Auditor, para un proyecto de obra nueva, dada la inversión realizada y la probabilidad de que se generen deterioros prematuros debido a una capacidad estructural insuficiente, una condición estructural severa no es aceptable.

#### **Sobre el agarre superficial:**

- En el sentido Playa Naranjo – Paquera, el 13% de los tramos de 50 m evaluados tienen un valor de Grip Number menor al nivel de alerta indicado en la norma de ensayo. El 20% de los tramos evaluados tienen una condición de agarre superficial mala, 57% una condición regular y el 23% una condición buena.
- En el sentido Paquera – Playa Naranjo, el 9% de los tramos evaluados tienen un valor de Grip Number menor al nivel de alerta indicado en la norma de ensayo. El 16% de los tramos evaluados tienen una condición de agarre superficial mala, 46% una condición regular y el 38% una condición buena.
- Se debe prestar especial atención en los tramos con una condición de agarre superficial mala en las proximidades de curvas, pues son condiciones adversas para la seguridad vial de los usuarios de la vía.
- Durante algunas de las visitas realizadas por el Equipo Auditor, se identificaron tramos con exudación y con agregado calizo expuesto, las cuales son condiciones que disminuyen el agarre superficial de los tramos y no deberían presentarse en un proyecto de obra nueva.
- Es criterio del Equipo Auditor que una condición de agarre superficial regular o mala no es una condición aceptable para un proyecto de obra nueva.

Finalmente, es importante indicar que la curva de deterioro de un proyecto nuevo decae más rápidamente cuando posee condiciones iniciales no óptimas que afecten su desempeño (curva 1 en la Figura 30), en comparación con la curva de un proyecto que inicia su vida útil con una condición óptima donde se cumple a cabalidad con un proceso constructivo con los elementos necesarios de una carretera para lograr un buen desempeño de acuerdo al diseño propuesto (curva 2 en la Figura 30).

Figura 30. Curva típica de deterioro



Se debe tomar en cuenta que, si la estructura final del pavimento de un proyecto nuevo es aceptada en una condición no óptima, existe un riesgo potencial mayor sobre la posibilidad de requerirse obras de mantenimiento anticipadas y más frecuentes para mantener una condición funcional y estructural adecuada.

El garantizar una condición inicial óptima en un proyecto nuevo promueve que se deban invertir menos recursos para mantener el buen estado de la vía en el tiempo (mantenimiento preventivo) y contribuye a que la vía alcance la vida útil para la que fue diseñada. En caso contrario, a corto plazo se deberán invertir muchos recursos para atender los deterioros que posiblemente se mostrarán con mayor frecuencia en el tiempo (mantenimiento correctivo), afectando de forma progresiva la estructura interna del pavimento y, en consecuencia, poniendo en riesgo los recursos invertidos en la construcción de esta obra nueva.

## 11.RECOMENDACIONES

A continuación, se listan las recomendaciones del informe para que sean consideradas por la Administración, con el propósito de que puedan definirse e implementarse acciones integrales a futuros proyectos de infraestructura vial.

- Definir singularidades tipificadas al inicio del proyecto con base en los planos constructivos.
- Instar a la Supervisión del proyecto a llevar un registro de inspección del proceso constructivo que sirva de respaldo técnico para validar o no las eventuales singularidades presentadas por el Contratista.
- Analizar los valores individuales de IRI de forma espacial para identificar tramos con deficiencias constructivas que incidan en los resultados del perfil longitudinal.
- Aplicar las multas establecidas en la Tabla 405-1 por incumplimiento del IRI, según corresponda.



- Evitar las prácticas constructivas inadecuadas que fueron evidenciadas en la ejecución del proyecto, de manera que no se genere un deterioro prematuro en las capas del pavimento ni se reduzca la capacidad estructural de éste
- Monitorear el desempeño de la estructura de pavimento y la posible aparición de deterioros prematuros.
- Identificar los tramos con exudación y atenderlos de manera oportuna, con el fin de garantizar una superficie segura para el tránsito del usuario a lo largo del proyecto.
- Para futuros proyectos, se recomienda realizar una revisión de la especificación de IRI, de manera que no se consideren como singularidades eventos que no generaron una alteración del perfil longitudinal (como fue el caso de las alcantarillas y los tramos homogéneos en este proyecto).



## 12. REFERENCIAS

- AASHTO. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- BSI standards. (2000). *BS-7941-2 Methods for measuring the skid resistance of pavement surfaces. Test method for measurement of surface skid resistance using the GripTester braked wheel fixed slip device*.
- FHWA. (2000). *FHWA-RD-98-085 Temperature predictions and adjustments factors for asphalt pavements*. McLean, VA.: Federal Highway Administration.
- Horak, E. (1987). *Aspects of deflection basin parameters used in a mechanistic rehabilitation design procedure for flexible pavements in South Africa (Doctoral dissertation)*. University of Pretoria.
- Horak, E. (2008). *Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection*. Journal of the South African Institution of Civil Engineering, 50(2), 2-9.
- LanammeUCR. (2008). *Proyecto N° UI-PE-03-08: Variaciones a los rangos para la clasificación estructural de la Red Vial Nacional de Costa Rica*. San José: Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR. (2018). *LM-PI-UMP-083-R1 Parámetros de análisis estructural de pavimentos en Costa Rica*. San José: Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR. (2019). *Informe de evaluación de la red vial pavimentada de Costa Rica 2018-2019*. San José: Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR. (2020). *LM-AT-97-2019 Evaluación de los estudios preliminares, la calidad del concreto y los procesos constructivos del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, Sección: Playa Naranjo - Paquera*. San José: Universidad de Costa Rica.
- LanammeUCR. (2021). *LM-INF-EIC-D-0004-2021 Seguimiento a la evaluación de la calidad de los materiales y de*. San José: Universidad de Costa Rica.
- MOPT. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010*. San José.
- South Africa Committee of Transport Officials. (2009). *Guidelines for Network Level Measurement of Pavement Deflection*.
- Talvik, O. &. (2009). *Use of FWD deflection basin parameters (SCI, BDI, BCI) for pavement condition assessment*. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 4(4), 196-196.



<b>EQUIPO AUDITOR</b>		
<p><b>Preparado por:</b> <b>Ing. Mauricio Picado Muñoz</b> <b>Auditor Técnico</b></p>	<p><b>Revisado por:</b> <b>Ing. Francisco Fonseca Chaves</b> <b>Auditor Técnico</b></p>	<p><b>Revisado por:</b> <b>Ing. Sergio Guerrero Aguilera</b> <b>Auditor Técnico</b></p>
<p><b>Revisado por:</b> <b>Ing. Fiorella Murillo Contreras</b> <b>Auditora Técnica</b></p>	<p><b>Visto Bueno de Legalidad:</b> <b>Lic. Nidia Segura Jiménez</b> <b>Asesora Legal Externa</b> <b>LanammeUCR</b></p>	<p><b>Revisado y aprobado por:</b> <b>Ing. Wendy Sequeira Rojas, M.Sc.</b> <b>Coordinadora Unidad de</b> <b>Auditoría Técnica</b></p>
<p><b>Aprobado por:</b> <b>Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.</b> <b>Director General LanammeUCR</b></p>		



### 13. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de valoración de los resultados de la auditoría realizada

El Equipo Auditor considera todos los resultados de la auditoría incluidos en este informe como relevantes y considera que existe el riesgo potencial de que se materialice lo alertado en cada uno de ellos. No obstante, con el objetivo de brindar una herramienta para que las instituciones a las cuales el LanammeUCR debe informar sus resultados, según lo establecido en el artículo 6 de la Ley 8114, puedan priorizar la atención de las recomendaciones que surgen de los análisis desarrollados en el presente informe, se presenta la siguiente valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y carácter contractual.

El Equipo Auditor categorizó el impacto, la urgencia de atención de las recomendaciones y el carácter contractual según lo establecido en la Tabla A.1 para cada resultado de la auditoría de forma independiente.

El impacto corresponde a la afectación, según el criterio del Equipo Auditor, que el resultado de la auditoría encontrado generó en la calidad de la obra. La urgencia corresponde al tiempo de atención sugerido de las recomendaciones emitidas por el LanammeUCR. El carácter contractual denota si el resultado de la auditoría se basa en una cláusula de carácter contractual o si su respaldo técnico no necesariamente tiene un carácter contractual para el proyecto. También valora si su incumplimiento es parcial o total.

Tabla A.1. Valoración de los resultados de la auditoría según su impacto, urgencia y cumplimiento contractual

	Categoría	Valoración
Impacto	Bajo	1
	Medio	3
	Alto	5
Urgencia <sup>1</sup>	Largo plazo	1
	Mediano plazo	3
	Corto plazo	5
Carácter contractual	No contractual	1
	Incumplimiento contractual parcial	3
	Incumplimiento contractual total	5

<sup>1</sup>El corto plazo se considera un plazo menor a un año desde la emisión del informe. El mediano plazo se entiende por un plazo comprendido entre 1 y 5 años. El largo plazo se entiende por un plazo mayor a 5 años.

Posteriormente, se obtuvo el promedio de las valorizaciones obtenidas según cada categoría y se determinó la prioridad de atención sugerida para las partes interesadas según lo establecido en la Tabla A.2.



Tabla A.2. Prioridad de atención sugerida según la valoración de los resultados de la auditoría realizada por el Equipo Auditor

Prioridad de atención sugerida	Rango de valoración
Baja	1 – 2
Media	2 – 3
Alta	3 - 4
Muy alta	4 - 5

Los resultados de la auditoría positivos no se incluyen en esta valoración ya que no requieren atención inmediata por parte de la Administración ni de las instituciones establecidas en el Artículo 6 de la Ley 8114 y sus reformas.

En la Tabla A.3, se muestra la valoración de los resultados de la auditoría de este informe. También se muestra la prioridad de atención sugerida, según la escala de colores mostrada en la Tabla A.2.

Tabla A.3. Valoración de los resultados de la auditoría y priorización de atención sugerida

Resultado	Cumplimiento contractual	Impacto	Urgencia	Valoración
Observación No. 1. La gran cantidad de singularidades consideradas por la Administración pueden estar obviando una condición inadecuada de la regularidad superficial del proyecto.	1	5	5	3,67
Hallazgo N°1. Tanto los resultados obtenidos por el LanammeUCR como por la Verificación muestran una gran cantidad de unidades de medición de IRI en la categoría con multa según la sección 405.07.02 del Cartel de Licitación del proyecto.	3	5	5	4,33
Observación No. 2. Según los resultados obtenidos del análisis de deflexiones, existe un riesgo potencial de que la capacidad estructural del pavimento se haya reducido por las prácticas constructivas evidenciadas en el proyecto.	1	5	3	3,00
Observación No. 3. Existe un riesgo potencial alto de accidentabilidad debido a que en algunos tramos de la vía se identificaron valores de agarre superficial bajos.	1	3	3	2,33



Anexo 2. Análisis del descargo al informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0130-2021

 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 1/5

**1. Nombre Informe**

EIC-Lanamme-INF-0130-2021: Evaluación del desempeño inicial de la estructura de pavimento del proyecto: Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, sección: Playa Naranja - Paquera.

**2. Descargo**

El día 21 de febrero de 2022, se recibe vía correo electrónico el oficio DM-2022-0618 (de fecha 21/02/2022), remitido por el Ing. Mario Campos Vega, el cual contiene como adjunto el oficio 0304-2022 (de fecha 14/02/2022) donde la Unidad Ejecutora brinda descargo al contenido del informe en versión preliminar EIC-Lanamme-INF-0130-2021.

**3. Análisis del descargo**

**Observación No. 1. La gran cantidad de singularidades consideradas por la Administración pueden estar obviando una condición inadecuada de la regularidad superficial del proyecto.**

Descargo

La Unidad Supervisora indica que comparte el criterio del Equipo Auditor. Sin embargo, aclara que la inclusión de todas las alcantarillas y los cambios en la estructura de pavimento obedece a un tema contractual y no un criterio técnico de la Supervisión.

La Unidad Ejecutora indica: "se implementará en los próximos procesos de contratación las acciones de mejora identificadas para este proyecto en lo que corresponde a la definición de singularidades y la correcta interpretación del concepto, pues el espíritu de considerar una singularidad obedece a una alteración del perfil longitudinal, que incremente el IRI y no obedezca a fallas constructivas".

Análisis del descargo

Es del conocimiento del Equipo Auditor las dificultades legales que llevaron a la Supervisión a considerar las alcantarillas y cambios en la estructura de pavimento como singularidades, por lo tanto, se considera de recibo lo expuesto por la Unidad Supervisora y se modifica el siguiente párrafo de la Observación N°1:

"Dado que el Equipo Auditor no comparte el criterio técnico empleado para que algunas de las singularidades mostradas en la Figura 2 sean consideradas como tal, el Equipo Auditor decidió realizar dos análisis: 1) considerando únicamente las singularidades que a criterio del Equipo Auditor pueden ser consideradas como tal y 2) considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588".

Por lo siguiente:

"Para ejemplificar las diferencias que pueden existir al considerar todas las singularidades mostradas en la Figura 2, el Equipo Auditor decidió realizar dos análisis: 1) considerando únicamente las singularidades que, a criterio del Equipo Auditor, dentro de las buenas



	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 2/5

prácticas de ingeniería, pueden ser consideradas como tal y 2) considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588".

Se añade al final de la Observación N°1 lo indicado por la Unidad Ejecutora respecto a la implementación de las acciones de mejora identificadas para este proyecto en lo que corresponde a la definición de singularidades.

**Hallazgo N°1.** Tanto los resultados obtenidos por el LanammeUCR como por la Verificación muestran una gran cantidad de unidades de medición de IRI en la categoría con multa según la sección 405.07.02 del Cartel de Licitación del proyecto.

Descargo

La Unidad Supervisora indica que comparte el criterio emitido por el Equipo Auditor respecto a las diferencias que existieron en los resultados obtenidos por el LanammeUCR y el laboratorio de verificación.

También reitera su posición referente a la aplicación de multas por incumplimientos del Contratista, según los resultados de IRI. Además, indica que ha comunicado al Contratista, mediante los oficios MSD-LGC-2021-403 (de fecha 13/07/2021) y MSD-LGC-2021-453 (de fecha 9/08/2021), que debe presentar una metodología de reparación según los resultados obtenidos en la medición del IRI.

La Unidad Ejecutora indica: "se tiene conocimiento de la existencia de las unidades de medición de IRI en la categoría con multa; En este momento el proyecto se encuentra en la etapa de notificación y corrección de defectos, además está pendiente el trámite del certificado de pago provisional No.35 del Contratista de Obra, a causa de estar pendiente la firma de la Orden de Modificación No.18, que produciría un reacomodo de cantidades, dentro del cual se estará analizando la aplicación de la multa para dicha estimación No.35, o en su lugar si se va aplicar el uso de la garantía de cumplimiento".

Análisis del descargo

Se añade al final del Hallazgo N°1: "Según lo indicado en el oficio 0304-2022 (de fecha 14/02/2022), la Unidad Ejecutora tiene conocimiento de la existencia de las unidades de medición de IRI en la categoría con multa. Además, indica que está pendiente el trámite del certificado de pago provisional N°35 y que se está analizando la aplicación de multas en dicha estimación o en su lugar la aplicación de la garantía de cumplimiento. Además, la Unidad Supervisora ha comunicado al Contratista, mediante los oficios MSD-LGC-2021-403 (de fecha 13/07/2021) y MSD-LGC-2021-453 (de fecha 9/08/2021), que debe presentar una metodología de reparación según los resultados obtenidos en la medición del IRI".

**Observación No. 2.** Según los resultados obtenidos del análisis de deflexiones, existe un riesgo potencial de que la capacidad estructural del pavimento se haya reducido por las prácticas constructivas evidenciadas en el proyecto.



	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</p> <p>Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo</p>	<p>Referencia: ANEXO 21</p>
	<p>Consecutivo:</p>	<p>Versión: 1</p>
<p>Página: 3/5</p>		

### Descargo

La Unidad Supervisora indica que no comparte la forma con la que el Equipo Auditor expone los resultados y las conclusiones del análisis efectuado. Lo anterior debido a:

- El análisis no es de carácter contractual.
- La Unidad Supervisora efectuó ensayos destructivos de manera individual a cada una de las capas que componen la estructura de pavimento. Al respecto indica:
  - La frecuencia de aplicación de estos ensayos superó lo establecido en el Plan de Gestión de la Calidad.
  - Los resultados de los ensayos destructivos muestran cumplimiento en los parámetros de calidad establecidos en el cartel.

También indica que el análisis debe ser adaptado a las variantes y sistemas constructivos típicos de las normas y métodos constructivos de Costa Rica.

La Unidad Ejecutora indica: "se acoge la recomendación tanto del equipo auditor como el de la Unidad Supervisora y se implementará en los próximos procesos de contratación, las acciones de mejora identificadas para este proyecto en lo que corresponde a la definición de deflexiones y la correcta interpretación del concepto".

### Análisis del descargo

Se comparte lo expresado por la Unidad Supervisora sobre que el análisis de deflexiones realizado no es de carácter contractual. Tal es la razón por la que esta evidencia se categorizó como "Observación", pues como se indica al inicio de la sección 8 "Resultados de la Auditoría" del informe en versión preliminar: "una observación de auditoría técnica se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo" (lo subrayado no es del texto original). No obstante, para mayor claridad del informe, se añadirá al inicio de la observación que el análisis de deflexiones no es de carácter contractual.

A pesar de que el análisis realizado no es de orden contractual, se reitera que el objetivo de esta evaluación fue identificar si las prácticas constructivas inadecuadas y los incumplimientos en la calidad de los materiales utilizados en la construcción del pavimento, evidenciados en el informe LM-INF-EIC-D-0004-2021, incidieron en capacidad estructural de las capas que componen el pavimento.

Según se evidenció en el informe LM-INF-EIC-D-0004-2021, una cantidad considerable de los resultados de los ensayos realizados a los materiales empleados en la construcción del pavimento se encontraban por fuera de los requerimientos contractuales, por lo que no se



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: 1
Consecutivo:		Página: 4/5	

comparte la afirmación de la Unidad Supervisora: "los resultados de los ensayos destructivos muestran cumplimiento en los parámetros de calidad establecidos en el cartel".

Sobre el uso de la metodología empleada, se desea indicar que la misma fue utilizada ante la imposibilidad de realizar un recálculo de módulos fehaciente. Lo anterior debido a la incertidumbre sobre los espesores de capa finales (i.g. sustitución del espesor de base deteriorado por mezcla asfáltica, espesores de mezcla asfáltica muy variables que no coinciden con los reportados por la Administración, según se confirmó mediante la extracción de núcleos) y un alto componente de no linealidad en las deflexiones medidas. En contraparte, según Horak (2008), las deficiencias estructurales pueden ser identificadas utilizando indicadores de deflexiones aún con poco conocimiento de los espesores de capa.

Si bien la metodología empleada no brinda con certeza la capacidad estructural de cada capa, permite identificar deficiencias estructurales en las diferentes capas del pavimento que deben ser investigadas con mayor detalle.

Precisamente, la intención del Equipo Auditor era alertar a la Administración sobre zonas donde la capacidad estructural de alguna de las capas del pavimento se pudiera haber visto reducida, de manera que la Administración realizara análisis adicionales o diera seguimiento durante la vida útil del pavimento para anticipar la aparición de deterioros prematuros.

Finalmente, se desea agregar que el uso de los indicadores de deflexiones para evaluar la capacidad estructural del pavimento es sugerida y utilizada por diversos investigadores como Maree and Bellekens (1991), Rohde & Van Wijk (1998) y Jordaan (2006). También ha sido incluido en la guía para análisis y diseño de rehabilitaciones en Sudáfrica THR12 (CSRA, 1997).

Por tanto, no se modifica el contenido de la observación al respecto.

**Observación No. 3.** Existe un riesgo potencial alto de accidentabilidad debido a que en algunos tramos de la vía se identificaron valores de agarre superficial bajos.

Descargo

La Unidad Supervisora indica que la medición de la resistencia al deslizamiento no es de orden contractual. Además, se indica que se debe revisar en conjunto con la Administración si existe un mecanismo legal que obligue al Contratista a reparar los tramos críticos.

La Unidad de Supervisión también indica que considera importante que, como anexo a los informes que realiza el Equipo Auditor, se incluyan los resultados de los diferentes ensayos realizados.

Finalmente, la Unidad Supervisora sugiere a la Administración incluir este ensayo dentro de las condiciones cartelerías en futuros proyectos.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: ANEXO 21
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: 1
Consecutivo:		Página: 5/5

La Unidad Ejecutora indica: "se acoge la recomendación tanto del equipo auditor como el de la Unidad Supervisora y se implementará en los próximos procesos de contratación, las acciones de mejora identificadas para este proyecto en lo que corresponde a la definición para medir la resistencia al deslizamiento de una superficie de rodamiento y la correcta interpretación del concepto".

Análisis del descargo

Se comparte lo expuesto por la Unidad Supervisora sobre que las mediciones de la resistencia al deslizamiento no son de orden contractual. Por claridad en el informe, se añadirá al inicio de la observación que las mediciones realizadas no son de orden contractual.

Se desea destacar lo señalado en la sección 405.10 del Cartel de Licitación del proyecto:

"Cuando un proyecto presente defectos (segregación, deformación, desprendimiento, exudación, deslizamiento de la capa, textura, marcas de rodillo, grietas y partículas de agregado no recubiertas, entre otras) que sean identificados por la Administración y que sean atribuibles a cualquiera de las actividades de los contratistas, este deberá presentar un análisis detallado de las condiciones, sus posibles causas, sus consecuencias asociadas y las opciones de acciones a tomar para corregir los desperfectos junto con un programa de trabajo. Dicho análisis deberá provenir del consultor de calidad contratado por el Contratista.

La Administración recibirá, analizará y determinará la validez del informe y seleccionará la acción correctiva que justifique técnicamente la intervención. Todas las acciones correctivas que se ejecuten deben ser igualmente supervisadas y verificadas bajo ensayos que apliquen. El costo lo debe asumir el Contratista.

No se podrá aprobar el pago de las obras si no se realizan las medidas correctivas y si la ejecución de éstas no cuentan con la aprobación de la Administración" (lo destacado no es del texto original).

Por tanto, sí existe el mecanismo legal que obligue al Contratista a reparar los tramos críticos, pues la mayoría de estos coinciden con tramos con los defectos destacados de la sección 405.10.

Por tanto, se añade al final de la observación lo indicado en la sección 405.10.

Atendiendo la solicitud de la Unidad Supervisora, se remitió mediante el oficio EIC-Lanamme-170-2022 (de fecha 02/03/2022) los resultados de los ensayos de desempeño realizados por el LanammeUCR al proyecto, de manera que puedan ser considerados por la Administración para la toma de decisiones.

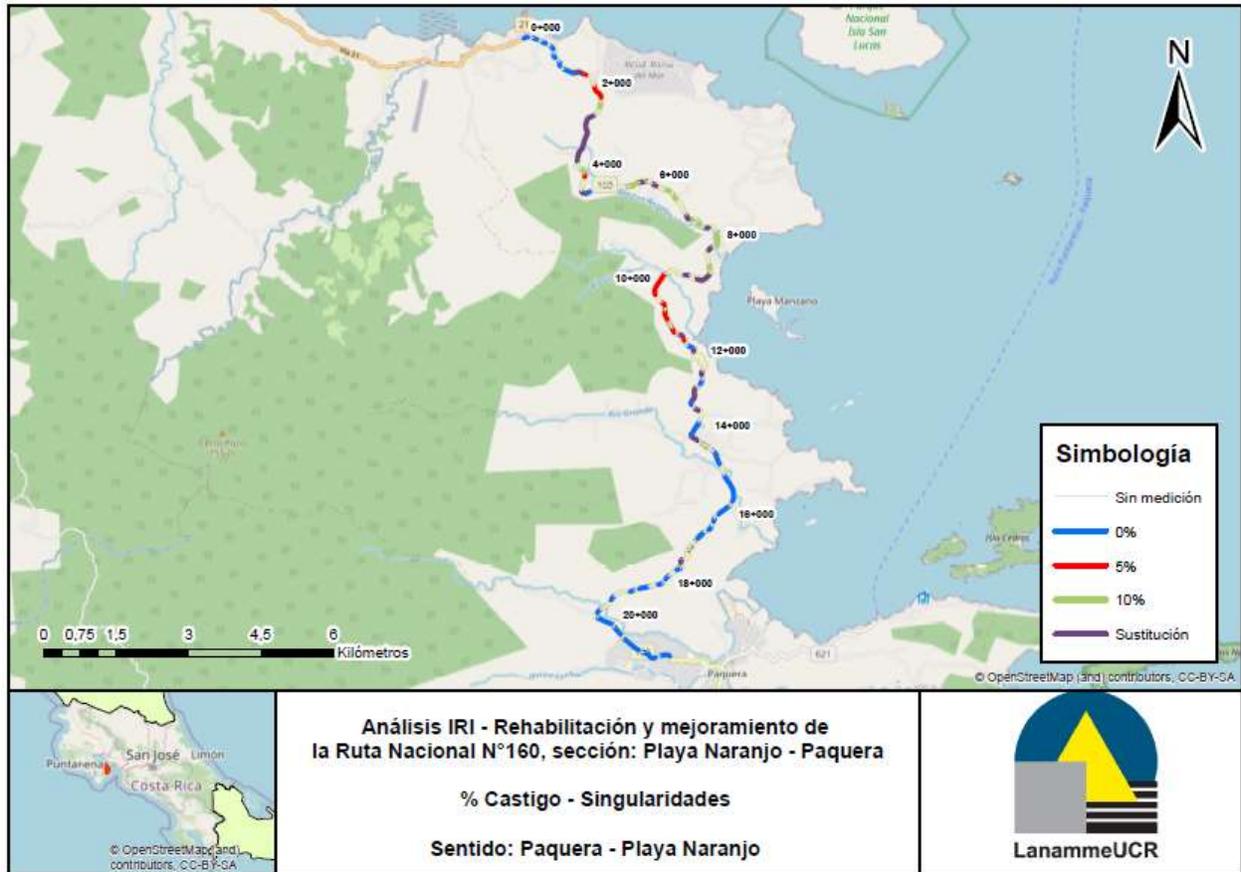


Anexo 3. Distribución espacial del porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor en el sentido Playa Naranjo – Paquera, considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588





Anexo 4. Distribución espacial del porcentaje de multa (valores individuales + medias móviles) determinado por el Equipo Auditor en el sentido Paquera - Playa Naranjo, considerando todas las singularidades indicadas en el oficio DM-2021-2588





Anexo 5. Distribución espacial de la condición del agarre superficial en el sentido Playa Naranjo - Paquera





Anexo 6. Distribución espacial de la condición del agarre superficial en el sentido Paquera - Playa Naranjo

