



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe final: 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

*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

Junio 2021



<b>1. Informe</b> LM-INF-EIC-D-0004-2021	<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> 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 Naranja – Paquera.	<b>4. Fecha del Informe</b> Junio 2021	
<b>7. Organización y dirección</b> 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		
<b>8. Notas complementarias</b> --**--		
<b>9. Resumen</b> <u>Sobre el acceso a la información:</u> A pesar de las solicitudes de envío periódico de las programaciones de las labores a ejecutar en el proyecto, el acceso a esta información fue limitado. Se identificaron debilidades en la trazabilidad de la información suministrada al Equipo Auditor. <u>Sobre la calidad de los materiales:</u> Se evidenciaron incumplimientos en la graduación y resistencia de las muestras de base estabilizada analizadas. Se determinó que dos de los lotes analizados para la graduación caen en la zona de rechazo. Se determinó un factor de pago reducido en cuatro de los seis lotes analizados para la resistencia. Se evidenciaron incumplimientos en los parámetros: contenido de asfalto, vacíos de aire, VFA, flujo Marshall y en la graduación de los agregados de la mezcla asfáltica según los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad y del LanammeUCR. Se determinó que uno de los lotes de mezcla asfáltica en caliente analizados cae en la zona de rechazo. Para los restantes cinco lotes se determinó un factor de pago reducido. <u>Sobre los procesos constructivos:</u> La base estabilizada con cemento estuvo expuesta al tránsito de vehículos y a la acción erosiva de la lluvia por un tiempo prolongado, lo que generó la aparición de deterioros prematuros en la base estabilizada. Los procedimientos realizados para reparar los deterioros en la base estabilizada no están tipificados y no garantizan el adecuado desempeño del pavimento. Las prácticas constructivas desarrolladas en la aplicación del riego de liga no satisfacen lo establecido en las secciones 414.04 y 414.06 del CR-2010 ni las buenas prácticas de la ingeniería. Se identificaron acabados deficientes en algunos tramos de la carpeta asfáltica colocada. Algunos muros de gaviones del proyecto fueron construidos con rocas que no satisfacen lo establecido en la sección 705.01 del CR-2010. El muro de gaviones del estacionamiento 13+200 no satisface lo establecido en la sección 253.06 del CR-2010.		
<b>10. Palabras clave</b> Procesos constructivos, Calidad de los materiales, Acceso a la información, Auditoría	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 64



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

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.

**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.

### Audidores:

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.

### Asesores Legales:

Lic. Miguel Chacón Alvarado.  
Lic. Nidia Segura Jiménez.

### Alcance del informe:

El alcance del estudio consistió en la evaluación de la calidad de los materiales utilizados en la construcción de la estructura de pavimento: subbase, base estabilizada y mezcla asfáltica en caliente. También se evaluaron los procesos constructivos llevados a cabo en la construcción del pavimento y de los muros de gaviones.



## 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>11</b>
<b>6. ANTECEDENTES .....</b>	<b>11</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>12</b>
<b>8. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-INF-EIC-D-0004B- 202113</b>	
<b>9. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>14</b>
9.1 <i>SOBRE EL ACCESO A LA INFORMACIÓN .....</i>	<i>14</i>
<i>HALLAZGO No. 1. LAS SOLICITUDES DE ENVÍO PERIÓDICO DE LA PROGRAMACIÓN DE LABORES EN EL PROYECTO NO FUERON ATENDIDAS CON LA FRECUENCIA SOLICITADA, LIMITANDO LA EJECUCIÓN DEL PROCESO DE AUDITORÍA TÉCNICA.....</i>	<i>14</i>
<i>OBSERVACIÓN No. 1. SE EVIDENCIARON DEBILIDADES EN LA TRAZABILIDAD DE LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA AL EQUIPO AUDITOR.....</i>	<i>15</i>
9.2 <i>SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES.....</i>	<i>19</i>
<i>HALLAZGO No. 2. DOS DE LOS FACTORES DE PAGO OBTENIDOS POR EL EQUIPO AUDITOR PARA LA GRADUACIÓN DE LOS LOTES ANALIZADOS DEL MATERIAL DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO COLOCADO EN EL PROYECTO CAEN EN LA ZONA DE RECHAZO. PARA LOS RESTANTES TRES LOTES ANALIZADOS SE OBTUVO UN FACTOR DE PAGO REDUCIDO.....</i>	<i>20</i>
<i>HALLAZGO No. 3. SE DETERMINÓ UN FACTOR DE PAGO REDUCIDO EN CUATRO DE LOS SEIS LOTES ANALIZADOS POR EL EQUIPO AUDITOR PARA LA RESISTENCIA DE LA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO.....</i>	<i>20</i>
<i>HALLAZGO No. 4. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN LOS PARÁMETROS MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO Y NO SE EMITIÓ UNA No CONFORMIDAD RELACIONADA CON ESTOS INCUMPLIMIENTOS.....</i>	<i>24</i>
<i>HALLAZGO No. 5. EL EQUIPO AUDITOR DETERMINÓ QUE UNO DE LOS LOTES DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE ANALIZADOS CAE EN LA ZONA DE RECHAZO SEGÚN LA SECCIÓN 107.05 DEL CARTEL DE LICITACIÓN. PARA LOS RESTANTES CINCO LOTES ANALIZADOS, SE DETERMINÓ UN FACTOR DE PAGO REDUCIDO. ....</i>	<i>29</i>
<i>HALLAZGO No. 6. SEIS DE LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS POR EL LANAMMEUCR TIENEN UN ESPESOR MENOR AL ESTABLECIDO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO APROBADO.....</i>	<i>29</i>
9.3 <i>SOBRE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS .....</i>	<i>31</i>
<i>HALLAZGO No. 7. LA PLANIFICACIÓN INADECUADA DE LAS ACTIVIDADES POR PARTE DEL CONTRATISTA OCASIONÓ EL DETERIORO PROGRESIVO Y SEVERO DE LOS TRAMOS DE BASE</i>	



ESTABILIZADA CON CEMENTO Y LOS TRABAJOS DE REPARACIÓN REALIZADOS NO OBEDECEN A LAS MEJORES PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA NI GARANTIZAN EL ADECUADO DESEMPEÑO DEL PAVIMENTO. ....	31
HALLAZGO No. 8. EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO LLEVADO A CABO PARA LA APLICACIÓN DEL RIEGO DE LIGA NO SATISFACE LO ESTABLECIDO EN LAS SECCIONES 414.04 Y 414.06 DEL CR-2010 NI LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LA INGENIERÍA. ....	37
HALLAZGO No. 9. SE IDENTIFICARON ACABADOS DEFICIENTES EN ALGUNOS TRAMOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA COLOCADA. ....	43
HALLAZGO No. 10. ALGUNOS MUROS DE GAVIONES DEL PROYECTO NO SATISFACEN LO ESTABLECIDO EN LAS SECCIONES 253.06 Y 705.01 DEL CR-2010. ....	47
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>11. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>12. REFERENCIAS .....</b>	<b>52</b>
<b>13. ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LOS OFICIOS ENVIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA.....	11
TABLA 2. LISTADO DE LOS OFICIOS EN LOS QUE SOLICITÓ EL ENVÍO PERIÓDICO DE LA PROGRAMACIÓN DE LABORES .....	15
TABLA 3. FACTORES DE PAGO OBTENIDOS POR EL EQUIPO AUDITOR PARA LA BASE ESTABILIZADA SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LA GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL .....	20
TABLA 4. TRAMOS DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO CUYAS MUESTRAS TIENEN UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR FUERA DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS .....	22
TABLA 5. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR PARA LA BASE ESTABILIZADA DEL PROYECTO .....	24
TABLA 6. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO .....	28
TABLA 7. RESUMEN DE LOS FACTORES DE PAGO OBTENIDOS POR EL EQUIPO AUDITOR SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	13
FIGURA 2. SUBSANE DE LOS TRAMOS DE SUBBASE QUE PRESENTABAN INCUMPLIMIENTOS EN LA PLASTICIDAD SEGÚN LO INDICADO EN EL OFICIO 0576-2020.....	16
FIGURA 3. SUBSANE DE LOS TRAMOS DE SUBBASE QUE PRESENTABAN INCUMPLIMIENTOS EN LA GRANULOMETRÍA SEGÚN LO INDICADO EN EL OFICIO 0576-2020.....	17
FIGURA 4. SUBSANE DE LOS TRAMOS DE SUBBASE QUE PRESENTABAN INCUMPLIMIENTOS EN LA PLASTICIDAD SEGÚN LO INDICADO EN EL OFICIO DM-2021-2562 .....	18
FIGURA 5. SUBSANE DE LOS TRAMOS DE SUBBASE QUE PRESENTABAN INCUMPLIMIENTOS EN LA PLASTICIDAD SEGÚN LO INDICADO EN EL OFICIO DM-2021-2562 .....	18





<i>FIGURA 6. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA DE LAS MUESTRAS DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO.....</i>	<i>21</i>
<i>FIGURA 7. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA EL CONTENIDO DE ASFALTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 8. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LOS VACÍOS DE AIRE DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 9. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LOS VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA) DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 10. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LOS VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (VFA) DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 11. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LA RAZÓN POLVO ASFALTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>27</i>
<i>FIGURA 12. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA LA ESTABILIDAD MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>27</i>
<i>FIGURA 13. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN PARA EL FLUJO MARSHALL DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>28</i>
<i>FIGURA 14. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR PARA EL PORCENTAJE DE VACÍOS EN EL SITIO DE COLOCACIÓN (NÚCLEOS) DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>30</i>
<i>FIGURA 15. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL LANAMMEUCR PARA EL ESPESOR DE LOS NÚCLEOS EXTRAÍDOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL PROYECTO.....</i>	<i>30</i>
<i>FIGURA 16. ESPESORES DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS POR EL EQUIPO DE PROYECTO.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 17. DETERIOROS EN LA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO EN DIVERSOS TRAMOS DEL PROYECTO. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 07/09/2020.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 18. DETERIOROS EN LA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO. ESTACIONAMIENTO: 5+450. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 26/10/2020.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA 19. PÉRDIDA DE SELLO DE IMPRIMACIÓN Y ESPESOR DE LA CAPA DE BASE ESTABILIZADA. ESTACIONAMIENTOS: 7+750 (IZQUIERDA) Y 4+665 (DERECHA). FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 20/01/2021.....</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA 20. DETERIORO EN LA BASE ESTABILIZADA CON PÉRDIDA DE ESPESOR DE HASTA 7 CM. ESTACIONAMIENTO: 9+700. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 20/01/2021.....</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA 21. PROCESO CONSTRUCTIVO ADOPTADO POR EL CONTRATISTA PARA LA REPARACIÓN DE LOS DETERIOROS DE LA BASE ESTABILIZADA. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 20/01/2021.....</i>	<i>35</i>
<i>FIGURA 22. ACABADO IRREGULAR DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA COMO REPARACIÓN A LOS DETERIOROS DE LA BASE ESTABILIZADA. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 20/01/2021.....</i>	<i>36</i>



FIGURA 23. ACABADO IRREGULAR DE LA MEZCLA ASFÁLTICA COLOCADA COMO REPARACIÓN A LOS DETERIOROS DE LA BASE ESTABILIZADA. ESTACIONAMIENTO: 8+500. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 20/01/2021 .....	36
FIGURA 24. SEGREGACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DE DETERIOROS. ESTACIONAMIENTO: 8+350. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 21/01/2021	37
FIGURA 25. MATERIAL DE BASE ESTABILIZADA ACUMULADO AL COSTADO DE LA VÍA POSTERIOR AL BARRIDO DE LA SUPERFICIE. SUPERFICIE IRREGULAR CON POLVO Y AGREGADOS SUELTOS PREVIO A LA COLOCACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 20/01/2021 .....	38
FIGURA 26. APLICACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA SOBRE MATERIAL SUELTO. EMPOZAMIENTOS POR EXCESOS DE TASA DE DOSIFICACIÓN. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 20/01/2021 .....	39
FIGURA 27. CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE Y DEL RIEGO DE LIGA EN LA CUAL SE LLEVÓ A CABO LA PAVIMENTACIÓN. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 20/01/2021.....	39
FIGURA 28. RIEGO DE LIGA NO UNIFORME, SIN COBERTURA TOTAL, SOBRE SUPERFICIE CON POLVO Y ARRASTRE DE RIEGO DE LIGA. ESTACIONAMIENTO: 8+300. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 21/01/2021.....	40
FIGURA 29. APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA EXCLUSIVAMENTE EN SECCIONES DONDE A CRITERIO DEL CONTRATISTA SE PERDIÓ SELLO DE IMPRIMACIÓN (IZQUIERDA). PÉRDIDA DE SELLO DE IMPRIMACIÓN EN SECCIONES DONDE NO SE COLOCÓ RIEGO DE LIGA (DERECHA). ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 20/01/2021.....	40
FIGURA 30. COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN ZONAS SIN RIEGO DE IMPRIMACIÓN. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 07/09/2020.....	41
FIGURA 31. COLOCACIÓN DE RIEGO DE LIGA BAJO CONDICIONES DE Poca LUMINOSIDAD. ARRASTRE DE RIEGO DE LIGA POR TRÁNSITO DE MAQUINARIA EMULSIÓN ASFÁLTICA SIN ROMPER. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 20/01/2021.	42
FIGURA 32. EXCESO EN LA TASA DE APLICACIÓN DEL RIEGO DE LIGA EN SECCIONES DONDE SE COLOCÓ CON Poca LUMINOSIDAD. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 20/01/2021.....	42
FIGURA 33. DESNIVEL EN LA JUNTA LONGITUDINAL. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 21/01/2021 .....	43
FIGURA 34. DESNIVEL EN LA JUNTA LONGITUDINAL. ESTACIONAMIENTO: 6+900. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 20/01/2021 .....	44
FIGURA 35. MARCA DE LA COMPACTADORA EN LA SECCIÓN DÓNDE SE HABÍA IDENTIFICADO LA APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA CON Poca LUMINOSIDAD. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 21/01/2021 .....	44
FIGURA 36. AGREGADOS CON ESCASO RECUBRIMIENTO DE ASFALTO EN ACABADO DE CAPA ASFÁLTICA COLOCADA EL DÍA 20 DE ENERO DE 2021. ESTACIONAMIENTO: 8+115. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 21/01/2021.....	45
FIGURA 37. MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA Y SEGREGADA. ESTACIONAMIENTO: 9+900. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 07/09/2020.....	45
FIGURA 38. MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA Y SEGREGADA. ESTACIONAMIENTO: 13+386. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 27/10/2020.....	46



**FIGURA 39. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS E IRREGULARIDADES EN LA CARPETA ASFÁLTICA DE HASTA 120 MM. ESTACIONAMIENTO: 14+694. FECHA DE LA FOTOGRAFÍA: 27/10/2020..... 46**

**FIGURA 40. MURO DE GAVIONES EN EL ESTACIONAMIENTO 3+950 CON VACÍOS EN LAS CANASTAS Y AGREGADO DE MENOR TAMAÑO, QUEBRADIZO Y METEORIZADO. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 27/10/2020..... 48**

**FIGURA 41. MURO DE GAVIONES EN EL ESTACIONAMIENTO 13+200 CON AGREGADO DE MENOR TAMAÑO, VACÍOS Y UN ALINEAMIENTO VERTICAL INADECUADO. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 27/10/2020..... 48**

**FIGURA 42. MURO DE GAVIONES EN EL ESTACIONAMIENTO 17+354 CON AGREGADO DE MENOR TAMAÑO EN LA CORONA DEL MURO Y SALIENDO POR LOS ORIFICIOS DE LA CANASTA. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 27/10/2020..... 49**

**FIGURA 43. MURO DE GAVIONES EN EL ESTACIONAMIENTO 3+950 CON AGREGADO QUEBRADIZO Y METEORIZABLE. FECHA DE LAS FOTOGRAFÍAS: 27/10/2020 ..... 49**





## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

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

### 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

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de los materiales empleados en la construcción de la estructura de pavimento y de los procesos constructivos llevados a cabo 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.



### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el cumplimiento de las especificaciones de los materiales utilizados en la construcción de la estructura de pavimento del proyecto de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto.
- Analizar las medidas tomadas por la Administración según los resultados obtenidos en los ensayos de verificación de la calidad.
- Evaluar los procesos constructivos llevados a cabo en el proyecto de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.

### 4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este estudio consistió en la evaluación de la calidad de los materiales empleados en la construcción de la estructura de pavimento y de los procesos constructivos llevados a cabo en el proyecto.

La evaluación de la calidad de los materiales se realizó según los resultados de los ensayos de verificación de la calidad a los que tuvo acceso esta Unidad de Auditoría Técnica Externa. También se evaluaron los resultados de los muestreos y ensayos realizados por el LanammeUCR. En ambos casos, la evaluación se realizó de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto.

Para analizar las medidas tomadas por la Administración según los resultados obtenidos en los ensayos de verificación de la calidad, se analizaron las actas de No Conformidad emitidas y las acciones realizadas para solventarlas. También se tomó en consideración las respuestas brindadas por la Administración a las notas informes que se han emitido durante la ejecución de la auditoría.

La evaluación de los procesos constructivos se realizó mediante visitas técnicas puntuales y aleatorias y se realizó de conformidad con la normativa vigente en el Cartel de Licitación del proyecto y las buenas prácticas de la ingeniería.

El periodo de análisis de este informe de auditoría abarca los meses comprendidos entre setiembre de 2019 y febrero de 2021, durante la etapa constructiva 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 visitar los diversos frentes de trabajo, hacer una revisión de los documentos del proyecto, programar muestreos a los materiales y analizar los resultados de los ensayos desarrollados a lo largo de la ejecución del proyecto para la verificación de la calidad de los materiales.

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 y notas informe que se resumen en Tabla 1.

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

Oficio / Nota informe	Fecha de emisión	Asunto	Oficio de respuesta de la administración
LM-IC-D-0103-20	04/02/2020	Actualización de información	DM-2020-0509
LM-IC-D-0402-2020	18/05/2020	Solicitud de información	MSD-LGC-2020-273
LM-IC-D-0430-2020	27/05/2020	Deterioros en puentes	DM-2020-2304
LM-IC-D-0609-2020	23/07/2020	Observaciones sobre el proceso constructivo de los puentes y solicitud de información	DM-2020-3071. Se incluye respuesta al oficio LM-IC-D-0402-2020
LM-IC-D-0750-2020	03/09/2020	Solicitud de información	DM-2020-3556
LM-IC-D-0787-2020	17/09/2020	Observaciones sobre los procedimientos constructivos y sobre el diseño de mezcla asfáltica	DM-2020-3790
LM-IC-D-0899-2020	09/10/2020	Análisis de los resultados de calidad	DM-2020-4070
LM-IC-D-0996-2020	19/11/2020	Observaciones sobre los procedimientos constructivos y deterioros	DM-2021-2100
LM-IC-D-1045-2020	27/11/2020	Remisión Informes MAC	N/A
LM-IC-D-0003-21	04/01/2021	Actualización de información	DM-2021-2109
LM-IC-D-0087-2021	09/02/2021	Observaciones sobre el proceso de pavimentación	DM-2021-2156
LM-IC-D-0143-2021	19/02/2021	Análisis de los resultados de calidad	DM-2021-2194
LM-EIC-D-0463-2021	03/06/2021	Inclusión observación adicional: Trazabilidad de la información	DM-2021-3337

Adicionalmente, se emitió el informe 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”, cuyas principales observaciones y hallazgos se enumeran a continuación:



- Observación No.1. Existe la posibilidad de que la estructura de pavimento propuesta para el proyecto haya sido sobre-diseñada como consecuencia de las debilidades evidenciadas en la estimación de la demanda de tránsito del proyecto.
- Observación No.2. Se evidenciaron una serie de inconsistencias en los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados para las obras de drenaje del proyecto, por lo que sus resultados pueden no ser representativos del proyecto.
- Observación No.3. Existe el riesgo potencial de que algunos taludes que han sido conformados a lo largo del proyecto tengan un comportamiento diferente al análisis de estabilidad con el que fueron estudiados y que esto lleve a la falla de los mismos.
- Hallazgo No.1. Se evidenció una alta variabilidad en el asentamiento del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto.
- Hallazgo No.2. La temperatura y resistencia del concreto empleado en la construcción de las obras de drenaje del proyecto se han mantenido dentro de los límites establecidos.
- Hallazgo No.3. La condición y configuración actual de algunas contracunetas instaladas en el proyecto pueden provocar deterioros en las mismas y en las obras aledañas a éstas.
- Hallazgo No.4. Se evidenciaron deterioros y malas prácticas constructivas en las obras de drenaje del proyecto.
- Hallazgo No. 5. Se evidenció que la longitud de los tubos de los drenajes del puente sobre el río Gigante es insuficiente para garantizar que las aguas descargadas por éstos no entren en contacto con los elementos de la superestructura.
- Hallazgo No. 6. Se evidenció que la señalización y los dispositivos utilizados para el control temporal de tránsito durante la construcción de la obra no cumple su función de guiar y resguardar efectivamente al usuario debido a la falta de mantenimiento, su ubicación y el uso de materiales no autorizados.

Ver informe en:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2073/Informe%20LM-AT-97-2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

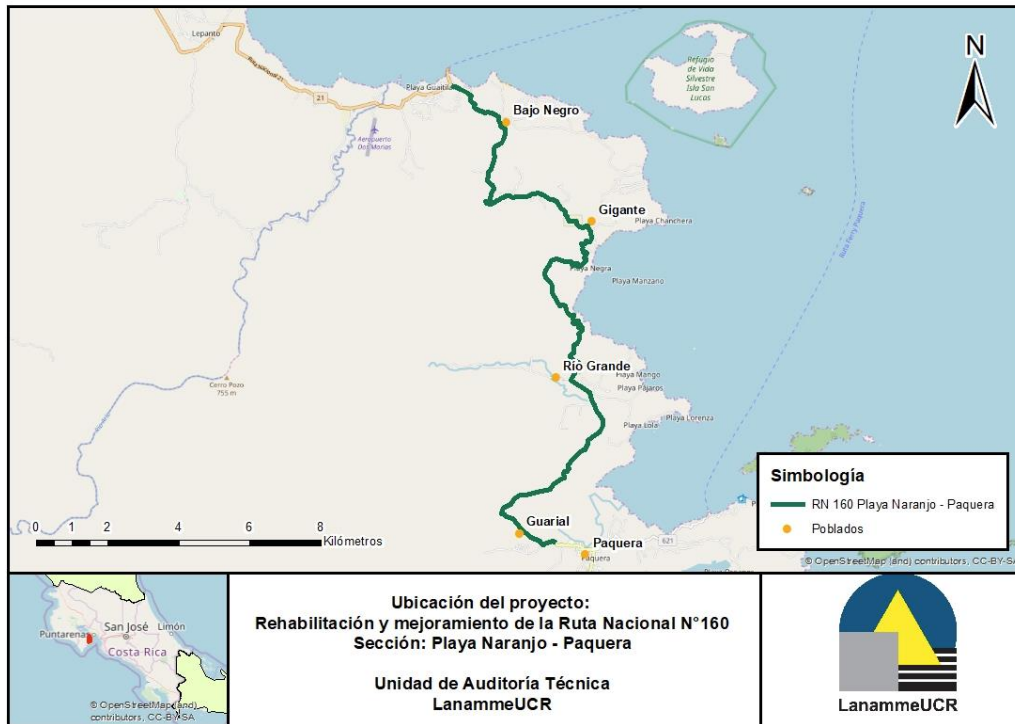
El objeto del contrato es realizar el mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional N°160, en la sección comprendida entre Playa Naranjo y Paquera. La obra se desarrolla entre el entronque de la Ruta Nacional N°21 y la Ruta Nacional N°160 y la población de Paquera (ver Figura 1).

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 LM-INF-EIC-D-0004B-2021

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante el oficio LM-EIC-D-0339-2021 (de fecha 23/04/2021), se envió el presente informe en versión preliminar (identificado como LM-INF-EIC-D-0004B-2021) 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 14 de mayo de 2021.

Adicionalmente, el día viernes 30 de abril de 2021, 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:

Tomás Figueroa Malavassi  
Mario Campos Vega  
José Germán Juyar Mora  
Daniel Echandi Valverde  
André Gutiérrez Salazar  
Jeffrey Ramírez Chávez  
Cesar Blanco Alvarado

Director Unidad Asesora, PIT  
Subdirector Unidad Asesora, PIT  
Coordinador General Unidad Ejecutora  
Especialista en planificación Unidad Ejecutora  
Analista de Ingeniería Unidad Ejecutora  
Consultor de calidad Unidad Supervisora  
Consultor de calidad Unidad Supervisora





Luis Pablo Cascante  
Gerardo Matarrita  
Tatiana Muñoz Córdoba  
Wendy Sequeira Rojas  
Mauricio Picado Muñoz  
Francisco Fonseca Chaves  
Sergio Guerrero Aguilera  
Fiorella Murillo Contreras

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

El día martes 18 de mayo de 2021, se recibe vía correo electrónico el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), remitido por el Ing. Tomás Figueroa Malavassi como descargo al informe en versión preliminar LM-INF-EIC-D-0004B-2021.

Por tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en mención (ver Anexo A) y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe LM-INF-EIC-D-0004-2021 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 el acceso a la información

#### **Hallazgo No. 1. Las solicitudes de envío periódico de la programación de labores en el proyecto no fueron atendidas con la frecuencia solicitada, limitando la ejecución del proceso de auditoría técnica.**

Como parte del proceso de auditoría técnica, se solicitó el envío periódico de las programaciones de las labores a ejecutar en el proyecto, no obstante, el acceso a esta información fue limitado. Esta información es un insumo importante para la ejecución de la





auditoría, pues, a partir de estas programaciones, esta Unidad de Auditoría Técnica Externa programa muestreos y visitas a campo.

En la Tabla 2, se enlistan los oficios donde se solicitó el envío periódico de la programación de labores. Sin embargo, por más de un año no se obtuvo acceso a la programación de labores.

Tabla 2. Listado de los oficios en los que solicitó el envío periódico de la programación de labores

Oficio	Fecha de emisión
LM-PI-95-2018	29/11/2018
LM-IC-D-0103-2020	04/02/2020
LM-IC-D-0402-2020	18/05/2020
LM-IC-D-0609-2020	23/07/2020
LM-IC-D-0003-21	04/01/2021

Al limitarse el acceso a la programación de labores, la cantidad de muestreos y visitas a campo realizadas por el Equipo Auditor se vieron limitadas, principalmente debido al constante cambio en el programa de trabajo de la obra.

Adicionalmente, cabe destacar lo indicado en el artículo 32 de la Ley de Jurisdicción Constitucional:

“Cuando el amparo se refiera al **derecho de petición y de obtener pronta resolución**, establecido en el artículo 27 de la Constitución Política, y no hubiere plazo señalado para contestar, se entenderá que **la violación se produce una vez transcurridos diez días hábiles desde la fecha en que fue presentada la solicitud en la oficina administrativa**, sin perjuicio de que, en la decisión del recurso, se aprecien las razones que se aduzcan para considerar insuficiente ese plazo, atendidas las circunstancias y la índole del asunto”. (Lo destacado no es del texto original)

Dado lo anterior, se considera que la falta de atención a estas solicitudes de información de parte de esta Unidad de Auditoría Técnica Externa no sólo limitó la ejecución del proceso de auditoría, sino que además violenta el derecho de petición y de obtener pronta resolución establecido en el artículo 32 de la Ley de Jurisdicción Constitucional.

Según lo indicado en el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), la Unidad Asesora procurará atender el envío periódico de las programaciones de las labores a ejecutar en los proyectos en ejecución del Programa de Infraestructura de Transporte (PIT).

**Observación No. 1. Se evidenciaron debilidades en la trazabilidad de la información suministrada al Equipo Auditor.**

Mediante los oficios DM-2019-4331 (de fecha 01/11/2019), DM-2020-0509 (de fecha 14/02/2020) y DM-2020-3071 (de fecha 13/08/2020) se suministró al Equipo Auditor la información de los informes que compilan los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de verificación de la calidad en el periodo comprendido entre setiembre de 2019 y abril 2020.



En la nota LM-IC-D-0899-2020 (de fecha 09/10/2020), se le informó a la Administración los resultados de los análisis de los resultados de calidad que realizó el Equipo Auditor para el periodo comprendido entre setiembre de 2019 y abril de 2020. En estos análisis el Equipo Auditor señaló algunos incumplimientos en la granulometría y plasticidad del material de subbase colocado en el proyecto.

En el oficio 0576-2020 (de fecha 19/10/2020 y como respuesta al oficio LM-IC-D-0899-2020), la Supervisión indica que los tramos de subbase con incumplimientos señalados en la nota del Equipo Auditor fueron subsanados o sustituidos y presenta dos cuadros donde se indica la muestra que evidencia la reparación de los tramos con incumplimientos (ver Figura 2 y Figura 3).

Figura 2. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la plasticidad según lo indicado en el oficio 0576-2020

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento					
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Límite Líquido (%)	Índice Plasticidad (%)	Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Límite Líquido (%)	Índice Plasticidad (%)
19-0030-19	19-2880-19	km 15+430	2019-11-11	25	8	19-0005-20	19-0571-20	km 15+300 al 15+500 LI	2/3/2020	24	6
19-0003-20	19-0268-20	km 9+850 LD y LI	2020-01-31	24	7	19-0005-20	19-0283-20	km 9+700	1/2/2020	24	2
19-0005-20	19-0588-20	km 12+200	2020-03-02	25	9	19-0007-20	19-0753-20	km 12+400	6/3/2020	24	5
19-0005-20	19-0684-20	km 10+500 LI	2020-03-02	24	7	19-0005-20	19-0769-20	km 10+585 LI	2/3/2020	24	5
19-0007-20	19-1052-20	km 5+300 LI	2020-03-24	24	7	19-0007-20	19-1055-20	5+800 LI	26/3/2020	24	6

Muestras donde se detecta incumplimiento						Nota
19-0007-20	19-0932-20	km 4+890 LI	2020-03-17	26	7	Material retirado pero sin muestreo asociado
19-0007-20	19-0933-20	km 4+890 LD	2020-03-17	28	10	

Fuente: oficio 0576-2020, 2020

Figura 3. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la granulometría según lo indicado en el oficio 0576-2020

Muestras donde se detecta incumplimiento					Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento												
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Granulometría B					Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Granulometría B				
				2"	3/4"	N°4	N°40	N°200					2"	3/4"	N°4	N°40	N°200
19-0026-19	19-2304-19	km 17+670 al 17+780 LD	2/9/2019	97	64	40	25	11,8	19-0026-19	19-2340-19	km 17+680 LI	4/9/2019	100	66	35	20	8,8
19-0026-19	19-2305-19	km 17+780 al 17+920 LD	2/9/2019	98	66	38	20	11,2	19-0003-20	19-0063-20	km 17+840 LI	15/1/2020	100	69	40	22	11,3
19-0026-19	19-2408-19	km 4+600	2019-09-14	100	69	26	11	6,2	19-0030-19	19-2933-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	36	17	7,4
19-0026-19	19-2497-19	km 13+400 LD	2019-09-26	100	67	24	8	3,4	19-0026-19	19-2498-19	km 13+300 LI	2019-09-26	100	76	32	12	6,1
19-0028-19	19-2569-19	km 4+560 LD	2019-10-08	100	70	27	12	6,4	19-0030-19	19-2933-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	36	17	7,4
19-0030-19	19-2946-19	km 6+180 LD	2019-11-14	100	56	17	9	4,4	19-0007-20	19-1067-20	km 6+780 LD	2020-03-25	100	83	42	18	8,2
19-0003-20	19-0020-20	km 8+300 LD	2020-01-07	100	82	25	9	4,1	19-0007-20	19-0864-20	km 8+300 LD	2020-03-12	100	90	50	22	10,3
19-0003-20	19-0026-20	km 9+440 LD	2020-01-08	100	83	27	12	7,2	19-0003-20	19-0257-20	km 9+950 LD y LI	2020-01-31	100	73	35	18	10,3
19-0003-20	19-0035-20	km 9+600 LI	2020-01-09	100	84	27	11	5,0	19-0005-20	19-0283-20	km 9+700	2020-02-01	100	83	38	19	8,3
19-0003-20	19-0074-20	km 11+315 LI y LI	2020-01-09	100	74	35	22	15,8	19-0005-20	19-0273-20	km 11+500	2020-02-05	100	81	43	22	11,8
19-0003-20	19-0258-20	km 18+640 LD	2020-01-30	100	62	29	15	7,9	19-0003-20	19-0259-20	km 18+740 LD	2020-01-31	100	64	32	16	6,4
19-0003-20	19-0269-20	km 15+000	2020-01-31	100	78	22	10	5,6	19-0007-20	19-0766-20	km 15+310 LD	2020-03-02	100	82	44	24	13,9
19-0007-20	19-0863-20	km 6+180 LI	2020-02-12	100	91	55	34	24	19-0007-20	19-1067-20	km 6+780 LD	2020-03-25	100	83	42	18	8,2
19-0007-20	19-0865-20	km 8+300 LI	2020-03-12	100	92	50	22	10,9	19-0007-20	19-1065-20	km 8+300 LD	2020-03-25	100	87	41	17	6,9
19-0007-20	19-1038-20	km 10+500	2020-03-23	94	65	21	9	6,3	19-0007-20	19-1156-20	km 10+500	2020-03-30	100	81	47	23	11,0
19-0007-20	19-1066-20	km 8+300 LI	2020-03-25	100	93	51	25	10,2	19-0007-20	19-1065-20	km 8+300 LD	2020-03-25	100	87	41	17	6,9

Fuente: oficio 0576-2020, 2020

La información presentada en el oficio 0576-2020, como evidencia de subsanación de los tramos de subbase con incumplimientos, no brinda certeza al Equipo Auditor de que estos tramos hayan sido reparados adecuadamente por las siguientes razones:

- La ubicación de las muestras que evidencian incumplimientos no necesariamente coincide con la ubicación de las muestras que evidencian reparación. Por ejemplo: la muestra 19-0865-2020 del km 6+180 LI y la muestra 19-1067-20 del km 6+780 LD
- La muestra que evidencia reparación corresponde al carril contrario de la muestra que evidencia incumplimientos. Por ejemplo: la muestra 19-2497-19 del km 13+400 LD y la muestra 19-2498-19 del km 13+300 LI.
- Algunas muestras se tomaron el mismo día. No es común que se evidencie un incumplimiento, se repare el tramo y se tome otra muestra para confirmar la subsanación en el mismo día. Por ejemplo: las muestras 19-0684-2020 y 19-0769-20 (ambas el 2/3/2020).
- Llama la atención que para los tramos 4+890 LI y 4+890 LD no se haya realizado un muestreo para confirmar la reparación de los tramos.



En el informe preliminar LM-INF-EIC-D-0004B-2020, se hizo del conocimiento de la Administración que la respuesta brindada en el oficio 0576-2020 no brindaba la certeza suficiente al Equipo Auditor para confirmar que los tramos de subbase con incumplimientos fueron subsanados adecuadamente. Ante lo anterior y como descargo al informe en versión preliminar, la Administración indicó, mediante el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), que existieron errores al procesar la información que en su momento se presentó como respaldo y presenta la información corregida (ver Figura 4 y Figura 5).

Figura 4. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la plasticidad según lo indicado en el oficio DM-2021-2562

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento						Observación
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	IL (%)	IP (%)	Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	IL (%)	IP (%)	
19-0030-19	19-2880-19	km 15+430	2019-11-11	25	8	19-0005-20	19-0571-20	km 15+300 al 15+500 U	02/03/2020	24	6	-
19-0003-20	19-0268-20	km 9+850 LD y U	2020-01-31	24	7	19-0005-20	19-0283-20	km 9+700	01/02/2020	24	2	-
19-0005-20	19-0586-20	km 12+200	2020-03-02	25	9	19-0007-20	19-0753-20	km 12+400	06/03/2020	24	5	-
19-0005-20	19-0684-20	km 10+500 U	2020-02-26	24	7	19-0007-20	19-0769-20	km 10+585 U	02/03/2020	24	5	Se corrigió la fecha, se colocó mal anteriormente.
19-0007-20	19-1052-20	km 5+300 U	2020-03-24	24	7	19-0007-20	19-1055-20	5+800 U	24/03/2020	24	6	

Fuente: DM-2021-2562, 2021

Figura 5. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la plasticidad según lo indicado en el oficio DM-2021-2562

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento						Observación						
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Granulometría B					Informe	Muestra	Ubicación		Fecha de muestreo	Granulometría B				
				2"	3/4"	Nº4	Nº40	Nº200					2"	3/4"	Nº4	Nº40	Nº200	
19-0026-19	19-2304-19	km 17+470 al 17+780 LD	02/09/2019	97	64	40	25	11.8	19-0026-19	19-2340-19	km 17+680 LD	04/09/2019	100	66	35	20	8.8	Se corrigió el lado, un error involuntario en el informe. Registro de calidad LGC RC-41: 1790-2020.
19-0026-19	19-2305-19	km 17+780 al 17+920 LD	02/09/2019	98	66	38	20	11.2	19-0003-20	19-0263-20	km 17+840 LD	15/01/2020	100	69	40	22	11.3	Se corrigió el lado, un error involuntario en el informe. Registro de calidad LGC RC-41: 4309-2019.
19-0026-19	19-2408-19	km 4+600	2019-09-14	100	69	26	11	6.2	19-0030-19	19-2933-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	36	17	7.4	
19-0026-19	19-2497-19	km 13+400 LD	2019-09-26	100	67	24	8	3.4	19-0007-20	19-0668-20	km 13+450 LD	2020-03-12	100	79	39	18	9.4	Se colocó la muestra que representa la reparación del tramo.
19-0028-19	19-2549-19	km 4+580 LD	2019-10-08	100	70	27	12	6.4	19-0030-19	19-2933-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	36	17	7.4	
19-0030-19	19-2946-19	km 6+180 LD	2019-11-14	100	66	17	9	4.4	19-0007-20	19-0662-20	km 6+180 LD	2020-03-12	100	75	39	21	10.1	Se revisó con los informes de campo de inspectores y se corrigió. Registro de calidad LGC RC-41: 2011-2020.
19-0003-20	19-0020-20	km 8+300 LD	2020-01-07	100	82	25	9	4.1	19-0007-20	19-0664-20	km 8+300 LD	2020-03-12	100	90	50	22	10.2	
19-0003-20	19-0026-20	km 9+440 LD	2020-01-08	100	83	27	12	7.2	19-0003-20	19-0257-20	km 9+980 LD y U	2020-01-31	100	73	35	18	10.3	
19-0003-20	19-0036-20	km 9+600 U	2020-01-09	100	84	27	11	5.0	19-0005-20	19-0283-20	km 9+700	2020-02-01	100	83	38	19	8.3	
19-0003-20	19-0074-20	km 11+316 U y LD	2020-01-09	100	74	25	22	15.8	19-0005-20	19-0273-20	km 11+500	2020-02-05	100	81	43	22	11.8	
19-0003-20	19-0258-20	km 18+640 LD	2020-01-30	100	62	29	15	7.9	19-0003-20	19-0258-20	km 18+740 LD	2020-01-31	100	64	32	16	6.4	
19-0003-20	19-0259-20	km 15+000	2020-01-31	100	78	22	10	5.6	19-0007-20	19-0766-20	km 15+410 LD	2020-03-02	100	82	44	24	13.9	
19-0007-20	19-0843-20	km 6+180 U	2020-02-12	100	91	35	34	24	19-0007-20	19-1067-20	km 6+180 U	2020-03-25	100	83	42	18	8.2	Se revisó con los informes de campo de inspectores y se corrigió. Registro de calidad LGC RC-41: 2011-2020.
19-0007-20	19-0845-20	km 8+500 U	2020-03-12	100	92	30	22	10.9	19-0007-20	19-1065-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	87	41	17	6.9	Se corrigió el lado, un error involuntario en el informe. Registro de calidad LGC RC-41: 2019-2020.
19-0007-20	19-1038-20	km 10+500	2020-03-23	94	65	21	9	6.3	19-0007-20	19-1158-20	km 10+500	2020-03-30	100	81	47	23	11.0	
19-0007-20	19-1046-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	93	31	25	10.2	19-0007-20	19-1045-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	87	41	17	6.9	Se corrigió el lado, un error involuntario en el informe. Registro de calidad LGC RC-41: 2019-2020.

Fuente: DM-2021-2562, 2021



Es criterio del Equipo Auditor que las correcciones realizadas a la información presentada como respaldo al oficio 0576-2020 evidencian debilidades en la trazabilidad de la información del proyecto, que a la postre pueden generar riesgos de veracidad de la información que debe quedar consignada en los registros, particularmente sobre aquellos acontecimientos relevantes que impactan (o podrían impactar a futuro) la calidad final del proyecto que se construye.

## 9.2 Sobre la calidad de los materiales

Los análisis de la calidad de los materiales se realizaron con base en los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de verificación de la calidad y que fueron compilados en los informes a los que tuvo acceso esta Unidad de Auditoría Técnica Externa durante la ejecución de la auditoría.

Los plazos de análisis para cada material se seleccionaron de manera aleatoria. Para el material de subbase, el plazo del análisis abarca los meses comprendidos entre setiembre de 2019 y marzo de 2020. El plazo de análisis para la base estabilizada con cemento abarca los meses comprendidos entre abril de 2020 y setiembre de 2020. Para la mezcla asfáltica en caliente, el periodo de análisis abarca los meses comprendidos entre setiembre de 2020 y diciembre de 2020. También se analizaron los resultados obtenidos por el LanammeUCR entre abril de 2020 y febrero de 2021.

La evaluación de la base estabilizada con cemento se realizó de conformidad con lo establecido en el Cartel de Licitación del proyecto, la Orden de Modificación N°11 y los diseños aprobados: E02 40-016-2020 (fuentes: 11+500 y 12+100) y E03 18-021-2020 (fuente: 10+500).

Para el análisis de la mezcla asfáltica en caliente se tomaron como referencia los diseños aprobados E01 18-245-2020 (del 03/09/2020 al 15/11/2020), E02 18-245-2020 (del 16/11/2020 al 13/12/2020) y 18-300-2020 (del 14/12/2020 al 22/12/2020). Los plazos (indicados entre paréntesis) en los que aplica cada diseño se establecieron según lo indicado en el oficio DM-2021-2109 (de fecha 08/02/2021). En total se analizaron seis lotes correspondientes a los resultados de ensayo de los meses de setiembre de 2020, octubre de 2020, noviembre de 2020 (dividido en dos lotes pues el 15/11/2020 hay un cambio del diseño E01 18-245-2020 al diseño E02 18-245-2020) y diciembre de 2020 (dividido en dos lotes pues el 14/12/2020 hay un cambio del diseño E02 18-245-2020 al diseño 18-300-2020).

En la nota informe LM-IC-D-0899-2020 (de fecha 09/10/2020), se comunicó a la Administración los resultados del análisis realizado para el periodo comprendido entre los meses de setiembre de 2019 y marzo de 2020. En la nota informe LM-IC-D-0143-2021 (de fecha 19/02/2021), se comunicó a la Administración los resultados del análisis realizado para el periodo comprendido entre los meses de abril de 2020 y diciembre de 2020. La Administración brindó respuesta a las notas enviadas mediante los oficios DM-2020-4070 (de fecha 27/10/2020) y DM-2021-2194 (de fecha 12/03/2021), respectivamente.





**Hallazgo No. 2. Dos de los factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor para la graduación de los lotes analizados del material de base estabilizada con cemento colocado en el proyecto caen en la zona de rechazo. Para los restantes tres lotes analizados se obtuvo un factor de pago reducido.**

Según la sección 107.05 del Cartel de Licitación y la Orden de Modificación N°11 (OM11) del proyecto, para la granulometría del material de base estabilizada aplica la evaluación estadística y determinación del factor de pago. Dado lo anterior, el Equipo Auditor procedió a determinar el factor de pago según los resultados de los ensayos de verificación realizados (ver Tabla 3).

*Tabla 3. Factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor para la base estabilizada según los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para la granulometría del material*

Mes	Factor de pago (%)													
	Granulometría													
	E02 40-016-2020							E03 18-021-2020						
	38,1 mm	19 mm	9,5 mm	N°4	N°40	N°200	FP	38,1 mm	19 mm	9,5 mm	N°4	N°40	N°200	FP
Abril 2020	100	95	82	Rechazar	75	87	Rechazar	-	-	-	-	-	-	-
Mayo 2020								100	100	Rechazar	Rechazar	Rechazar	89	Rechazar
Junio 2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Julio 2020	100	100	80	83	80	92	80	100	100	100	88	100	100	88
Agosto 2020	100	100	78	80	94	83	78	-	-	-	-	-	-	-
Setiembre								-	-	-	-	-	-	-

-No hay muestras en el periodo correspondiente.

Como se observa en la Tabla 3, al realizar la evaluación estadística para los lotes de material de base estabilizada, se determina que los lotes de abril, mayo y junio de 2020 caen en la zona de rechazo. Para los restantes tres lotes se determinó un pago reducido.

En el oficio DM-2021-2562, la Administración indica que los apilamientos que presentaron incumplimientos fueron rechazados. Por lo tanto, el factor de pago fue del 100 % para todos los agregados que fueron colocados en el proyecto. No obstante, en el oficio DM-2021-2562, la Administración no adjunta oficios u otra evidencia que permita al Equipo Auditor tener la certeza que todos los apilamientos que presentaron incumplimientos fueron rechazados. Ante lo anterior, el Equipo Auditor optó por calcular los factores de pago con la información que le fue suministrada y documentar los resultados.

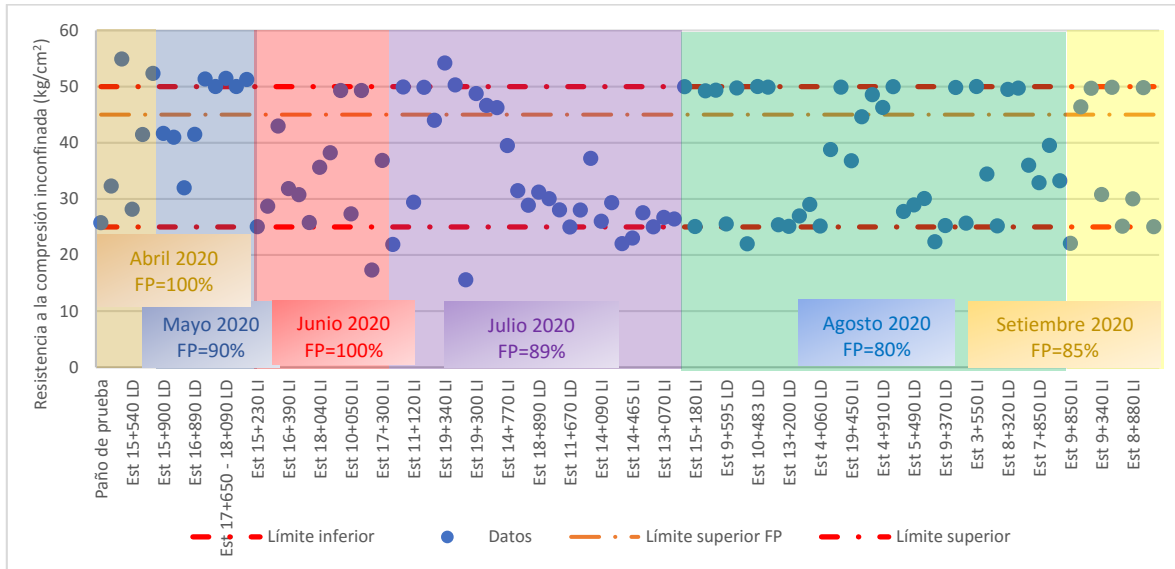
**Hallazgo No. 3. Se determinó un factor de pago reducido en cuatro de los seis lotes analizados por el Equipo Auditor para la resistencia de la base estabilizada con cemento.**

En la Figura 6, se muestran los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para la resistencia a la compresión de las muestras de base estabilizada con cemento. Para cada mes se indica el factor de pago obtenido por el Equipo Auditor según los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación y el procedimiento descrito en la Orden de Modificación N°11.



Como se puede observar en la Figura 6, para 4 de los 6 lotes analizados por el Equipo Auditor se determinó un pago reducido. Adicionalmente, se puede observar que algunas muestras tienen una resistencia por fuera de los límites establecidos.

Figura 6. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para la resistencia a la compresión inconfiada de las muestras de base estabilizada con cemento



Fuente: LCG, 2020

En la Tabla 4, se muestra una lista con los tramos cuyas muestras tienen una resistencia por fuera de los límites establecidos. En el oficio 0576-2020, la Supervisión indica que para algunos de los tramos con resistencias por fuera de los límites establecidos se extrajeron núcleos para confirmar la resistencia a la compresión (ver última columna de la Tabla 4).



Tabla 4. Tramos de base estabilizada con cemento cuyas muestras tienen una resistencia a la compresión por fuera de los límites establecidos

Ubicación	Fecha de muestreo	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión núcleo (kg/cm <sup>2</sup> )
Est 15+410 LD	16/4/2020	54,9	44,4
Est 15+735 LD	25/4/2020	52,4	44,0
Est 17+050 - 17+120 y 17+300 -17+350 LD	11/5/2020	51,4	44,3
Est 17+650 - 18+090 LD	13/5/2020	51,5	43,8
Est 18+290 -18+440 LD	15/5/2020	51,3	44,1
Est 10+580 LI	30/6/2020	17,3	30,0
Est 11+050 LI	1/7/2020	21,9	29,3
Est 19+340 LI	3/7/2020	54,2	43,9
Est 11+730 LI	4/7/2020	50,3	-
Est 12+030 LI	4/7/2020	15,6	30,5
Est 11+670 LD	16/7/2020	24,98	-
Est 14+300 LI	18/7/2020	22,0	-
Est 14+465 LI	20/7/2020	23,0	-
Est 12+370 LD	5/8/2020	22,0	28,2
Est 5+830 LD <sup>1</sup>	19/8/2020	22,4	-
Est 9+850 LI	1/9/2020	22,1	30,9

- No se reporta la resistencia a la compresión de los núcleos de base estabilizada.

<sup>1</sup>En el oficio DM-2021-2194, la Administración brinda evidencia fotográfica de la reconstrucción del tramo por el incumplimiento evidenciado.

Llama la atención que para los tramos Est 17+050 - 17+120 y 17+300 -17+350 LD, Est 17+650 - 18+090 LD y Est 18+290 -18+440 LD se haya decidido extraer núcleos cuando tanto el laboratorio de Autocontrol como el de Verificación obtuvieron resistencias superiores a 50 kg/cm<sup>2</sup>. Lo anterior contrario a lo indicado en la sección 304.16 de la Orden de Modificación N°11, donde se indica que los tramos con resistencias mayores a los 50 kg/cm<sup>2</sup> o menores a 25 kg/cm<sup>2</sup> deben ser reconstruidos.

En el oficio DM-2021-2194, la Administración indica que la decisión de extraer núcleos se debe a que el Contratista presentó un estudio adicional, basado en pruebas de recuperación y falla de testigos, por lo que se tomó la decisión de realizar una verificación adicional, con la que se pudo comprobar que, al extraer testigos adicionales, y fallarlos, se obtuvieron resultados similares a los presentados por el Contratista.

La decisión de extraer núcleos para aceptar paños de base estabilizada no es compartida por el Equipo Auditor, ya que los núcleos extraídos se ensayan a una edad que difiere a la establecida en los documentos contractuales, por lo cual las condiciones en las que se evaluaron los núcleos extraídos no son equivalentes a las del moldeo y falla de especímenes a 7 días (requerimiento contractual). Por tanto, los resultados de la falla de núcleos no pueden ser considerados equivalentes a los resultados de la falla de especímenes a 7 días.

Además, según el boletín técnico N°19 (PITRA LanammeUCR, 2011):



**“El QC de la resistencia en el campo debe hacerse moldeando cilindros. Aun cuando hayan pasado más de 28 días, al extraer núcleos con broca de diamante se podría alterar la muestra en virtud de la vibración que se presenta al cortar con la broca las partículas duras del agregado. Este fenómeno es más significativo en las bases de menor resistencia y con agregado de mayor dureza”.** (lo destacado no es del texto original)

Importante mencionar, que según lo indicado en la Orden de Modificación N°11, se utiliza como referencia el boletín técnico N°19 para incrementar el límite superior de la resistencia de la base estabilizada de 45 kg/cm<sup>2</sup> a 50 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, se omite la advertencia incluida en dicho boletín sobre el perjuicio de extraer núcleos en la base estabilizada.

También llama la atención que los núcleos extraídos en los tramos con resistencias superiores al límite superior establecido en los documentos contractuales alcanzan una resistencia inferior a la de los especímenes moldeados y fallados a 7 días. En contraparte, los núcleos extraídos en tramos con resistencias inferiores al límite inferior permitido alcanzan una resistencia superior a la de los especímenes moldeados y fallados a 7 días. Por lo que no hay una tendencia clara en el comportamiento de la resistencia de los núcleos extraídos respecto a la resistencia de especímenes moldeados y fallados a 7 días.

Entre las actas de No Conformidad a las que tuvo acceso el Equipo Auditor, únicamente el acta de No Conformidad N°21 se relaciona con la resistencia a la compresión de las pastillas de base estabilizada; sin embargo, los tramos mencionados en esta acta de No Conformidad no coinciden con los señalados en la Tabla 4.

Por su parte, el LanammeUCR realizó dos muestreos del material de base estabilizada en el proyecto (ver Tabla 5). Según los resultados obtenidos por el LanammeUCR, hay una diferencia importante en la resistencia obtenida en la base estabilizada en planta y estabilizada en campo. La muestra de base estabilizada en planta alcanzó una resistencia a la compresión menor a la mínima requerida. Por su parte, la muestra de base estabilizada en campo tiene una resistencia que se encuentra en el rango de aplicación del factor de pago (45 – 50 kg/cm<sup>2</sup>). Los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación muestran un comportamiento similar al obtenido por el LanammeUCR.



Tabla 5. Resultados obtenidos por el LanammeUCR para la base estabilizada del proyecto

Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión promedio
Límite inferior				25	25
Límite superior				45	45
I-0700-2020	M-0737-2020	Est 9+595 LD Dosificación en planta	4/8/2020	16,4	15,1
I-0700-2020	M-0737-2020			15,1	
I-0700-2021	M-0737-2020			13,8	
I-0700-2022	M-0737-2020			15,1	
I-0700-2023	M-0739-2020	Est 10+483 LD Dosificación en campo	5/8/2020	44,8	46,3
I-0700-2024	M-0739-2020			45,9	
I-0700-2025	M-0739-2020			49,2	
I-0700-2026	M-0739-2020			45,3	

**Hallazgo No. 4. Se evidenciaron incumplimientos en los parámetros Marshall de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto y no se emitió una No Conformidad relacionada con estos incumplimientos.**

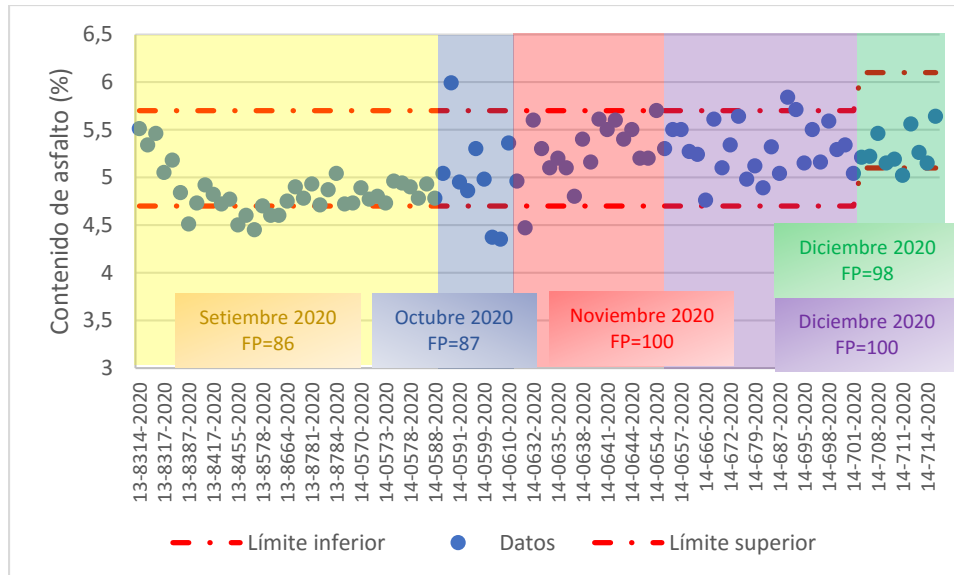
En la Figura 7, se muestran los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para el contenido de asfalto de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto. Para tres de los cinco lotes analizados, el Equipo Auditor determinó un factor de pago reducido.

En la Figura 8, se muestran los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para los vacíos de aire de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto. El Equipo Auditor determinó un pago reducido en cuatro de los cinco lotes analizados.

Todos los resultados analizados para el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (ver Figura 9), razón polvo/asfalto (ver Figura 11) y estabilidad Marshall (ver Figura 12) se encuentran dentro de los límites establecidos en los documentos contractuales. Por su parte, algunos de los resultados obtenidos para el porcentaje de vacíos llenos de asfalto (ver Figura 10) y flujo Marshall (ver Figura 13) se encuentran por fuera de los límites establecidos en los documentos contractuales para estos parámetros. Para estos parámetros no aplica la determinación del factor de pago según lo establecido en los documentos contractuales.

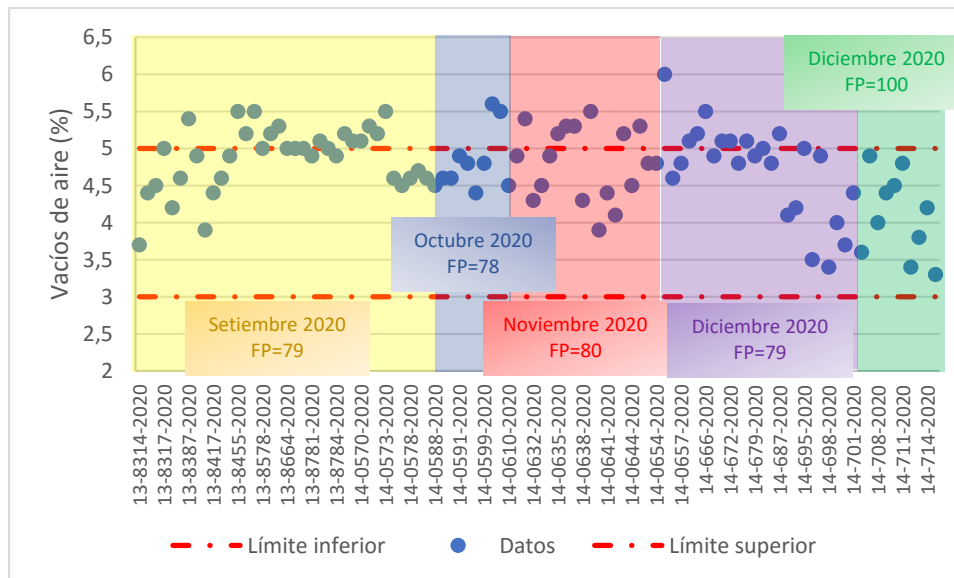
El Equipo Auditor no identificó ningún acta de No Conformidad relacionada con los incumplimientos mencionados previamente.

Figura 7. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para el contenido de asfalto de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



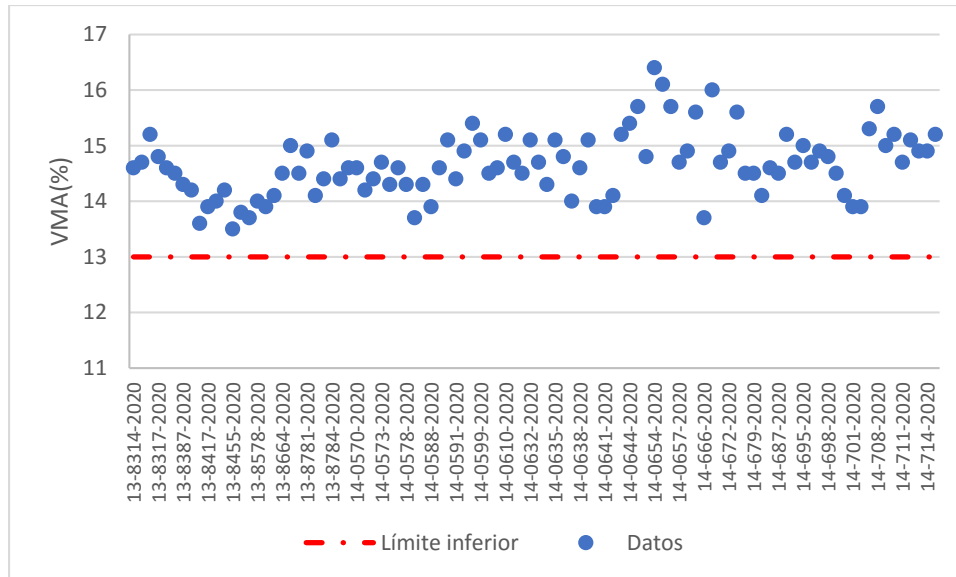
En el mes de diciembre hay un cambio del diseño de mezcla asfáltica E02 18-245-2020 al diseño 18-300-2020  
Fuente: LCG, 2020

Figura 8. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para los vacíos de aire de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



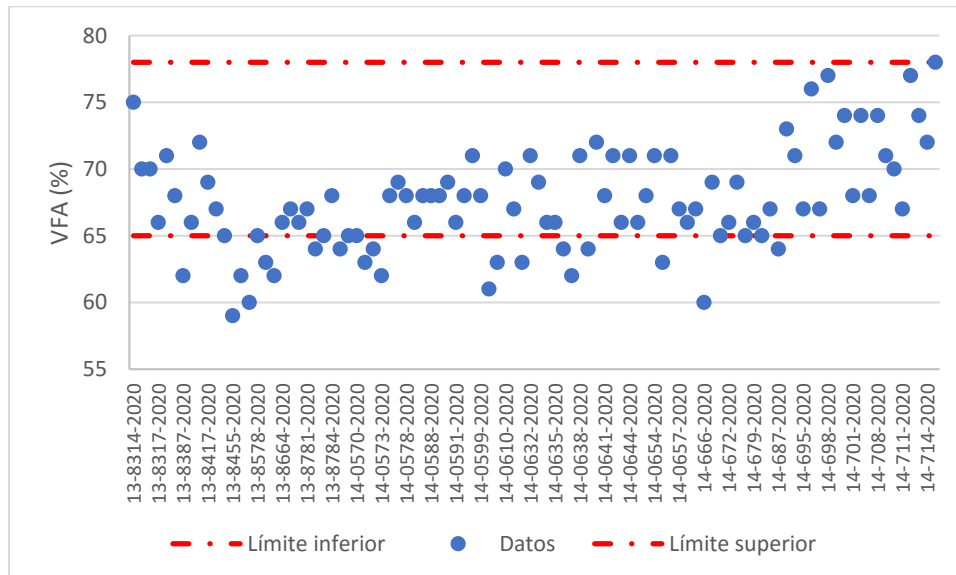
En el mes de diciembre hay un cambio del diseño de mezcla asfáltica E02 18-245-2020 al diseño 18-300-2020  
Fuente: LCG, 2020

Figura 9. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para los vacíos en el agregado mineral (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



Fuente: LCG, 2020

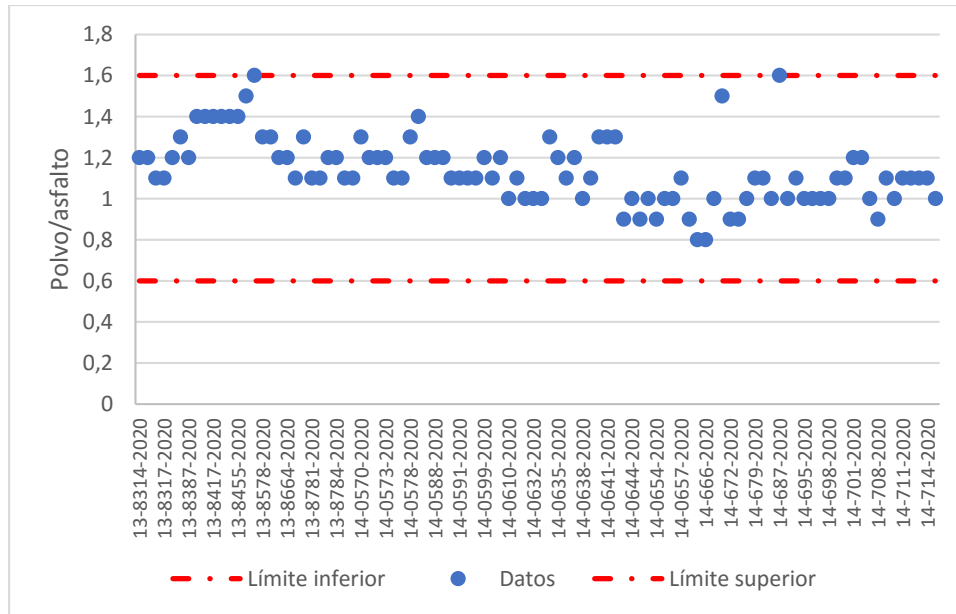
Figura 10. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para los vacíos llenos de asfalto (VFA) de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



Fuente: LCG, 2020

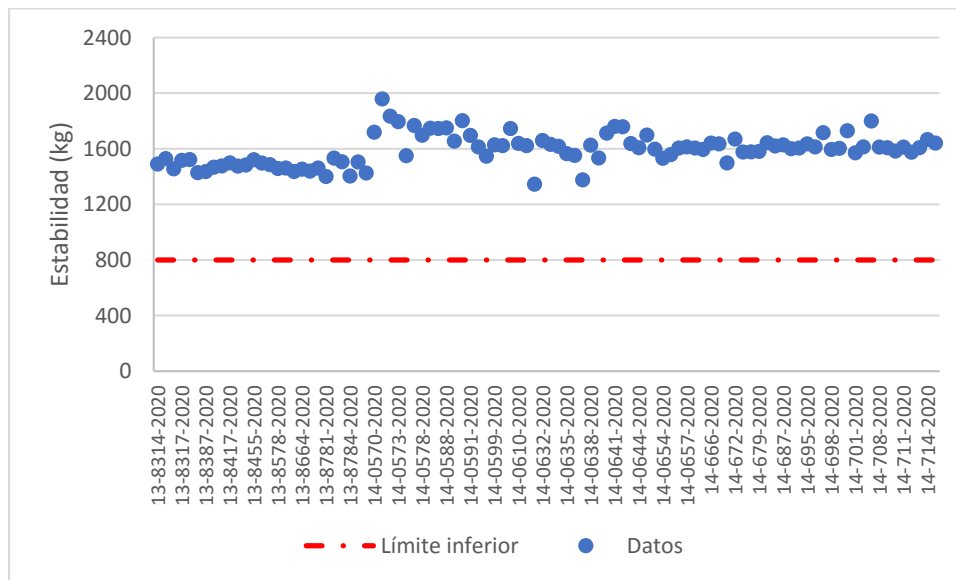


Figura 11. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para la razón polvo asfalto de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



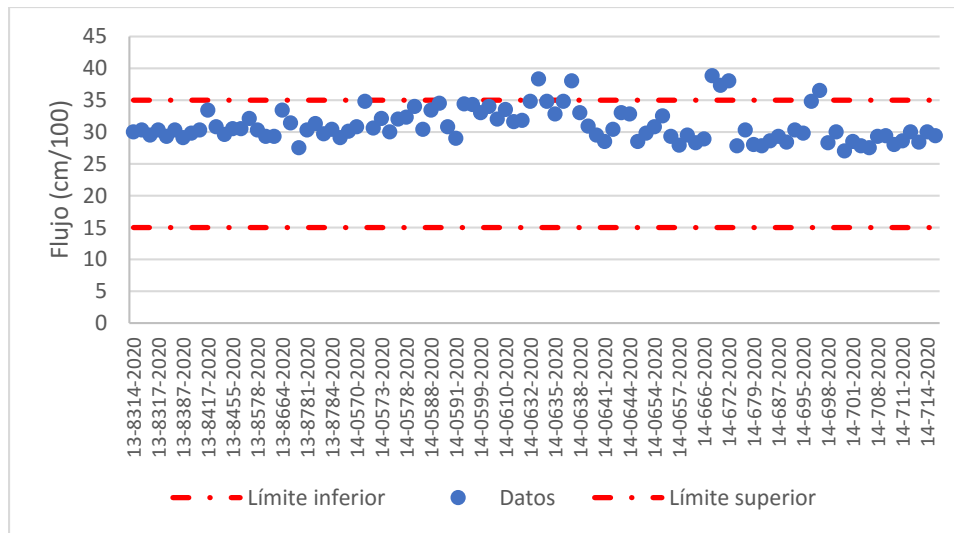
Fuente: LCG, 2020

Figura 12. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para la estabilidad Marshall de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



Fuente: LCG, 2020

Figura 13. Resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para el flujo Marshall de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto



Fuente: LCG, 2020

Por su parte, el LanammeUCR realizó seis muestreos de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto. Al igual que los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación, los muestreos realizados por el LanammeUCR evidencian incumplimientos en algunos de los parámetros evaluados (ver Tabla 6).

Tabla 6. Resultados obtenidos por el LanammeUCR para la mezcla asfáltica colocada en el proyecto

E01 18-245-2020										
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Contenido asfalto (%)	Vacíos aire (%)	VMA (%)	VFA (%)	Estabilidad (kg)	Flujo (cm/100)	Polvo/asfalto
Límite inferior				5,7	5,0	-	78	-	35	1,6
Límite superior				4,7	3,0	13,0	65	800	15	0,6
I-0904-2020	0947-2020	11+700 LI	16/9/2020	4,66	8,1	15,7	49	1719	34	1,5
I-0905-2020	0949-2020	12+540 LI	17/9/2020	3,86	7,4	13,3	45	1687	33	1,4
E02 18-245-2020										
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Contenido asfalto (%)	Vacíos aire (%)	VMA (%)	VFA (%)	Estabilidad (kg)	Flujo (cm/100)	Polvo/asfalto
Límite inferior				5,7	5,0	-	78	-	35	1,6
Límite superior				4,7	3,0	13,0	65	800	15	0,6
I-0972-2020	1286-2020	17+100	26/11/2020	5,87	5,2	15,5	67	1713	26	1,2
I-0973-2020	1287-2020	17+160	26/11/2020	5,37	6,1	15,8	61	1677	25	1,4
E01 18-300-2020										
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Contenido asfalto (%)	Vacíos aire (%)	VMA (%)	VFA (%)	Estabilidad (kg)	Flujo (cm/100)	Polvo/asfalto
Límite inferior				6,1	5,0	-	78	-	35	1,6
Límite superior				5,1	3,0	13,0	65	800	15	0,6
I-0142-2021	0074-2021	7+650 LI	19/1/2021	5,68	2,4	13,1	82	1988	29	1,6
I-0142-2021	0075-2021	8+005 LI	19/1/2021	5,76	2,2	13,2	83	1969	29	1,6



**Hallazgo No. 5. El Equipo Auditor determinó que uno de los lotes de mezcla asfáltica en caliente analizados cae en la zona de rechazo según la sección 107.05 del Cartel de Licitación. Para los restantes cinco lotes analizados, se determinó un factor de pago reducido.**

La Tabla 7 muestra los factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor para cada lote de mezcla asfáltica analizado. Como se observa en dicha tabla, el Equipo Auditor determinó que el lote de noviembre 2020 correspondiente al diseño E01 18-245-2020 cae en la zona de rechazo del material. El Equipo Auditor determinó un factor de pago reducido para los restantes cinco lotes analizados.

*Tabla 7. Resumen de los factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor según los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación para la mezcla asfáltica colocada en el proyecto*

Mes	Factor de pago (%)											
	Contenido de asfalto	Vacíos de aire	Vacíos en sitio	Granulometría							FP Lote <sup>3</sup>	
				19 mm	12,5 mm	9,5 mm	N°4	N°8	N°30	N°50		N°200
Setiembre 2020	86	79	97	98	100	100	100	100	100	100	100	84,4
Octubre 2020	87	78	100	100	95	85	100	100	100	100	100	84,6
Noviembre 2020 <sup>1</sup>	100	80	100	94	90	Rechazar	100	100	100	100	100	Rechazar
				83	97	100	100	100	100	100	100	86,0
Diciembre 2020 <sup>2</sup>	100	79	94	100	100	89	81	99	100	100	100	83,5
	98	100	100	100	100	93	78	82	100	100	100	84,6

<sup>1</sup>Hay un cambio del diseño E01 18-245-2020 (primera fila de Noviembre 2020) al diseño E02 18-245-2020 (segunda fila de Noviembre 2020). Rige a partir del 15 de noviembre de 2020.

<sup>2</sup>Hay un cambio del diseño E02 18-245-2020 (primera fila de Diciembre 2020) al diseño 18-300-2020 (segunda fila de Diciembre 2020). Rige a partir del 14 de diciembre de 2020.

<sup>3</sup>El factor de pago del lote se determinó según lo indicado en la sección 107.05.03 ( $FP=0,3*FPQ+0,7*FPC$ ), donde FPQ es el factor de pago por calidad y FPC es el factor de pago por compactación. Según la sección 107.05.03, el FPQ corresponde al parámetro con el mayor porcentaje de incumplimiento.

**Hallazgo No. 6. Seis de los núcleos extraídos por el LanammeUCR tienen un espesor menor al establecido en el diseño de pavimento aprobado.**

El LanammeUCR también procedió a extraer núcleos con la intención de verificar el porcentaje de vacíos y el espesor de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto. Cuatro de los núcleos extraídos por el LanammeUCR tienen un contenido de vacíos por fuera de los límites permitidos (ver Figura 14). Por su parte, seis de los núcleos extraídos tienen un espesor menor al establecido en el diseño de pavimentos (ver Figura 15).

Figura 14. Resultados obtenidos por el LanammeUCR para el porcentaje de vacíos en el sitio de colocación (núcleos) de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto

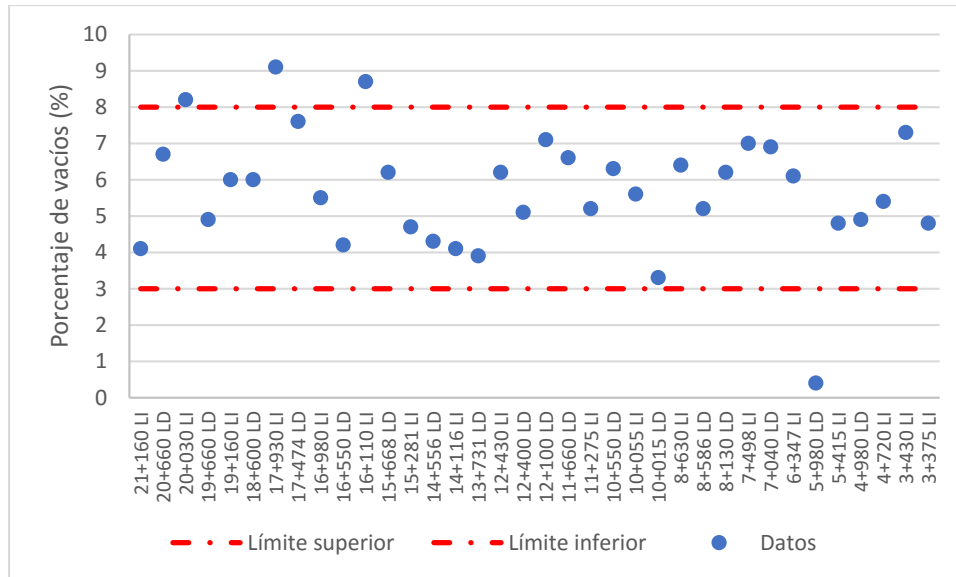
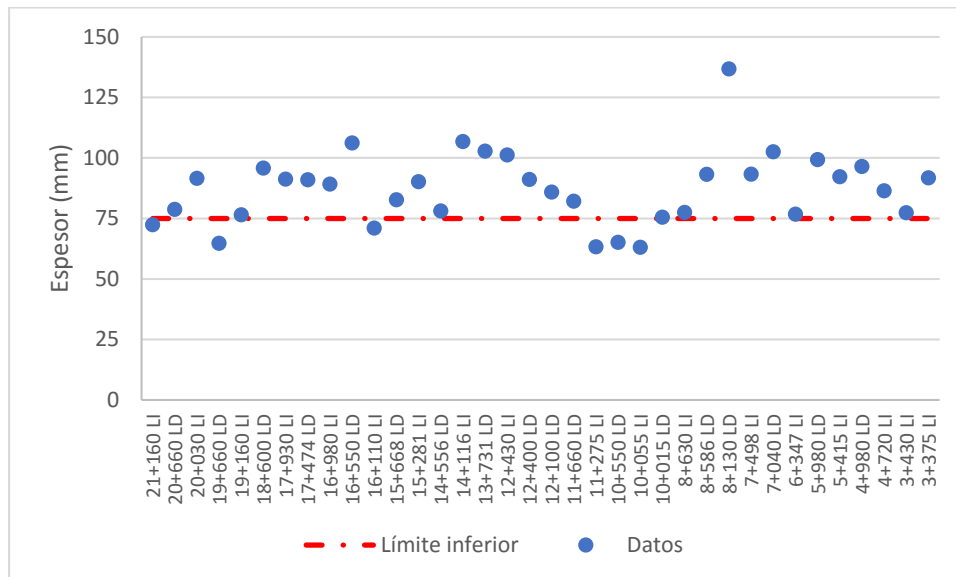


Figura 15. Resultados obtenidos por el LanammeUCR para el espesor de los núcleos extraídos de la mezcla asfáltica colocada en el proyecto



Los tramos que presentaron un espesor menor al de diseño según los núcleos extraídos por el Equipo Auditor se ubican en los estacionamientos 21+160 LI, 19+660 LD, 16+110 LI, 11+275 LI, 10+550 LD y 10+055 LI. En estos tramos se debe prestar especial atención dado que se pueden presentar deterioros prematuros pues tienen una capacidad estructural menor a la establecida en el diseño de pavimentos.

Según lo indicado en el oficio DM-2021-2562, posterior a la reunión de presentación de los resultados preliminares del informe (de fecha 30/04/2021), el equipo de proyecto procedió

a extraer núcleos en las zonas aledañas a los sitios donde el Equipo Auditor identificó espesores de la carpeta asfáltica menores al espesor de diseño (ver Figura 16).

Figura 16. Espesores de núcleos extraídos por el equipo de proyecto

Estación	Espesor (mm)
10+067	75
10+550	76
11+260	72
16+110	80
19+660	80
21+160	77

Fuente: DM-2021-2562, 2021

### 9.3 Sobre los procesos constructivos

**Hallazgo No. 7. La planificación inadecuada de las actividades por parte del Contratista ocasionó el deterioro progresivo y severo de los tramos de base estabilizada con cemento y los trabajos de reparación realizados no obedecen a las mejores prácticas de la ingeniería ni garantizan el adecuado desempeño del pavimento.**

Durante la visita realizada el 7 de setiembre de 2020 al proyecto, se observó que la base estabilizada con cemento estuvo expuesta al tránsito de vehículos y a la acción erosiva de la lluvia por un tiempo prolongado, al punto de que se generaron deterioros en la base estabilizada (ver Figura 17).

Figura 17. Deterioros en la base estabilizada con cemento en diversos tramos del proyecto. Fecha de las fotografías: 07/09/2020







En la visita realizada el 26 de octubre de 2020, se observó que, producto de las lluvias y el tránsito de vehículos sobre la base estabilizada, los deterioros identificados previamente presentaban una mayor severidad (ver Figura 18). Se identificaron deterioros de hasta 9 cm de profundidad.

*Figura 18. Deterioros en la base estabilizada con cemento. Estacionamiento: 5+450. Fecha de las fotografías: 26/10/2020*



En la visita realizada el 20 de enero de 2021, se observó que los tramos de base estabilizada presentaban, de forma generalizada, un deterioro del sello de imprimación, con



desgaste y pérdida del espesor de la base estabilizada con cemento (ver Figura 19). También se identificaron deterioros de hasta 7 cm de profundidad (ver Figura 20), lo cual corresponde al 35% del espesor total de la capa de base estabilizada en el punto del deterioro.

*Figura 19. Pérdida de sello de imprimación y espesor de la capa de base estabilizada. Estacionamientos: 7+750 (izquierda) y 4+665 (derecha). Fecha de las fotografías: 20/01/2021*



*Figura 20. Deterioro en la base estabilizada con pérdida de espesor de hasta 7 cm. Estacionamiento: 9+700. Fecha de las fotografías: 20/01/2021*



La aparición de estos deterioros en la base estabilizada puede afectar la regularidad de la superficie de ruedo y la adherencia entre la base estabilizada y la carpeta asfáltica. Además, existe el riesgo de que la capacidad estructural del pavimento se vea afectada si la reparación de los deterioros no se realiza de manera adecuada.

En relación con los múltiples deterioros evidenciados, la sección 304.05 del Cartel de Licitación indica:

**“La colocación de las capas de base se realizará de manera tal que en ningún momento haya más de 1.500 m lineales expuestos por frente de trabajo sin que se haya iniciado la colocación de la capa de imprimación u otra capa que proteja la base. El Contratista será responsable de tomar las medidas del caso para evitar**



que las capas de material colocado sufran algún proceso que afecte su compactación o integridad una vez que este proceso fuese aprobado por la Supervisión. **En caso de que algún tramo aprobado de la capa de base se degenere por el motivo que sea (salvo caso fortuito), la Supervisión ordenará su arreglo o sustitución según sea el caso; el costo de esta actividad correrá por cuenta del Contratista, incluyendo el costo de las pruebas de laboratorio de materiales y la revisión topográfica del tramo en cuestión**". (Lo destacado no es del texto original)

Según lo anterior, no debió existir un avance de más de 1500 m en el frente de estabilización sin la colocación de una capa de protección para la base estabilizada. En el caso del proyecto, el Contratista aplicó un sello de imprimación; sin embargo, el mismo se deterioró parcial o totalmente en las diferentes secciones del proyecto a lo largo del proceso de ejecución. Esto generó que la base no tuviera ningún tipo de protección, desencadenando en los daños evidenciados. No obstante, a pesar de la aparición de los primeros deterioros en la capa estabilizada, y considerando la falta de programación de la empresa contratista para colocar la carpeta asfáltica y proteger los paños de base estabilizada ya colocados, las partes responsables no restringieron el avance del frente de estabilización, superando los 1500 m indicados en la especificación.

Según los registros del Equipo Auditor, el periodo de exposición de la base estabilizada sin la colocación de la capa de ruedo llegó a extenderse por un periodo mayor a 5 meses en algunas secciones, lo cual originó el deterioro progresivo de estas secciones hasta el grado de severidad evidenciado.

Según lo indicado en el oficio MSD-LGC-2021-105 (de fecha 18/02/2021), en el período comprendido entre el 1 de julio y el 24 de agosto de 2020, RECOPE suspendió el suministro de emulsiones a todo el país<sup>1</sup>. Esta suspensión en el suministro de emulsiones afectó el programa de trabajo del proyecto; no obstante, se enfatiza la importancia de que las partes responsables restringieran el avance del frente de estabilización, pues no se disponía de las condiciones para salvaguardar los tramos de base estabilizada contra la intemperie y permitió el deterioro acelerado de estos tramos durante este lapso.

En el oficio MSD-LGC-2020-476 (de fecha 24/09/2020), la Supervisión del proyecto indica que los deterioros evidenciados por el Equipo Auditor forman parte del proceso normal de construcción y puntos de vista de especialistas que no comparten tiempo completo en el proyecto. Acotación que no es compartida por el Equipo Auditor, pues se pudieron haber tomado medidas de planificación, prevención y protección que pudieron haber mitigado los deterioros observados. Por ende, los deterioros identificados no forman parte del proceso normal de construcción, sino que obedecen a una planificación inadecuada del proceso constructivo de parte del Contratista y van en detrimento de la calidad final y del desempeño del pavimento construido.

En el oficio MSD-LGC-2021-105, la Supervisión indica que debido a la "baja calidad" de la emulsión asfáltica disponible en Costa Rica no se obtuvieron penetraciones suficientes para

<sup>1</sup> La suspensión en el suministro de emulsiones fue total entre el 1 de julio y el 28 de julio y parcial (entrega según disponibilidad) entre el 29 de julio y el 23 de agosto.

la adecuada adherencia del riego de imprimación y, debido a esto, el simple paso de un operario arranca tanto el riego de liga como la imprimación. Si bien, debido a la baja compatibilidad química existente entre el agregado utilizado y la emulsión disponible y el tiempo de rompimiento de la misma, la acotación de la Supervisión puede ser verdadera, es criterio del Equipo Auditor que la severidad de los deterioros evidenciados se debe esencialmente a la exposición prolongada de la base estabilizada al tránsito y a la intemperie.

Previo a la colocación de la carpeta asfáltica, el Contratista procedió a realizar reparaciones en los deterioros de la base estabilizada. Las reparaciones realizadas por el contratista consistían en la descarga de mezcla asfáltica por delante del frente de pavimentación en las zonas afectadas. Los cúmulos del material eran distribuidos con el balde de la retroexcavadora a lo largo de la sección deteriorada (ver Figura 21). Posteriormente, se realizaba la compactación de esta capa con una pasada del rodillo liso (plancha).

*Figura 21. Proceso constructivo adoptado por el Contratista para la reparación de los deterioros de la base estabilizada. Estacionamiento: 8+115. Fecha de las fotografías: 20/01/2021*



La técnica de las reparaciones adoptada es catalogada por el Equipo Auditor como un “bacheo de urgencia”, en perjuicio del acabado y capacidad estructural del pavimento. Lo anterior se concluye a partir de que no existe un control sobre el espesor del deterioro ni tampoco se cuadra el área afectada, lo cual genera que al momento de que se pase la compactadora en esas zonas se genere una capa irregular con diferencias de nivel en la misma reparación. Esta condición se evidencia en la Figura 22 correspondiente al frente de pavimentación del 20 de enero de 2021 y en la Figura 23, referente a reparaciones realizadas días previos en el estacionamiento 8+500, donde se observan diferencias de nivel en la misma reparación de hasta 2 cm, lo cual repercutirá directamente en el acabado funcional de la ruta.



Figura 22. Acabado irregular de la mezcla asfáltica colocada como reparación a los deterioros de la base estabilizada. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 20/01/2021



Figura 23. Acabado irregular de la mezcla asfáltica colocada como reparación a los deterioros de la base estabilizada. Estacionamiento: 8+500. Fecha de las fotografías: 20/01/2021



Otro aspecto sobre este tipo de reparación, es que la mezcla asfáltica utilizada en este tipo de “bacheo” no se densificará de forma correcta al ser una capa de un espesor reducido y al tener problemas de segregación térmica debido a la forma en que es manipulada. Cabe mencionar que el día 21 de enero de 2021, se observó que la mezcla asfáltica utilizada en estas reparaciones era lanzada desde el balde del retroexcavador (ver Figura 24). Este tipo de prácticas favorece a la segregación térmica del material.

Figura 24. Segregación de mezcla asfáltica en el proceso de reparación de deterioros. Estacionamiento: 8+350. Fecha de la fotografía: 21/01/2021



Desde el punto de vista del diseño estructural de pavimentos, es necesario indicar que hay secciones que quedarán en el proyecto con diferentes capacidades estructurales, ya que hay sectores de la ruta en los que, como se mencionó anteriormente, hay pérdidas de espesor de hasta 7 cm de la base estabilizada, los cuales serán sustituidos por mezcla asfáltica, el cual corresponde a un material de menor módulo según el diseño de pavimentos.

Es criterio del Equipo Auditor que la técnica de reparación adoptada por el Contratista no corresponde al estándar de calidad de un proyecto de obra nueva. La severidad de los deterioros, que se presentaban en gran parte de los tramos de base estabilizada, demandaba una intervención mayor desde el punto de vista del diseño estructural del pavimento y su acabado funcional.

El Equipo Auditor alertó a la Administración sobre la condición de la base estabilizada con cemento y de las posibles problemáticas que podían surgir si se permitía un deterioro avanzado de la base estabilizada mediante las notas informe LM-IC-D-0787-2020 (de fecha 17/09/2020), LM-IC-D-0996-2020 (de fecha 19/11/2020) y LM-IC-D-0087-2021 (de fecha 09/02/2021). Además, se alertó que los procedimientos realizados para subsanar los deterioros en la base estabilizada no garantizan el adecuado desempeño final del pavimento. La Administración brindó respuesta a las notas enviadas mediante los oficios DM-2020-3790 (de fecha 08/10/2020), DM-2021-2100 (de fecha 04/02/2021) y DM-2021-2156 (de fecha 26/02/2021), respectivamente.

**Hallazgo No. 8. El procedimiento constructivo llevado a cabo para la aplicación del riego de liga no satisface lo establecido en las secciones 414.04 y 414.06 del CR-2010 ni las buenas prácticas de la ingeniería.**

En la visita del 20 de enero de 2021, se observó que, como parte de la preparación de la superficie para la colocación de la capa de ruedo en la sección cercana al estacionamiento 8+115, el Contratista realizó el barrido de la superficie tanto de forma seca como húmeda. No obstante, según lo observado en sitio, a pesar de las múltiples pasadas que realizó el operario de la barredora en la sección a pavimentar, no se logró eliminar de forma total el

polvo y los agregados sueltos debido a los deterioros de la superficie. Además, se observó un importante volumen de material desplazado al costado del área por pavimentar, lo que permitió evidenciar la severidad del deterioro de la base estabilizada y la conformación de una superficie irregular previo a la pavimentación (ver Figura 25).

*Figura 25. Material de base estabilizada acumulado al costado de la vía posterior al barrido de la superficie. Superficie irregular con polvo y agregados sueltos previo a la colocación de la carpeta asfáltica. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 20/01/2021*



El proceso de aplicación del riego de liga se realizó de forma manual mediante una tanqueta y se aplicó únicamente en las secciones en donde, a criterio del Contratista, se había perdido el sello de imprimación.

La aplicación del riego de liga, evidenciada los días 20 y 21 de enero de 2021, se realizó sobre una superficie con deterioros en la cual no se lograba eliminar totalmente el polvo y en la cual se observaban partículas de agregado sueltas. Adicionalmente, la forma en que se aplicó el riego de liga no permitió tener un control sobre la tasa de dosificación de la emulsión asfáltica, ni brindar una cobertura uniforme por lo que en algunas secciones se generaba exceso del material y en otras no se alcanzaba cobertura (ver Figura 26, Figura 27 y Figura 28).

Las condiciones y la forma en la que se realizó el riego de liga comprometen la principal función del riego de liga, la cual es brindar adherencia entre las capas de la estructura de pavimento de manera que se comporten de forma monolítica ante la aplicación de cargas de tránsito. Al colocarse bajo condiciones de polvo, la emulsión asfáltica va a tender a adherirse a las partículas de polvo sobre la superficie y no así a la capa que se desea adherir. Además, el riego de liga colocado bajo estas condiciones es más susceptible al problema de arrastre por el ingreso de vagonetas a la zona de pavimentación.



Figura 26. Aplicación de emulsión asfáltica sobre material suelto. Empozamientos por excesos de tasa de dosificación. Estacionamiento: 8+115. Fecha de las fotografías: 20/01/2021



Figura 27. Condición de la superficie y del riego de liga en la cual se llevó a cabo la pavimentación. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 20/01/2021



Figura 28. Riego de liga no uniforme, sin cobertura total, sobre superficie con polvo y arrastre de riego de liga. Estacionamiento: 8+300. Fecha de la fotografía: 21/01/2021



Sobre el criterio asumido por el Contratista de colocar el riego de liga exclusivamente en las secciones donde se perdió el sello de imprimación, el Equipo Auditor difiere del mismo, ya que tal como se evidenció en la visita al sitio, las secciones en las que no se aplicó riego de liga estaban con deterioros, tal como se observa en la Figura 29. Además de la pérdida del riego de imprimación, la superficie se encuentra contaminada y con polvo producto del tránsito de vehículos, razón por la cual se compromete la adherencia de las capas en dichas secciones. Lo anterior también había sido observado en la gira realizada el día 7 de setiembre de 2020 (ver Figura 30).

Figura 29. Aplicación de riego de liga exclusivamente en secciones donde a criterio del Contratista se perdió sello de imprimación (izquierda). Pérdida de sello de imprimación en secciones donde no se colocó riego de liga (Derecha). Estacionamiento: 8+115. Fecha de las fotografías: 20/01/2021





Figura 30. Colocación de mezcla asfáltica en zonas sin riego de imprimación. Fecha de la fotografía: 07/09/2020



Una última práctica constructiva en relación con el riego de liga fue la aplicación de la emulsión asfáltica bajo condiciones de escasa luminosidad. El Equipo Auditor evidenció la aplicación de la emulsión asfáltica alrededor de las seis de la tarde en la sección cercana al estacionamiento 8+115, donde se había evidenciado la sección con los mayores deterioros de la base estabilizada. Dicho tramo no contaba con luminarias para el adecuado desarrollo de las actividades. Esto debido a que las dos luminarias con que se contaban en el frente de trabajo se encontraban en los extremos del cierre. No obstante, pese a lo anterior se continuó con la colocación del material bajo condiciones de escasa luminosidad. Se evidenció que el operario no tenía el control de la tasa de dosificación aplicada, ya que no había una adecuada visibilidad, lo que generó la aplicación excesiva de emulsión asfáltica en algunas secciones, tal como se observa en la Figura 31 y la Figura 32. Adicionalmente, como no había una adecuada visibilidad se observó el ingreso de maquinaria a la zona ya imprimada sin que la emulsión asfáltica alcanzara su rompimiento, lo cual ocasionó el arrastre del material en las huellas del vehículo, tal como se observa en la fotografía de la derecha de la Figura 31.

Figura 31. Colocación de riego de liga bajo condiciones de poca luminosidad. Arrastre de riego de liga por tránsito de maquinaria emulsión asfáltica sin romper. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 20/01/2021



Figura 32. Exceso en la tasa de aplicación del riego de liga en secciones donde se colocó con poca luminosidad. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 20/01/2021



En relación con las prácticas constructivas evidenciadas en la actividad de aplicación del riego de liga, se debe mencionar que la sección 414.04 del CR-2010 establece:

**“Se limpiará la superficie existente de todo tipo de material suelto, tierra o cualquier tipo de sustancias nocivas de acuerdo a los métodos aprobados de acuerdo con la Subsección 303.07”** (Lo destacado no es del texto original).

Además, la sección 414.06 del CR-2010 menciona en el caso de riego de liga excesivo:

**“Si se aplica exceso de cemento asfáltico, se eliminará de la superficie.**

**Se deberá esperar que el riego de liga cure completamente de previo a la colocación de la capa siguiente”** (Lo destacado no es del texto original).

Por lo tanto, con base en las especificaciones mencionadas, varias de las situaciones evidenciadas por el Equipo Auditor representan un incumplimiento a lo establecido en el CR-2010.

El Equipo Auditor alertó a la Administración sobre las prácticas constructivas llevadas a cabo en la aplicación del riego de liga y de las posibles consecuencias de estas prácticas mediante las notas informe LM-IC-D-0787-2020 (de fecha 17/09/2020) y LM-IC-D-0087-2021 (de fecha 09/02/2021). La Administración brindó respuesta a las notas enviadas mediante los oficios DM-2020-3790 (de fecha 08/10/2020) y DM-2021-2156 (de fecha 26/02/2021), respectivamente. No obstante, las respuestas brindadas no contaban con el sustento técnico suficiente para modificar el contenido del hallazgo.

**Hallazgo No. 9. Se identificaron acabados deficientes en algunos tramos de la carpeta asfáltica colocada.**

El Equipo Auditor identificó diferencias de nivel en la junta longitudinal entre paños de mezcla asfáltica colocados en días sucesivos (ver Figura 33 y Figura 34). La condición registrada en ambas secciones representa un riesgo ante la posible acumulación de agua en dichas secciones puntuales. Si bien la pendiente y peralte de las secciones con el problema puede contribuir a la evacuación de aguas pluviales, es criterio del Equipo Auditor que este tipo de acabado no debe presentarse.

Además, se observaron marcas de la compactadora en el paño final de la mezcla colocada el día 20 de enero de 2021, donde se evidenció la colocación de riego de liga bajo condiciones de escasa luminosidad (ver Figura 35).

*Figura 33. Desnivel en la junta longitudinal. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 21/01/2021*





Figura 34. Desnivel en la junta longitudinal. Estacionamiento: 6+900. Fecha de la fotografía: 20/01/2021



Según lo indicado en el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), se solicitó al Contratista la reparación de los desniveles identificados en las juntas longitudinales.

Figura 35. Marca de la compactadora en la sección dónde se había identificado la aplicación de riego de liga con poca luminosidad. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 21/01/2021



En relación con la marca del compactador, la sección 405.06 del Cartel de Licitación establece:

**“La superficie asfáltica deberá ser compactada en forma uniforme. Deberá compactarse de manera que no haya desplazamiento lateral, agrietamiento o corrugación de la superficie, pero en caso de que ocurra alguno de estos defectos, el Contratista lo deberá corregir a satisfacción de la Administración. Se compactará hasta que las marcas de rodillo sean eliminadas y la densidad requerida sea obtenida”** (Lo destacado no es del texto original).

A partir de lo anterior, se determina un incumplimiento en el proceso de compactación de la mezcla asfáltica según lo establecido en el Cartel de Licitación.



Otro de los aspectos que llamó la atención del Equipo Auditor, durante la inspección de los trabajos de colocación de mezcla asfáltica del día 20 de enero de 2021, fue que se observaron agregados en la parte superficial de la capa colocada con un escaso recubrimiento de asfalto, tal como se observa en la Figura 36.

*Figura 36. Agregados con escaso recubrimiento de asfalto en acabado de capa asfáltica colocada el día 20 de enero de 2021. Estacionamiento: 8+115. Fecha de la fotografía: 21/01/2021*



También se identificaron algunos tramos donde la mezcla asfáltica colocada se encuentra abierta y presenta una leve segregación (ver Figura 37 y Figura 38), lo cual puede permitir el ingreso de agua y facilitar el daño por humedad en la mezcla asfáltica, facilitando el desprendimiento de los agregados de la mezcla y la aparición de huecos en la superficie de ruedo de manera prematura.

Durante la visita realizada al proyecto los días 26 y 27 de octubre de 2020, se identificaron deterioros prematuros en la carpeta asfáltica colocada en el proyecto (ver Figura 39).

*Figura 37. Mezcla asfáltica abierta y segregada. Estacionamiento: 9+900. Fecha de las fotografías: 07/09/2020*





Figura 38. Mezcla asfáltica abierta y segregada. Estacionamiento: 13+386. Fecha de las fotografías: 27/10/2020



En relación con la segregación evidenciada, en el oficio MSD-LGC-2020-476 (de fecha 24/09/2020), la Supervisión indica que una mezcla de 19 mm con graduación gruesa puede tener este aspecto, sin embargo, a la hora de verificar los vacíos con núcleos de campo, se tiene un comportamiento normal. Esta acotación de la Supervisión fue confirmada por el Equipo Auditor al analizar los resultados de los núcleos extraídos por el LanammeUCR y la Verificación.

Figura 39. Desprendimiento de agregados e irregularidades en la carpeta asfáltica de hasta 120 mm. Estacionamiento: 14+694. Fecha de la fotografía: 27/10/2020



Respecto a los defectos identificados por el Equipo Auditor, la sección 405.10 del Cartel de Licitación establece:

**“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** (Lo destacado no es del texto original).

El Equipo Auditor alertó a la Administración sobre el acabado final de algunos tramos de la carpeta asfáltica mediante las notas informe LM-IC-D-0787-2020 (de fecha 17/09/2020), LM-IC-D-0996-2020 (de fecha 19/11/2020) y LM-IC-D-0087-2021 (de fecha 09/02/2021). La Administración brindó respuesta a las notas enviadas mediante los oficios DM-2020-3790 (de fecha 08/10/2020), DM-2021-2100 (de fecha 04/02/2021) y DM-2021-2156 (de fecha 26/02/2021), respectivamente. No obstante, las respuestas brindadas no contaban con el sustento técnico suficiente para modificar el contenido del hallazgo.

**Hallazgo No. 10. Algunos muros de gaviones del proyecto no satisfacen lo establecido en las secciones 253.06 y 705.01 del CR-2010.**

Se observó que los muros de gaviones en los estacionamientos 3+950, 13+200 y 17+354 están contruidos con agregados de menor tamaño al requerido, tanto en la corona del muro como en filas inferiores (ver Figura 40, Figura 41 y Figura 42). Además, se aprecian agregados quebradizos y meteorizables (ver Figura 43). Estas son condiciones desfavorables para el comportamiento de este tipo muros, ya que los agregados de menor tamaño se salen por los orificios de las canastas del sistema y pueden provocar la pérdida de masa en el muro, lo que afecta este tipo de estructuras que funcionan por gravedad.

Relacionado con el tipo de rocas a ser utilizadas en la construcción de muros de gaviones, la sección 705.01 del CR-2010 establece:

**“Se deberá suministrar roca dura y durable que sea resistente al intemperismo y razonablemente libre de material orgánico y de desecho”** (Lo destacado no es del texto original).

La sección 705.01 también establece que para canastas con una altura superior a los 0,3 m; la roca a emplear debe tener una dimensión mínima de 100 mm y una dimensión máxima de 200 mm.

Como se puede observar en la Figura 40, Figura 41, Figura 42 y Figura 43, debido a sus dimensiones y fragilidad, algunas de las rocas utilizadas para la construcción de los muros de gaviones del proyecto no satisfacen lo establecido en la sección 705.01 del CR-2010.

En cuanto al muro del estacionamiento 13+200, se observaron deformaciones en las canastas del muro y un alineamiento vertical inadecuado (ver Figura 41). También se observaron vacíos en las canastas de algunos muros (ver Figura 40 y Figura 41). Lo anterior no satisface lo establecido en la sección 253.06 del CR-2010:

**“El Contratista eliminará todas las torceduras y dobladuras que haya en la malla de alambre y alineará correctamente todas las celdas. La piedra será colocada cuidadosamente en las celdas para prevenir el pandeo de las mismas y**



**minimizar la formación de agujeros en el relleno de piedra. Durante tal operación, se deberán mantener alineadas las celdas**". (Lo resaltado no es del texto original)

Figura 40. Muro de gaviones en el estacionamiento 3+950 con vacíos en las canastas y agregado de menor tamaño, quebradizo y meteorizado. Fecha de las fotografías: 27/10/2020

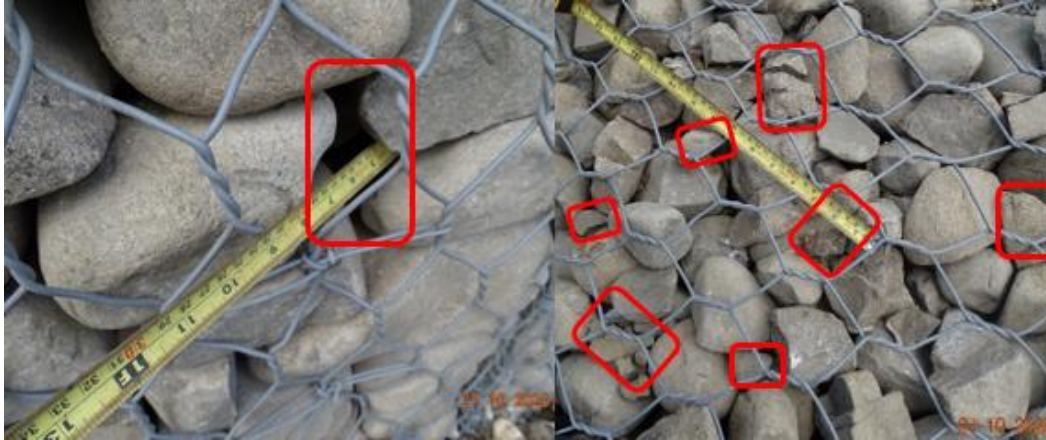


Figura 41. Muro de gaviones en el estacionamiento 13+200 con agregado de menor tamaño, vacíos y un alineamiento vertical inadecuado. Fecha de las fotografías: 27/10/2020



Figura 42. Muro de gaviones en el estacionamiento 17+354 con agregado de menor tamaño en la corona del muro y saliendo por los orificios de la canasta. Fecha de las fotografías: 27/10/2020



Figura 43. Muro de gaviones en el estacionamiento 3+950 con agregado quebradizo y meteorizable. Fecha de las fotografías: 27/10/2020



En el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), la Administración señala que se le ha dado seguimiento, mediante control topográfico, al muro de gaviones en el estacionamiento 13+200. Además, brinda los resultados de las mediciones realizadas y concluye que el muro se encuentra estable. Finalmente, indica que se colocó un revestimiento de concreto en la corona del muro, brindando una mayor adherencia de las pequeñas partículas de agregado que se sitúan en esta sección.

El Equipo Auditor alertó a la Administración sobre las condiciones observadas en los muros del proyecto mediante la nota informe LM-IC-D-0996-2020 (de fecha 19/11/2020). La Administración brindó respuesta a la nota enviada mediante el oficio DM-2021-2100 (de fecha 04/02/2021).

Llama la atención del Equipo Auditor que en el oficio MSD-LGC-2020-639 (adjunto al oficio DM-2021-2100 y de fecha 05/12/2020), la Supervisión indica que, a excepción del material proveniente del Tajo Guarial, los agregados presentados por el Contratista incumplen las condiciones establecidas en el CR-2010 para que las rocas puedan ser utilizadas en la



construcción de muros de gaviones. El agregado del Tajo Guarial no se caracteriza por ser de origen calcáreo, sin embargo, como se observa en la Figura 41, algunos muros del proyecto se construyeron con agregados calizos, por lo que no se tiene certeza de que los agregados calizos utilizados en la construcción de muros de gaviones en el proyecto satisfacen lo establecido en el CR-2010.

## 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 el acceso a la información:

- A pesar de solicitudes de envío periódico de las programaciones de las labores a ejecutar en el proyecto, el acceso a esta información fue limitado.
- Al limitarse el acceso a la programación de labores, la cantidad de muestreos y visitas a campo realizadas por el Equipo Auditor se vieron limitadas, principalmente debido al constante cambio en el programa de trabajo de la obra.
- Se identificaron debilidades en la trazabilidad de la información suministrada al Equipo Auditor.

### Sobre la calidad de los materiales:

- Se determinó que dos de los lotes analizados para la graduación del material de base estabilizada caen en la zona de rechazo. Para los restantes tres lotes se determinó un factor de pago reducido.
- Se determinó un factor de pago reducido en cuatro de los seis lotes analizados para la resistencia de la base estabilizada con cemento.
- Se evidenció que algunas de las muestras de base estabilizada con cemento tienen una resistencia por fuera de los límites permitidos y no se encontró una No Conformidad relacionada con estos incumplimientos.
- Se evidenciaron incumplimientos en los parámetros contenido de asfalto, vacíos de aire, VFA, flujo Marshall y en la graduación de los agregados según los resultados obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad y del LanammeUCR.
- Para el lote de mezcla asfáltica en caliente correspondiente al mes de diciembre y al diseño E01 18-245-2020 se determinó que el lote cae en la zona de rechazo. Para los restantes cinco lotes analizados se determinó un factor de pago reducido.
- Cuatro de los núcleos extraídos por el LanammeUCR tienen un contenido de vacíos por fuera de los límites permitidos. Seis de los núcleos extraídos por el LanammeUCR tienen un espesor menor al establecido en diseño de pavimentos aprobado.

### Sobre los procesos constructivos:

- La base estabilizada con cemento estuvo expuesta al tránsito de vehículos y a la acción erosiva de la lluvia por un tiempo prolongado, lo que generó la aparición de deterioros prematuros en la base estabilizada.





- Los procedimientos realizados para reparar los deterioros en la base estabilizada no están tipificados y no garantizan la adecuada adherencia entre la capa de base y la carpeta asfáltica. El acabado de las reparaciones realizadas pudo haber afectado la regularidad de la superficie de ruedo.
- Las prácticas constructivas desarrolladas en la aplicación del riego de liga no satisfacen lo establecido en las secciones 414.04 y 414.06 del CR-2010 ni las buenas prácticas de la ingeniería.
- Se identificaron algunos tramos con mezcla asfáltica segregada, deterioros prematuros y desniveles en la junta longitudinal. Además, se identificaron tramos con marcas de la compactadora.
- Algunos muros de gaviones del proyecto fueron construidos con rocas que no satisfacen lo establecido en la sección 705.01 del CR-2010.
- El muro de gaviones del estacionamiento 13+200 no satisface lo establecido en la sección 253.06 del CR-2010.

## 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.

De manera general, se recomienda emitir actas de No Conformidad o herramientas similares cuando se detecten aspectos no conformes con la calidad de los materiales o los procesos constructivos desarrollados en los proyectos, de manera que queden documentados los tramos o materiales que no satisfacen los documentos contractuales o las buenas prácticas de la ingeniería y además se pueda dar seguimiento a los procesos de subsanación realizados o se determinen las sanciones correspondientes.

### **Sobre el acceso a la información:**

- Determinar un encargado responsable del envío periódico de información para atender en tiempo y forma las solicitudes realizadas.

### **Sobre la calidad de los materiales:**

- Al reportar los resultados de los ensayos de verificación, se recomienda reportar los resultados de ensayos realizados a tramos o elemento sujetos a subsanación en una tabla aparte, de manera que un tercero pueda dar seguimiento con facilidad a los resultados y entender que estos resultados responden a reparaciones realizadas por incumplimientos detectados previamente.
- Aplicar el factor de pago según los resultados obtenidos para la granulometría de la base estabilizada con cemento.
- Aplicar los factores de pago determinados en todos los ítems de pago relacionados con la estabilización de la base y con la mezcla asfáltica en caliente.
- Para futuros proyectos se recomienda verificar los resultados obtenidos en el diseño de mezcla asfáltica para los parámetros en los extremos del rango de trabajo del contenido de asfalto y verificar la calibración de la planta de producción.



### Sobre los procesos constructivos:

- Monitorear el desempeño del pavimento durante los primeros años de puesta en servicio para identificar si se presentan deterioros prematuros.
- Verificar las propiedades mecánicas y de durabilidad de los agregados utilizados en la construcción de los muros.
- Para futuros proyectos se recomienda reducir el plazo entre la colocación de la base estabilizada con cemento y la carpeta asfáltica.

Finalmente, se recomienda realizar un compendio de las lecciones aprendidas en materia de verificación de la calidad de los materiales y seguimiento de las prácticas constructivas, donde se identifiquen las causas y consecuencias de las prácticas inadecuadas evidenciadas y se propongan medidas para mitigar una posible reincidencia en éstas.

## 12. REFERENCIAS

- AASHTO. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ACI Comité ACI 318. (2019). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19)*. Farmington Hills, U.S.A.: American Concrete Institute.
- Badilla, G. (2020). *LM-IG-17-2020 Informe de segunda visita al Proyecto Playa Naranjo - Paquera*. San José: LanammeUCR.
- Monge, A. (2018). *LM-IG-07-18 Revisión del estudio de suelos para el Proyecto Playa Naranjo – Paquera*. San José: LanammeUCR.
- Monge, A. (2019). *LM-IG-04-19 Informe de visita al Proyecto Playa Naranjo – Paquera*. San José: LanammeUCR.
- Monge, A. (2020). *LM-IG-01-2020 Informe de la revisión del documento “Proyectos de estabilización en diferentes zonas del proyecto R160”*. San José: LanammeUCR.
- MOPT. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-2010*. San José.



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



### 13. ANEXOS

Anexo A. Análisis del descargo al informe en versión preliminar LM-INF-EIC-D-0004B-2021

 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica <b>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</b>	Referencia: <b>ANEXO 21</b>
	Unidad de Auditoría Técnica <b>Análisis del Descargo</b>	Versión: <b>1</b>
Consecutivo:		Página: 1/11

#### 1. Nombre Informe

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.

#### 2. Descargo

El día 18 de mayo de 2021, se recibe vía correo electrónico el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), remitido por el Ing. Tomás Figueroa Malavassi y que brinda descargo al contenido del informe en versión preliminar LM-INF-EIC-D-0004B-2021.

#### 3. Análisis del descargo

**Hallazgo No. 1. Las solicitudes de envío periódico de la programación de labores en el proyecto no fueron atendidas en tiempo y forma, limitando la ejecución del proceso de auditoría técnica.**

##### Descargo

“[...] esta UA indica que siempre se estuvo anuente a responder y entregar todas las solicitudes de información del LanammeUCR, por lo que no estima haya existido una falta de atención y se haya limitado o violentado la ejecución del referido proceso de auditoría.

Si bien es cierto se dieron complicaciones para el conocimiento periódico de la programación de labores en el proyecto, provocado esto por el constante ajuste, por parte del Contratista, en la programación del trabajo de obra. siempre existió una comunicación vía telefónica entre la US y el Equipo Auditor del LanammeUCR, abarcando y aclarando aquellas consultas sobre la programación de actividades, comunicación que se mantiene hasta la Fase de Cierre del proyecto.

Sobre lo indicado en el párrafo anterior, se destaca que se procurará atender el envío periódico de las programaciones de las labores a ejecutar en los proyectos en ejecución del Programa de Infraestructura de Transporte (PIT), parte de los insumos que el LanammeUCR requiere para la ejecución de las auditorías de éstos”.

##### Análisis del descargo

Se modifica el título del hallazgo para clarificar que este se refiere únicamente a la frecuencia de atención de las solicitudes de envío de la programación de labores:

**Hallazgo No. 1. Las solicitudes de envío periódico de la programación de labores en el proyecto no fueron atendidas con la frecuencia solicitada, limitando la ejecución del proceso de auditoría técnica.**

Además, se incorpora al contenido del hallazgo que la Administración indica que procurará atender el envío periódico de las programaciones de las labores a ejecutar en los proyectos en ejecución del Programa de Infraestructura de Transporte.





 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: 2/11

**Hallazgo No. 2. Se evidenciaron incumplimientos en la granulometría y plasticidad de algunos tramos de subbase colocados en el proyecto y no se tiene evidencia suficiente para concluir que éstos fueron subsanados apropiadamente.**

#### Descargo

La Administración brinda evidencia fotográfica de las reparaciones realizadas en los tramos de subbase con incumplimientos.

Además, indica que existieron errores al procesar la información que en su momento se presentó como respaldo y presenta la información corregida.

#### Análisis del descargo

Es de recibo el descargo presentado y se elimina el hallazgo.

#### **Inclusión Observación de auditoría**

Producto del descargo presentado por la Administración al Hallazgo 2 del informe preliminar LM-INF-EIC-D-0004B-2021, se incluye una nueva observación al informe preliminar:

**Observación No. 1. Se evidenciaron debilidades en la trazabilidad de la información suministrada al Equipo Auditor.**

Mediante los oficios DM-2019-4331 (de fecha 01/11/2019), DM-2020-0509 (de fecha 14/02/2020) y DM-2020-3071 (de fecha 13/08/2020) se suministró al Equipo Auditor la información de los informes que compilan los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de verificación de la calidad en el periodo comprendido entre setiembre de 2019 y abril 2020.

En la nota LM-IC-D-0899-2020 (de fecha 09/10/2020), se le informó a la Administración los resultados de los análisis de los resultados de calidad que realizó el Equipo Auditor para el periodo comprendido entre setiembre de 2019 y abril de 2020. En estos análisis el Equipo Auditor señaló algunos incumplimientos en la granulometría y plasticidad del material de subbase colocado en el proyecto.

En el oficio 0576-2020 (de fecha 19/10/2020 y como respuesta al oficio LM-IC-D-0899-2020), la Supervisión indica que los tramos de subbase con incumplimientos señalados en la nota del Equipo Auditor fueron subsanados o sustituidos y presenta dos cuadros donde se indica la muestra que evidencia la reparación de los tramos con incumplimientos (ver Figura 1 y Figura 2).

 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	<b>Universidad de Costa Rica</b> <b>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</b>		<b>Referencia:</b> <b>ANEXO 21</b>
	<b>Unidad de Auditoría Técnica</b> <b>Análisis del Descargo</b>		<b>Versión:</b> <b>1</b>
<b>Consecutivo:</b>		<b>Página: 3/11</b>	

Figura 1. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la plasticidad según lo indicado en el oficio 0576-2020

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento					
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Límite Líquido (%)	Índice Plasticidad (%)	Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Límite Líquido (%)	Índice Plasticidad (%)
19-0020-19	19-2880-19	km 15+430	2019-11-11	25	8	19-0005-20	19-0671-20	km 15+300 al 15+500 LI	2/3/2020	24	6
19-0003-20	19-0269-20	km 9+850 LD y LI	2020-01-31	24	7	19-0005-20	19-0283-20	km 9+703	1/2/2020	24	2
19-0005-20	19-0589-20	km 12+200	2020-03-02	25	9	19-0007-20	19-0753-20	km 12+400	4/3/2020	24	5
19-0005-20	19-0684-20	km 10+500 LI	2020-03-02	24	7	19-0005-20	19-0749-20	km 10+585 LI	2/3/2020	24	5
19-0007-20	19-1052-20	km 5+300 LI	2020-03-24	24	7	19-0007-20	19-1053-20	5+800 LI	28/3/2020	24	6

Muestras donde se detecta incumplimiento						Nota
19-0007-20	19-0932-20	km 4+890 LI	2020-03-17	26	7	Material retirado pero sin muestreo asociado.
19-0007-20	19-0933-20	km 4+890 LD	2020-03-17	28	10	

Fuente: oficio 0576-2020, 2020

Figura 2. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la granulometría según lo indicado en el oficio 0576-2020

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento											
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Granulometría B					Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Granulometría B				
				2"	3/4"	Nº4	Nº40	Nº200					2"	3/4"	Nº4	Nº40	Nº200
19-0026-19	19-2304-19	km 17+670 al 17+780 LD	2/9/2019	97	64	40	25	11.8	19-0026-19	19-2340-19	km 17+580 U	4/9/2019	100	66	35	26	8.8
19-0026-19	19-2305-19	km 17+780 al 17+920 LD	2/9/2019	98	66	38	20	11.2	19-0003-20	19-0063-20	km 17+840 U	15/1/2020	100	69	40	21	11.3
19-0026-19	19-2408-19	km 4+600	2019-09-14	100	69	26	11	6.2	19-0080-19	19-2093-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	34	17	7.4
19-0026-19	19-2497-19	km 13+400 LD	2019-09-26	100	67	24	8	3.4	19-0026-19	19-2418-19	km 13+300 U	2019-09-26	100	76	31	11	6.1
19-0026-19	19-2569-19	km 4+560 LD	2019-10-08	100	70	27	12	6.4	19-0030-19	19-2913-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	34	17	7.4
19-0036-19	19-2746-19	km 6+780 LD	2019-11-14	100	56	17	9	4.4	19-0007-20	19-1067-20	km 6+780 LD	2020-03-25	100	83	42	16	8.2
19-0001-20	19-0020-20	km 8+300 LD	2020-01-07	100	82	26	9	4.1	19-0007-20	19-0844-20	km 8+300 LD	2020-03-12	100	90	50	25	10.3
19-0001-20	19-0026-20	km 9+440 LD	2020-01-08	100	83	27	12	7.2	19-0003-20	19-0267-20	km 9+930 LD y LI	2020-01-31	100	73	35	16	10.3
19-0001-20	19-0035-20	km 9+600 U	2020-01-09	100	84	27	11	5.0	19-0005-20	19-0283-20	km 9+700	2020-02-01	100	83	38	15	8.3
19-0001-20	19-0074-20	km 11+315 LI y LD	2020-01-09	100	74	35	22	15.8	19-0005-20	19-0273-20	km 11+500	2020-02-05	100	81	43	22	11.8
19-0001-20	19-0288-20	km 18+440 LD	2020-01-30	100	62	29	15	7.9	19-0003-20	19-0289-20	km 18+740 LD	2020-01-31	100	64	32	14	6.4
19-0001-20	19-0269-20	km 15+000	2020-01-31	100	78	22	10	5.6	19-0007-20	19-0766-20	km 15+310 LD	2020-03-02	100	82	44	24	13.9
19-0007-20	19-0863-20	km 6+180 U	2020-02-12	100	91	55	34	24	19-0007-20	19-1067-20	km 6+780 LD	2020-03-25	100	83	42	16	8.2
19-0007-20	19-0865-20	km 8+300 U	2020-03-12	100	92	50	22	10.9	19-0007-20	19-1065-20	km 8+300 LD	2020-03-25	100	87	41	17	6.9
19-0007-20	19-1038-20	km 10+500	2020-03-23	94	66	21	9	6.3	19-0007-20	19-1166-20	km 10+500	2020-03-30	100	81	47	25	11.0
19-0007-20	19-1066-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	93	51	25	10.2	19-0007-20	19-1065-20	km 8+300 LD	2020-03-25	100	87	41	17	6.9

Fuente: oficio 0576-2020, 2020



 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: 4/11	

La información presentada en el oficio 0576-2020, como evidencia de subsanación de los tramos de subbase con incumplimientos, no brinda certeza al Equipo Auditor de que estos tramos hayan sido reparados adecuadamente por las siguientes razones:

- La ubicación de las muestras que evidencian incumplimientos no necesariamente coincide con la ubicación de las muestras que evidencian reparación. Por ejemplo: la muestra 19-0865-2020 del km 6+180 LI y la muestra 19-1067-20 del km 6+780 LD
- La muestra que evidencia reparación corresponde al carril contrario de la muestra que evidencia incumplimientos. Por ejemplo: la muestra 19-2497-19 del km 13+400 LD y la muestra 19-2498-19 del km 13+300 LI.
- Algunas muestras se tomaron el mismo día. No es común que se evidencie un incumplimiento, se repare el tramo y se tome otra muestra para confirmar la subsanación en el mismo día. Por ejemplo: las muestras 19-0684-2020 y 19-0769-20 (ambas el 2/3/2020).
- Llama la atención que para los tramos 4+890 LI y 4+890 LD no se haya realizado un muestreo para confirmar la reparación de los tramos.

En el informe preliminar LM-INF-EIC-D-0004B-2020, se hizo del conocimiento de la Administración que la respuesta brindada en el oficio 0576-2020 no brindaba la certeza suficiente al Equipo Auditor para confirmar que los tramos de subbase con incumplimientos fueron subsanados adecuadamente. Ante lo anterior y como descargo al informe en versión preliminar, la Administración indicó, mediante el oficio DM-2021-2562 (de fecha 14/05/2021), que existieron errores al procesar la información que en su momento se presentó como respaldo y presenta la información corregida (ver Figura 3 y Figura 4).

	<b>Universidad de Costa Rica</b> <b>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</b>		<b>Referencia:</b> <b>ANEXO 21</b>
	<b>Unidad de Auditoría Técnica</b> <b>Análisis del Descargo</b>		<b>Versión:</b> <b>1</b>
<b>Consecutivo:</b>		<b>Página:</b> 5/11	

Figura 3. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la plasticidad según lo indicado en el oficio DM-2021-2562

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento						Observación
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	LL (%)	IP (%)	Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	LL (%)	IP (%)	
19-0030-19	19-2880-19	km 15+430	2019-11-11	25	8	19-0005-20	19-0571-20	km 15+300 al 15+500 U	02/03/2020	24	6	-
19-0003-20	19-0268-20	km 9+850 LD y U	2020-01-31	24	7	19-0006-20	19-0289-20	km 9+700	01/02/2020	24	2	-
19-0005-20	19-0686-20	km 12+200	2020-03-02	25	9	19-0007-20	19-0763-20	km 12+400	06/03/2020	24	5	-
19-0005-20	19-0684-20	km 10+500 U	2020-02-26	24	7	19-0007-20	19-0769-20	km 10+585 U	02/03/2020	24	5	Se corrigió la fecha, se colocó mal anteriormente.
19-0007-20	19-1052-20	km 5+300 U	2020-03-24	24	7	19-0007-20	19-1055-20	5+800 U	26/03/2020	24	6	-

Fuente: DM-2021-2562, 2021

Figura 4. Subsane de los tramos de subbase que presentaban incumplimientos en la plasticidad según lo indicado en el oficio DM-2021-2562

Muestras donde se detecta incumplimiento						Muestras donde se evidencia reparación del incumplimiento						Observación						
Informe	Muestra	Ubicación	Fecha de muestreo	Granulometría B					Informe	Muestra	Ubicación		Fecha de muestreo	Granulometría B				
				2"	3/4"	Nº4	Nº40	Nº200					2"	3/4"	Nº4	Nº40	Nº200	
19-0004-19	19-2304-19	km 17+670 al 17+780 LD	02/09/2019	97	64	40	25	11.8	19-0004-19	19-2340-19	km 17+680 LD	04/09/2019	100	66	35	20	8.8	Se corrigió el lado, se error involucrado en el informe. Registro de calidad LGC RC-41. 1780-2019
19-0004-19	19-2305-19	km 17+780 al 17+920 LD	02/09/2019	98	66	38	20	11.2	19-0004-20	19-0263-20	km 17+840 LD	16/01/2020	100	69	40	22	11.3	Se corrigió el lado, se error involucrado en el informe. Registro de calidad LGC RC-41. 4208-2019
19-0004-19	19-2408-19	km 4+600	2019-09-14	100	69	26	11	6.2	19-0004-19	19-2938-19	km 4+280 LD	2019-11-13	100	69	36	17	7.4	-
19-0004-19	19-2497-19	km 13+400 LD	2019-09-26	100	67	24	8	3.4	19-0007-20	19-0668-20	km 13+430 LD	2020-03-12	100	79	39	18	9.4	Se colocó la muestra que representa la reparación del tramo.
19-0004-19	19-2549-19	km 4+880 LD	2019-10-08	100	70	27	12	6.4	19-0004-19	19-2933-19	km 4+250 LD	2019-11-13	100	69	36	17	7.4	-
19-0004-19	19-2944-19	km 6+180 LD	2019-11-14	100	66	17	9	4.4	19-0007-20	19-0602-20	km 6+180 LD	2020-03-12	100	75	39	21	10.1	Se revisó con los informes de campo de inspecciones y se corrigió. Registro de calidad LGC RC-41. 2019-2020
19-0004-20	19-0220-20	km 8+300 LD	2020-01-07	100	80	55	9	4.1	19-0007-20	19-0604-20	km 8+300 LD	2020-03-12	100	90	60	22	10.3	-
19-0004-20	19-0004-20	km 9+440 LD	2020-01-08	100	83	27	12	7.2	19-0003-20	19-0509-20	km 9+480 LD y U	2020-01-31	100	73	36	18	8.3	-
19-0004-20	19-0030-20	km 9+400 U	2020-01-09	100	84	27	11	5.0	19-0004-20	19-0083-20	km 9+700	2020-02-01	100	83	38	19	8.3	-
19-0004-20	19-0074-20	km 11+315 U y LD	2020-01-09	100	74	35	22	16.8	19-0005-20	19-0279-20	km 11+500	2020-02-05	100	81	43	22	11.8	-
19-0004-20	19-0268-20	km 18+640 LD	2020-01-30	100	62	29	15	7.9	19-0003-20	19-0508-20	km 18+740 LD	2020-01-31	100	64	32	16	6.4	-
19-0004-20	19-0269-20	km 15+000	2020-01-31	100	78	22	10	5.6	19-0007-20	19-0766-20	km 15+210 LD	2020-03-02	100	82	44	24	13.9	-
19-0007-20	19-0843-20	km 6+180 U	2020-02-12	100	91	65	34	24	19-0007-20	19-1047-20	km 6+180 U	2020-03-25	100	83	42	18	8.2	Se revisó con los informes de campo de inspecciones y se corrigió. Registro de calidad LGC RC-41. 2019-2020
19-0007-20	19-0845-20	km 8+300 U	2020-03-12	100	92	30	22	10.9	19-0007-20	19-1045-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	87	41	17	6.9	Se corrigió el lado, se error involucrado en el informe. Registro de calidad LGC RC-41. 2019-2020
19-0007-20	19-1038-20	km 10+800	2020-03-23	94	65	21	9	4.3	19-0007-20	19-1166-20	km 10+800	2020-03-30	100	81	47	23	11.0	-
19-0007-20	19-1044-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	93	21	25	10.2	19-0007-20	19-1045-20	km 8+300 U	2020-03-25	100	87	41	17	6.9	Se corrigió el lado, se error involucrado en el informe. Registro de calidad LGC RC-41. 2019-2020

Fuente: DM-2021-2562, 2021

Es criterio del Equipo Auditor que las correcciones realizadas a la información presentada como respaldo al oficio 0576-2020 evidencian debilidades en la trazabilidad de la información del proyecto que a la postre pueden generar riesgos de veracidad de la información que debe quedar consignada





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales		Referencia: <b>ANEXO 21</b>
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo		Versión: <b>1</b>
Consecutivo:		Página: 6/11	

en los registros, particularmente sobre aquellos acontecimientos relevantes que impactan (o podrían impactar a futuro) la calidad final del proyecto que se construye.

El contenido de esta observación adicional fue comunicado a la Administración mediante la nota LM-EIC-D-0463-2021 (de fecha 03/06/2021) y se otorgó un plazo de 10 días hábiles para que, en caso de requerirlo, la Administración pudiera referirse al contenido de la observación.

Mediante el oficio DM-2021-3337 (de fecha 14/06/2021), la Administración brinda respuesta al contenido de esta observación. En este oficio, la Administración indica que la Supervisión presentó los registros de campo realizados por el técnico para respaldar las correcciones realizadas.

El descargo presentado en el oficio DM-2021-3337 es similar al presentado en el oficio DM-2021-2562 (descargo al informe en versión preliminar), el cual fue de recibo y motivo por el cual se eliminó el Hallazgo No. 2 del informe preliminar; no obstante, el descargo presentado en el oficio DM-2021-3337 no hace referencia a los problemas de trazabilidad de la información evidenciados, por lo cual no se modifica el contenido de esta observación adicional y se procederá a incluirla en el informe preliminar.

**Hallazgo No. 3. Dos de los factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor para la graduación de los lotes analizados del material de base estabilizada con cemento colocado en el proyecto caen en la zona de rechazo. Para los restantes tres lotes analizados se obtuvo un factor de pago reducido.**

#### Descargo

Se indica que el Cuadro 1 presentado en el oficio DM-2021-2194 es un ejemplo del trabajo realizado.

Incluye un par de cuadros donde se indica cuáles de los apilamientos evaluados fueron rechazados y cuales aprobados.

Finalmente, se indica que, dado que los agregados utilizados presentan un cumplimiento del 100 % en las bandas granulométricas, el Factor de Pago fue del 100 % para todos los agregados que fueron colocados en el proyecto.

#### Análisis del descargo

En el descargo presentado únicamente se indica que los apilamientos fueron rechazados, pero no se brinda evidencia que permita comprobar que los mismos fueron rechazados. Ante lo anterior no se modifican los factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor. Se añade al final del hallazgo:

“En el oficio DM-2021-2562, la Administración indica que los apilamientos que presentaron incumplimientos fueron rechazados. Por lo tanto, el factor de pago fue del 100 % para todos los agregados que fueron colocados en el proyecto. No obstante, en el oficio DM-2021-2562, la Administración no adjunta los oficios u otra evidencia que permita al Equipo Auditor tener la certeza que todos los apilamientos que presentaron incumplimientos fueron rechazados. Ante lo anterior, el Equipo Auditor optó por calcular los factores de pago con la información que le fue suministrada”.

**Hallazgo No. 4. Se determinó un factor de pago reducido en cuatro de los seis lotes analizados por el Equipo Auditor para la resistencia de la base estabilizada con cemento.**



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica <b>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales</b>	<b>Referencia:</b> <b>ANEXO 21</b>
	Unidad de Auditoría Técnica <b>Análisis del Descargo</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>
<b>Consecutivo:</b>		<b>Página:</b> 7/11

Descargo

Se brinda evidencia fotográfica del proceso de micro fisuración realizado por el Contratista.

Análisis del descargo

Se elimina del contenido del hallazgo lo relacionado con el proceso de micro fisuración.

**Hallazgo No. 5. Se evidenciaron incumplimientos en los parámetros Marshall de la mezcla asfáltica en caliente colocada en el proyecto y no se emitió una No Conformidad relacionada con estos incumplimientos.**

Descargo

Se indica que los incumplimientos en los parámetros Marshall se ubicaron en rangos que, si bien es cierto no generaron No Conformidades para rechazo, ameritaron reducción en los Factores de Pago.

También se señala que el Equipo Auditor utilizó muestras que fueron ejecutadas para procesos de prueba o ensayos que no forman parte de la MAC colocada a lo largo del proyecto.

Finalmente, se indica que se debe ajustar el rango de la relación polvo/asfalto entre 0.6 y 1.6.

Análisis del descargo

Según la sección 107.05 del Cartel de Licitación del proyecto, la evaluación estadística y determinación del factor de pago aplica únicamente para el contenido de asfalto, vacíos de aire, granulometría y vacíos en núcleos, por lo tanto, se considera que la metodología de la sección 107.05 no aplica para los parámetros vacíos llenos de asfalto y en el flujo Marshall, donde se identificaron incumplimientos. Dado lo anterior, no se considera de recibo el descargo de la Administración y no se modifica el contenido del hallazgo al respecto.

**Hallazgo No. 6. El Equipo Auditor determinó que dos de los lotes de mezcla asfáltica en caliente analizados caen en la zona de rechazo según la sección 107.05 del Cartel de Licitación. Para los restantes cuatro lotes analizados, se determinó un factor de pago reducido.**

Descargo

Se reitera lo indicado como descargo al Hallazgo No. 5.

Análisis del descargo

Luego de realizar las correcciones solicitadas por la Administración, el Equipo Auditor obtuvo los factores de pago mostrados en la Tabla 2.



 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: 8/11	

Tabla 2. Factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor para la mezcla asfáltica en caliente

Mes	Factor de pago (%)											FP Lote <sup>3</sup>	
	Contenido de asfalto	Vacíos de aire	Vacíos en sitio	Granulometría									
				19 mm	12,5 mm	9,5 mm	N°4	N°8	N°30	N°50	N°200		
Setiembre 2020	86	79	97	98	100	100	100	100	100	100	100	100	84,4
Octubre 2020	87	78	100	100	95	85	100	100	100	100	100	100	84,6
Noviembre 2020 <sup>1</sup>	100	80	100	94	90	Rechazar	100	100	100	100	100	100	Rechazar
				83	97	100	100	100	100	100	100	100	86,0
Diciembre 2020 <sup>2</sup>	100	79	94	100	100	89	81	99	100	100	100	100	83,5
	98	100	100	100	100	93	78	82	100	100	100	100	84,6

<sup>1</sup>Hay un cambio del diseño E01 18-245-2020 al diseño E02 18-245-2020, el cual afecta sólo la granulometría. Rige a partir del 15 de noviembre de 2020.

<sup>2</sup>Hay un cambio del diseño E02 18-245-2020 al diseño 18-300-2020. Rige a partir del 14 de diciembre de 2020.

<sup>3</sup>El factor de pago del lote se determinó según lo indicado en la sección 107.05.03 ( $FP=0,3*FPQ+0,7*FPC$ ), donde FPQ es el factor de pago por calidad y FPC es el factor de pago por compactación.

Al comparar los factores de pago obtenidos por el Equipo Auditor y por la Administración, se identificaron diferencias en el lote de setiembre 2020 y de noviembre 2020.

La diferencia identificada en el mes de setiembre se debe al factor de pago obtenido por la Administración para los vacíos en núcleos. Según el porcentaje de incumplimiento determinado tanto por la Administración como por el Equipo Auditor (11% en ambos casos), el factor de pago asociado a la categoría I y una muestra de 69 es de 97% y no el 100% determinado por la Administración (coincidente con un porcentaje de incumplimiento del 11%, categoría II y 69 muestras). Se considera que el resultado obtenido por el Equipo Auditor es correcto y no se modifica el contenido del hallazgo al respecto.

En el mes de noviembre 2020, la diferencia radica en que la Administración calculó los factores de pago para un único lote de noviembre 2020. Sin embargo, en el mes de noviembre de 2020 se realizó una enmienda al diseño E01 18-245-2020, donde se actualizó el rango de trabajo para la granulometría de la mezcla asfáltica. Según el oficio DM-2021-2109 (de fecha 08/02/2021), la enmienda E02 18-245-2020 se utilizó desde el 15 de noviembre de 2020 al 14 de diciembre de 2020. Es por esto que el Equipo Auditor determinó factores de pago de manera independiente para el lote de noviembre correspondiente a la enmienda E01 18-245-2020 (del 1 de noviembre al 14 de noviembre) y para el lote de noviembre correspondiente a la enmienda E02 18-245-2021 (del 15 de noviembre al 30 de noviembre).

Se considera que, debido a que hubo una actualización del rango de trabajo de la granulometría, se deben separar los lotes, pues los parámetros de evaluación difieren. Por lo tanto, se considera que el procedimiento seguido por el Equipo Auditor es correcto y no se modifica el contenido del hallazgo al respecto.

Dados los cambios realizados al contenido del hallazgo, se modifica el título del hallazgo:





 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: <b>ANEXO 21</b>
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: <b>1</b>
Consecutivo:		Página: 9/11

Hallazgo No. 6. El Equipo Auditor determinó que uno de los lotes de mezcla asfáltica en caliente analizados cae en la zona de rechazo según la sección 107.05 del Cartel de Licitación. Para los restantes cinco lotes analizados, se determinó un factor de pago reducido.

**Hallazgo No. 7. Seis de los núcleos extraídos por el LanammeUCR tienen un espesor menor al establecido en el diseño de pavimento aprobado.**

### Descargo

Se indica que se ha obtenido un espesor promedio de 8,0 cm.

Además, indica: “[...] la US posterior a la reunión de presentación del pasado día viernes 30 de abril de 2021, y según lo acordado en ésta, procedió a extraer núcleos en zonas aledañas a los sitios señalados en el informe preliminar, lo cual le permitió constatar que los espesores obtenidos por el Equipo Auditor corresponden a casos puntuales que no representan el comportamiento real de los espesores a lo largo del proyecto”.

### Análisis del descargo

Es de recibo que los resultados obtenidos por el Equipo Auditor corresponden a casos puntuales. No obstante, al haberse presentado se considera importante incluirlos en el informe final y alertar a la Administración sobre la situación observada, por lo cual se mantiene el hallazgo.

Se añade al final del hallazgo:

“Según lo indicado en el oficio DM-2021-2562, posterior a la reunión de presentación de los resultados preliminares del informe (de fecha 30/04/2021), el equipo de proyecto procedió a extraer núcleos en las zonas aledañas a los sitios donde el Equipo Auditor identificó espesores de la carpeta asfáltica menores al espesor de diseño (ver Figura 5).

Figura 5. Espesores de núcleos extraídos por el equipo de proyecto

Estación	Espesor (mm)
10+067	75
10+550	76
11+260	72
16+110	80
19+660	80
21+160	77

Fuente: DM-2021-2562, 2021

**Hallazgo No. 8. La planificación inadecuada de las actividades por parte del Contratista ocasionó el deterioro progresivo y severo de los tramos de base estabilizada con cemento y los trabajos de reparación realizados no obedecen a las mejores prácticas de la ingeniería ni garantizan el adecuado desempeño del pavimento.**

### Descargo





 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: 10/11

Se indica que se presentaron situaciones no imputables al Contratista (suspensión del suministro de emulsión asfáltica) que provocaron que la Unidad Supervisora no contara con argumentos contractuales para detener los trabajos de colocación de la base estabilizada.

Además, se indica que se realizó un control topográfico con el fin de determinar fehacientemente que los costos de las reparaciones fueran asumidos por el Contratista.

### Análisis del descargo

Según lo indicado en el oficio MSD-LGC-2021-105 (de fecha 18/02/2021), el período de suspensión del suministro de emulsión asfáltica fue desde el 1 de julio hasta el 24 de agosto de 2020. Según los registros del Equipo Auditor, el periodo de exposición de la base estabilizada sin la colocación de la capa de ruedo llegó a extenderse por un periodo mayor a 5 meses en algunas secciones. Es decir, el periodo de suspensión del suministro de emulsión asfáltica (menor a 2 meses) es mucho menor al periodo de exposición de la base estabilizada. Por lo tanto, no se considera que la suspensión del suministro de la emulsión asfáltica haya sido la principal causa del prolongado tiempo de exposición de la base estabilizada, sino más bien una planificación inadecuada por parte del Contratista. Por tanto, no se modifica el contenido del hallazgo.

**Hallazgo No. 9. El procedimiento constructivo llevado a cabo para la aplicación del riego de liga no satisface lo establecido en las secciones 414.04 y 414.06 del CR-2010 ni las buenas prácticas de la ingeniería.**

### Descargo

“Para la aplicación de la Emulsión Asfáltica sobre la BE previo a la colocación de la MAC (Riego de Liga), durante el proceso de barrido se remueve el material de polvo de piedra, con un espesor aproximado de 1,0 cm, lo cual en 100 m de longitud en un ancho de carril de 4,6 m generaba un volumen acumulado de 4,6 m<sup>3</sup> de material, lo cual puede explicar lo señalado en la figura 25 *“Material de base estabilizada acumulado al costado de la vía posterior al barrido de la superficie. Superficie irregular con polvo y agregados sueltos previo a la colocación de la carpeta asfáltica”* del informe preliminar [...]”.

Además, se indica que las situaciones alertadas por el Equipo Auditor en el contenido de este hallazgo corresponden a situaciones puntuales que no representan la totalidad del proceso constructivo.

### Análisis del descargo

Respecto a la Figura 25 del informe preliminar, se debe aclarar que, en la visita realizada el 20/01/2021, el Equipo Auditor identificó deterioros severos en la zona de la fotografía de la Figura 25 y puede constatar que la gran mayoría del volumen de material acumulado a un costado de la vía se debe a la severidad del deterioro en la zona y no exclusivamente a material de secado. Por lo tanto, no se modifica el contenido del hallazgo al respecto.

También se debe aclarar que las prácticas constructivas incluidas en el informe en versión preliminar fueron evidenciadas en varias visitas al proyecto, por lo que no se considera que fueran situaciones puntuales y no se modifica el contenido del hallazgo.



 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales	Referencia: <b>ANEXO 21</b>
	Unidad de Auditoría Técnica Análisis del Descargo	Versión: <b>1</b>
Consecutivo:		Página: 11/11

**Hallazgo No. 10. Se identificaron acabados deficientes en algunos tramos de la carpeta asfáltica colocada.**

Descargo

Se indica que se solicitó al Contratista la reparación de los desniveles identificados en las juntas longitudinales.

Análisis del descargo

Se incorpora al contenido del hallazgo que se solicitó al Contratista la reparación de los desniveles identificados en las juntas longitudinales.

**Hallazgo No. 11. Algunos muros de gaviones del proyecto no satisfacen lo establecido en las secciones 253.06 y 705.01 del CR-2010.**

Descargo

Se indica que se le ha dado seguimiento, mediante control topográfico, al muro de gaviones en el estacionamiento 13+200. Se brindan los resultados de las mediciones realizadas y se concluye que el muro de gaviones se encuentra estable.

Además, se indica que se colocó un revestimiento de concreto en la corona del muro 13+200, brindando una mayor adherencia de las pequeñas partículas de agregado que se sitúan en esta sección.

Se indica que para el muro en el estacionamiento 3+950 se emitió la No Conformidad No.3 y para cerrarla se vaciaron las canastas y se rellenaron con material del Tajo Guarial.

Análisis del descargo

Se incorpora al contenido del hallazgo que se ha dado seguimiento al muro de gaviones en el estacionamiento 13+200 y que se colocó un revestimiento de concreto en la corona de este muro.

En cuanto al muro del estacionamiento 3+950 se debe indicar que la visita se realizó posterior al cierre de la No Conformidad No.3, por lo que no se modifica el contenido del hallazgo al respecto.

	Nombre y Puesto	Firma	Fecha
<b>Preparó:</b>	Ing. Mauricio Picado Muñoz Auditor Líder	MAURICIO ESTEBAN PICADO MUÑOZ (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por MAURICIO ESTEBAN PICADO MUÑOZ (FIRMA) Fecha: 2021.06.21 09:41:31 -06'00'</small>	15/06/2021
<b>Revisó:</b>	Ing. Francisco Fonseca Chaves Auditor Adjunto	FRANCISCO FONSECA CHAVES (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por FRANCISCO FONSECA CHAVES (FIRMA) Fecha: 2021.06.25 09:52:25 -06'00'</small>	15/06/2021
	Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Adjunto	SERGIO ANDRES GUERRERO AGUILERA (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por SERGIO ANDRES GUERRERO AGUILERA (FIRMA) Fecha: 2021.06.28 08:46:46 -06'00'</small>	21/06/2021
	Ing. Fiorella Murillo Contreras Auditora Adjunta	FIGRELLA MURILLO CONTRERAS (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por FIGRELLA MURILLO CONTRERAS (FIRMA) Fecha: 2021.06.25 17:10:25 -06'00'</small>	15/06/2021
<b>Aprobó:</b>	Ing. Wendy Sequeira Rojas, M.Sc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por WENDY SEQUEIRA ROJAS (FIRMA) Fecha: 2021.06.23 00:03:00 -06'00'</small>	16/06/2021