



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR

Informe LM-INF-IC-D-005-2020

## **Informe de Auditoría Técnica del Avance del Proyecto: Diseño y Construcción del Corredor Vial “Circunvalación Norte”, Ruta Nacional N°39, Sección Uruca (Ruta Nacional N°108) – Calle Blancos (Ruta Nacional N°109)**



Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica  
LanammeUCR

---

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

Julio, 2020



Información Técnica del documento

<p><b>1. Informe</b> Informe de Auditoría Técnica: LM-INF-IC-D-005-2020</p>	<p><b>2. Copia No.</b> 1</p>	
<p><b>3. Título y subtítulo:</b> Informe de Auditoría Técnica del avance del proyecto: Diseño y Construcción del corredor Vial "Circunvalación Norte", Ruta Nacional N°39, Sección Uruca (Ruta Nacional N°108) – Calle Blancos (Ruta Nacional N°109) Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000008-0DE00.</p>	<p><b>4. Fecha del Informe</b> Julio, 2020</p>	
<p><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</p>		
<p><b>8. Notas complementarias --**--</b></p>		
<p><b>9. Resumen</b> Este informe de auditoría técnica recopila una serie de aspectos observados en el proyecto por parte del equipo auditor, con el fin de informar a la Administración desde un punto de vista técnico, externo e independiente, de manera que sean insumos para que sean valorados para la implementación de mejoras en el proyecto y en futuras obras. De acuerdo con esto, el informe recopila algunos aspectos que fueron informados a la Administración mediante notas informe de forma oportuna y que pretenden aportar un componente técnico de mejora al proyecto. Se han encontrado aspectos de oportunidad de mejora de prácticas constructivas en cuanto a la prevención en la protección del acero de los elementos estructurales de concreto reforzado, en el sentido que, a pesar de que se adelantan obras de gran magnitud como puentes, estas quedan inconclusas durante periodos excesivos, exponiendo al acero a oxidación continua, sin considerar acciones de protección mientras se reanudan las obras. Por otra parte, se han observado agrietamientos hasta de 2mm de ancho, principalmente en el concreto en las uniones de losas conformadas con elementos prefabricados, siendo deterioros provocados por contracción del concreto, que podrían deberse a prácticas de colocación no adecuadas donde la tasa de evaporación del agua podría tender a ser alta, con factores como colocación a temperatura ambiente alta y velocidad de viento alta. De acuerdo con la calidad del concreto, se pudo observar que ha sido adecuadamente controlada y comprobada mediante ensayos de verificación de calidad, donde las resistencias cumplen con lo requerido, de acuerdo con cada elemento y la temperatura de colocación es aceptable. Además, se observó que luego de la construcción de la estructura de pavimento en la unidad funcional 2B, con excepción de la última capa de rueda de 6cm de mezcla asfáltica en su tramo principal, se utilizó para el almacenamiento de maquinaria y elementos prefabricados de considerable peso durante un periodo importante. De acuerdo con esto, se han observado deterioros superficiales, y podría afectarse la durabilidad de la obra debido a cargas para las que no fue diseñado el pavimento, más aún sin estar completa la estructura. Por último, se han observado afectaciones en algunos taludes de la unidad funcional 2B, donde la vegetación colocada no ha sido efectiva en la totalidad del área para evitar la erosión, lo que podría afectar paulatinamente en la estabilidad de los taludes y arrastrar tierra y sedimento al sistema de drenaje, además de que podría afectar la integridad de los elementos construidos.</p>		
<p><b>10. Palabras clave</b> Concreto - Viaducto - Acero - Auditoría Técnica</p>	<p><b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno</p>	<p><b>12. Núm. de páginas</b> 45</p>



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

**LM-INF-IC-D-005-2020:** “Informe de Auditoría Técnica del avance del proyecto: Diseño y Construcción del corredor Vial “Circunvalación Norte”, Ruta Nacional N°39, Sección Uruca (Ruta Nacional N°108) – Calle Blancos (Ruta Nacional N°109) Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000008-0DE00.

**Departamento encargado del proyecto:** Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura, CONAVI

**Supervisora del proyecto:** Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS).

**Laboratorio de verificación de calidad:** Laboratorio Vieto y Asociados S.A.

**Empresa contratista:** Consorcio Estrella – H.Solís.

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

**Monto original del contrato:** ₡2.910.000.000,00 y \$141.139.827.56

**Monto actual del contrato:** ₡2.910.000.000,00 y \$157.529.024.27

**Plazo original de ejecución:** Diseño 6 meses y Construcción 18 meses

**Plazo de construcción otorgado por unidad funcional:** Unidad Funcional 2B: 420dc  
Unidad Funcional 3: 540dc  
Unidad Funcional 4: 540dc

**Proyecto:** Diseño y Construcción del corredor Vial “Circunvalación Norte”, Ruta Nacional N°39, Sección Uruca (Ruta Nacional N°108) – Calle Blancos (Ruta Nacional N°109) Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000008-0DE00

**Director General LanammeUCR:**

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

**Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:**

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

**Auditores:**

Ing. Mauricio Salas Chaves, Auditor Técnico Líder.  
Ing. Mauricio Picado Muñoz, Auditor Técnico Adjunto.  
Ing. Víctor Cervantes Calvo, Auditor Técnico Adjunto

**Alcance del informe:**

El alcance del presente informe se enfoca en recopilar evidencias relevantes de acuerdo con el criterio del equipo auditor e informar a la Administración sobre aspectos constructivos, de calidad y de gestión que podrían ser oportunidades de mejora en el proyecto. El equipo auditor no se limita en informar a la Administración a través del presente documento, sino que realiza visitas al proyecto con personal técnico de la Administración donde se exponen situaciones de interés y se envían notas informe de forma oportuna para que sean valoradas para la toma de decisiones que el ente contratante considere. Algunos de los aspectos considerados en estas notas informe, se recopilan en este informe.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. FUNDAMENTACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS</b>	<b>8</b>
<b>3. OBJETIVOS DEL INFORME</b>	<b>9</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
<b>4. ALCANCE DEL INFORME</b>	<b>9</b>
<b>5. ANTECEDENTES</b>	<b>9</b>
<b>6. METODOLOGÍA</b>	<b>11</b>
<b>7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA</b>	<b>12</b>
<b>8. INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>13</b>
<b>9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR</b>	<b>15</b>
<b>10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA</b>	<b>15</b>
10.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	16
<b>HALLAZGO 1: SE HAN OBSERVADO FISURAS EN ALGUNAS LOSAS DEL VIADUCTO DE LA UNIDAD FUNCIONAL 3 Y 4</b>	<b>16</b>
<b>HALLAZGO 2: CONDICIÓN DE ACERO EXPUESTO POR UN PERIODO EXCESIVO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO INCONCLUSAS</b>	<b>25</b>
<b>HALLAZGO 3: DETERIOROS EN LA CAPA ASFÁLTICA COLOCADA EN LA UNIDAD FUNCIONAL 2B</b>	<b>33</b>
<b>HALLAZGO 4: SE HA OBSERVADO DETERIORO POR EROSIÓN EN ALGUNOS TALUDES DE LA UNIDAD FUNCIONAL 2B</b>	<b>39</b>
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>12. RECOMENDACIONES</b>	<b>44</b>
<b>13. REFERENCIAS</b>	<b>45</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL CORREDOR DEL PROYECTO. FUENTE: UNIDAD EJECUTORA CONAVI-BCIE Y PROGRAMA DE REGULACIÓN DE CATASTRO Y REGISTRO. CARTEL DE LICITACIÓN.....	14
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NOTAS INFORME RELACIONADAS CON EL PRESENTE INFORME. ....	10
TABLA 2. OFICIOS DE ENVÍO DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LANAMMEUCR.....	11

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: AGRIETAMIENTO DEL CONCRETO DE UNIONES EN LOSA PREFABRICADA. TABLERO 43. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 4. FECHA 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR, LM-IC-D-368-2020. ....	16
FOTOGRAFÍA 2: AGRIETAMIENTO DE CONCRETO DE UNIONES DE LOSA PREFABRICADA. TABLERO 42. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 4. FECHA 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. ....	17
FOTOGRAFÍA 3: APARENTE REPARACIÓN DE AGRIETAMIENTO DEL CONCRETO DE LAS UNIONES DE LOSA PREFABRICADA. TABLERO 42. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 4. FECHA 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR, LM-IC-D-368-2020.....	17
FOTOGRAFÍA 4: AGRIETAMIENTO DE CONCRETO DE UNIONES DE LOSA PREFABRICADA. TABLERO 14. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 2 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR, LM-IC-D-368-2020. ....	18
FOTOGRAFÍA 5: AGRIETAMIENTO DE CONCRETO EN UNIONES DE LOSA PREFABRICADA HASTA DE 2MM. JUNTA DE TABLEROS 3 Y 4. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 5 DE MAYO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. ....	18
FOTOGRAFÍA 6: AGRIETAMIENTO DE CONCRETO DE UNIONES DE LOSA PREFABRICADA. JUNTA DE TABLERO 23. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 5 DE MAYO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. ....	19
FOTOGRAFÍA 7: AGRIETAMIENTO Y APARENTES REPARACIONES DEL CONCRETO DE UNIONES DE LOSA PREFABRICADA. JUNTA DE TABLERO 23. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 5 DE MAYO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR.....	19



FOTOGRAFÍA 8: AGRIETAMIENTO DEL CONCRETO DE UNIONES DE LA LOSA PREFABRICADA. JUNTA DE TABLERO 28. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 5 DE MAYO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 20

FOTOGRAFÍA 9: COLADO MEDIANTE CONCRETO BOMBEADO, DE UNIONES O JUNTAS DE TABLERO CON LOSAS PREFABRICADAS A LAS 11AM. NOTESE QUE NO EXISTE ELEMENTOS QUE CORTEN VIENTO, ADEMÁS QUE LA HORA PODRÍA SER DESFAVORABLE. TABLERO 15. VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 4 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 21

FOTOGRAFÍA 10: AGRIETAMIENTO EN LOSA COLADA EN SITIO CORRESPONDIENTE AL TABLERO No.8 DEL VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 18 DE MAYO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 21

FOTOGRAFÍA 11: AGRIETAMIENTO DE CONCRETO DE LOSA PREFABRICADA. TABLERO 42, VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 4. FECHA 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR, NOTA INFORME LM-IC-D-368-2020. .... 22

FOTOGRAFÍA 12: AGRIETAMIENTO EN BORDES DE LOSAS PREFABRICADAS. TABLERO 15, VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA 4 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. NOTA INFORME LM-IC-D-839-19. .... 22

FOTOGRAFÍA 13: LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO DEL TABLERO 9 SE CANCELÓ POR PARTE DE LA SUPERVISIÓN A LAS 10AM. TABLERO 9, VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA 2 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 23

FOTOGRAFÍA 14: TABLERO 9 COLADO DOS DÍAS DESPUÉS DE SU CANCELACIÓN. TABLERO 9, VIADUCTO UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA 4 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 24

FOTOGRAFÍA 15: ACERO EXPUESTO DEL PUENTE SOBRE LA RADIAL A HEREDIA. UNIDAD FUNCIONAL 2B. FECHA: 25 DE ABRIL DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 26

FOTOGRAFÍA 16: ACERO EXPUESTO DEL PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA EN LA UNIDAD FUNCIONAL 2A, ESPECÍFICAMENTE EN EL BASTIÓN ESTE Y COLUMNAS DE PILA. FECHA: 21 DE FEBRERO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 26

FOTOGRAFÍA 17: ACERO SUMERGIDO EN AGUA ACUMULADA EN EL BASTIÓN ESTE DEL PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA EN LA UNIDAD FUNCIONAL 2A. FECHA: 3 DE DICIEMBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 28

FOTOGRAFÍA 18: LAS ESTRUCTURAS DEL PUENTE SOBRE QUEBRADA RIVERA CONTINUABAN HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS MISMAS CONDICIONES DE EXPOSICIÓN DE 10 MESES ATRÁS. UNIDAD FUNCIONAL 2A. FECHA: 3 DE DICIEMBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 28

FOTOGRAFÍA 19: ACERO CONTINÚA EXPUESTO EN LAS JUNTAS EN LOS BASTIONES DEL PUENTE SOBRE LA RADIAL A HEREDIA HASTA DICIEMBRE DE 2019. SE OBSERVA PARTE DEL ACERO TAMBIÉN EXPUESTO DE LA BARRERA DE CONTENCIÓN LATERAL. UNIDAD FUNCIONAL 2B. FECHA: 3 DE DICIEMBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 29

FOTOGRAFÍA 20: CONDICIÓN DE BASTIÓN ESTE DEL PUENTE DE LA QUEBRADA RIVERA APROXIMADAMENTE 14 MESES DESPUÉS DE CONSTRUIDO. UNIDAD FUNCIONAL 2A. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 30

FOTOGRAFÍA 21: CONDICIÓN DE COLUMNAS DE PILA DEL PUENTE DE LA QUEBRADA RIVERA. SE NOTA QUE SE COLOCÓ PARTE DEL CONCRETO DE LOS ELEMENTOS, DESDE



FEBRERO DE 2020. UNIDAD FUNCIONAL 2A. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 30

FOTOGRAFÍA 22: CONDICIÓN IGUAL DE LAS JUNTAS EN LOS BASTIONES Y PARTE DE LAS BARRERAS DE CONTENCIÓN LATERAL DEL PUENTE SOBRE LA RADIAL A HEREDIA HASTA ABRIL DE 2020. UNIDAD FUNCIONAL 2B. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 31

FOTOGRAFÍA 23: CONDICIÓN DE ACERO EXPUESTO DEL TOPE SÍSMICO DE LA PILA 9 DEL VIADUCTO. UNIDAD FUNCIONAL 3. FECHA: 18 DE MAYO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 32

FOTOGRAFÍA 24: ALMACENAMIENTO DE LANZADORA DE VIGAS. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+350. FECHA: 15 DE NOVIEMBRE DE 2018. FUENTE: LANAMMEUCR..... 34

FOTOGRAFÍA 25: ALMACENAMIENTO DE VIGAS DEL VIADUCTO EN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+650. FECHA: 14 DE ENERO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 35

FOTOGRAFÍA 26: MANIOBRAS DE COLOCACIÓN DE VIGAS SOBRE EL PAVIMENTO CONSTRUIDO. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+600. FECHA: 18 DE OCTUBRE Y 3 DE DICIEMBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR. .... 35

FOTOGRAFÍA 27: ALMACENAMIENTO DE LOSAS DEL VIADUCTO EN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+400. FECHA: 3 DE DICIEMBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 36

FOTOGRAFÍA 28: CONDICIÓN DEL TRAMO PRINCIPAL DE LA UNIDAD FUNCIONAL 2B EN ABRIL DE 2020. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+350 Y 1+750. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 36

FOTOGRAFÍA 29: MARCAS FORMADAS EN LA CAPA ASFÁLTICA POR APOYOS SOBRE LOS QUE SE COLOCARON VIGAS. UNIDAD FUNCIONAL 2B. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+450. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 37

FOTOGRAFÍA 30: DETERIOROS SUPERFICIALES DE LA CAPA ASFÁLTICA COLOCADA EN EL TRAMO PRINCIPAL DE LA UNIDAD FUNCIONAL 2B. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+400 A 1+550. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020 Y 25 DE ABRIL DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 37

FOTOGRAFÍA 31: DETERIORO EN LOS BORDES DE LAS CUNETAS CONSTRUIDAS EN LA UNIDAD FUNCIONAL 2B. ESTACIONAMIENTO APROXIMADO: 1+500. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 38

FOTOGRAFÍA 32: RELLENO CONSTRUIDO AL LADO DE LA RADIAL A HEREDIA. SE OBSERVA LA VEGETACIÓN Y EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA PARCIALMENTE CONSTRUIDO. FECHA 10 DE AGOSTO DE 2018. FUENTE: LANAMMEUCR ..... 40

FOTOGRAFÍA 33: EROSIÓN EN TALUD DEL RELLENO CONSTRUIDO AL LADO DE LA RADIAL A HEREDIA. SE OBSERVA OBSTRUCCIÓN EN CONTRACUNETAS. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR ..... 40

FOTOGRAFÍA 34: EROSIÓN EN TALUD ESTE AL LADO DE LA RADIAL A HEREDIA. FECHA: 15 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR ..... 41

FOTOGRAFÍA 35: EROSIÓN EN TALUD AL LADO DE LOS BASTIONES ESTE Y OESTE DE PUENTE SOBRE RADIAL HEREDIA. FECHA 28 DE ABRIL 2020. .... 41



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

**LM-INF-IC-D-005-2020:** Informe de Auditoría Técnica del avance del proyecto: Diseño y Construcción del corredor Vial “Circunvalación Norte”, Ruta Nacional N°39, Sección Uruca (Ruta Nacional N°108) – Calle Blancos (Ruta Nacional N°109) Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000008-ODE00.

### 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.”*

### 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 o cada una de 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

El objetivo general de este informe es verificar la calidad de las obras ejecutadas en el proyecto, específicamente para las Unidades Funcionales 2, 3 y 4, e informar a la Administración sobre oportunidades de mejora recopiladas a través de visitas y revisión de documentación del proyecto, y que de forma oportuna fueron consideradas en notas informe emitidas a la Ingeniería de Proyecto.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar la condición existente del proyecto.
- Verificar resultados de calidad de las obras ejecutadas.

### 4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance del presente informe se enfoca en recopilar evidencias relevantes de acuerdo con el criterio del equipo auditor e informar a la Administración sobre aspectos constructivos, de calidad y de gestión que podrían ser oportunidades de mejora en el proyecto. El equipo auditor no se limita en informar a la Administración a través del presente documento, sino que realiza visitas al proyecto con personal técnico de la Administración donde se exponen situaciones de interés y se envían notas informe de forma oportuna para que sean valoradas para la toma de decisiones que el ente contratante considere. Algunos de los aspectos considerados en estas notas informe, se recopilan en este informe.

### 5. ANTECEDENTES

El presente informe tiene como antecedente el envío de algunas notas informe donde se informa a la Administración sobre aspectos que a criterio del equipo auditor se consideran relevantes, con el fin de que se tomen las medidas que la Administración crea convenientes para mejoras en el proyecto. Como se puede ver, algunas fueron contestadas de forma escrita, otras solo fueron comentadas en sitio de obras.



Tabla 1. Notas informe relacionadas con el presente informe.

Nota Informe	Fecha	Asunto	Respuesta
LM-IC-D-81-2018	30 de mayo 2018	Recomendaciones de muestreo para concreto autocompactante.	Respuesta verbal
LM-IC-D-336-19	13 de mayo 2019	Condición de UF2B con almacenamiento de elementos prefabricados y daños observados en algunas vigas	Oficio POE-08-2019-0358
LM-IC-D-337-19	16 de mayo 2019	Observaciones sobre la condición de la UF2B sobre acero expuesto en elementos estructurales y erosión de taludes.	Oficio POE-08-2019-0355
LM-IC-D-839-19	07 de octubre 2019	Condición de agrietamiento en algunas losas del viaducto, existencia de uniones inconclusas y condiciones de colado.	Respuesta verbal
LM-IC-D-102-20	4 de febrero 2020	Condición de acero expuesto de elementos estructurales en UF2B y 2A	Respuesta verbal
LM-IC-D-330-20	17 de abril 2020	Sobre el diseño de mezcla asfáltica	Respuesta verbal
LM-IC-D-368-20	4 de mayo 2020	Condiciones de agrietamiento en tableros del viaducto.	Oficio POE-08-2020-0409

Por otra parte, la Unidad de Auditoría Técnica, a través del laboratorio del LanammeUCR ha solicitado una serie de ensayos a materiales utilizados en el proyecto con el fin de conocer si existen aspectos de calidad que deban ser informados a la Administración. El presente informe se enfoca en aspectos relacionados con concretos, varillas de acero, torones, entre otros, y se han enviado a la Administración los resultados que a criterio del equipo auditor se consideran importantes para la toma de decisiones técnicas en el uso de algunos materiales.



Tabla 2. Oficios de envío de resultados de ensayos de laboratorio de LanammeUCR.

Nota Informe	Fecha	Asunto
LM-AT-91-2018	2 de julio 2018	Informes I-0733-18 y I-0766-18: Sobre Desempeño de Mezcla Asfáltica modificada
LM-AT-100-2018	23 de julio 2018	Informes I-0883-18: Mediciones de IRI
LM-AT-109-2018	13 de agosto 2018	Informes I-0949-18 y I-0980-18: Sobre parámetros volumétricos de Mezcla Asfáltica modificada
LM-AT-118-2018	18 de setiembre 2018	Informe I-1186-18 Sobre parámetros volumétricos y desempeño de Mezcla Asfáltica modificada Informe I-1188-18: Sobre Fatiga de Mezcla Asfáltica modificada Informes I-1114-18 y I-1183-18: Sobre resistencia a tensión de varilla y de soldadura de unión. Dimensiones de varilla.
LM-AT-122-2018	21 de setiembre 2018	Informe I-1226-18: Sobre material termoplástico y microesferas
LM-AT-037-2019	20 de febrero 2019	Informes I-0153-19: Sobre resistencia a tensión de varilla, alambre Monolit y torones. Dimensiones de varilla.
LM-IC-D-566-19	23 de julio 2019	Informe I-1452-19: Sobre desempeño de mezcla asfáltica modificada
LM-IC-D-733-19	9 de setiembre 2019	Informes I-1676-19: Sobre resistencia a tensión de varilla, y torones. Dimensiones de varilla.
LM-IC-D-272-2020	19 de marzo 2020	Informes I-0155-2020: Sobre resistencia a tensión de varilla. Dimensiones de varilla.
LM-IC-D-470-2020	11 de junio 2020	Informes I-0369-2020: Sobre resistencia a tensión de varilla. Dimensiones de varilla.

Por otra parte, se han realizado ensayos de laboratorio adicionales que podrán ser considerados en futuros informes de auditoría técnica.

## 6. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad 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-CONAVI, analizar con las partes involucradas las consecuencias expuestas en los hallazgos y observaciones incluidas en los informes de la Auditoría Técnica.

Estos hallazgos y observaciones pretenden identificar oportunidades de mejora para el desarrollo de los procesos en la etapa constructiva y/o operativa, mismas que deben ser analizadas, con el propósito de que se establezcan medidas preventivas y correctivas, tanto para los proyectos en estudio como para los futuros, y que éstas sean implementadas por el MOPT-CONAVI.

## 7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

El contratista deberá seguir las normas y regulaciones vigentes, que garanticen el mejor desempeño, durabilidad y seguridad de los usuarios de las estructuras.

En caso de discrepancia entre los distintos documentos que forman parte del presente cartel, se tendrá que el orden en que prevalecerá uno de ellos sobre otro u otros, será el siguiente:

- a. Ley de Contratación Administrativa (Ley No. 7494 del 02 de mayo de 1995) y sus reformas y su respectivo Reglamento (Decreto Ejecutivo número 33411-H del 27 de setiembre del 2006) y sus reformas.
- b. El cartel de licitación, incluyendo las Especificaciones Especiales, sus aclaraciones y sus enmiendas.
- c. La oferta adjudicataria.
- d. El contrato refrendado por la Unidad Interna de Refrendos del CONAVI o por la Contraloría General de República, según corresponda.
- e. “Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-2010)”.
- f. El código de construcción.
- g. La norma “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications”, de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), edición 2010 o última versión.
- h. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-2010)
- i. El documento titulado: “Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial”, contiene las disposiciones generales emitidas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).
- j. Estudio de Impacto Ambiental.
- k. Manual de construcción para caminos, carreteras y puentes (MC- 2012)
- l. Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes.
- m. El Código de Cimentaciones de Costa Rica, edición 2009



- n. Las Normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras y demás disposiciones contractuales.
- o. Manual de diseño estándar para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (DE-2010) o última versión
- p. Reglamento de disposiciones de seguridad para protección de obras, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 103 del 30 de mayo de 1997, Decreto No. 26041-MOPT.
- q. Manual técnico de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías”.
- r. Dispositivos obligatorios de visualización de MOPT.
- s. Manual Centroamericano de Gestión del Riesgo en Puentes, Edición 2010.
- t. Manual Centroamericano de Normas para Diseño Geométrico de carreteras (SIECA, 3ª edición – 2011).
- u. Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2000).
- v. Pesos y Dimensiones, Decreto N° 33773-MOPT, publicado en La Gaceta N° 99 de fecha 24 de mayo de 2007 y sus modificaciones.
- w. Componentes de seguridad vial, implementación regulada mediante Decreto Ejecutivo No. 33148 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 100 del 25 de mayo del 2006
- x. Normas y diseños para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Vial.

Todas aquellas normas ASTM que cuenten con homologación vigente del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) registrarán sobre su homologada. El contratista tendrá la obligación de verificar y aplicar toda la normativa INTECO aplicable.

## 8. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El diseño y la construcción del proyecto se extiende desde la intersección de la ruta nacional No.108 con la ruta nacional No.39, hasta la intersección con la ruta nacional No.32, incluyendo la construcción de los intercambios con las Rutas Nacionales No.108 y No.32, rampas y otras intersecciones menores; así como el diseño y la construcción del puente sobre la Quebrada Rivera a partir del estacionamiento 1+040. Este tramo comprende una longitud de 4,10 kilómetros.

Además, incluye el diseño del tramo de 1,30 kilómetros, comprendido desde la Intersección con la Ruta Nacional No. 32 hasta la Intersección en Calle Blancos de las Rutas Nacionales No. 109 y No. 39, incluyendo el intercambio de Calle Blancos y las adaptaciones y rampas necesarias en el intercambio de la Ruta Nacional No. 32.



Figura 1. Ubicación del corredor del proyecto. Fuente: Unidad Ejecutora CONAVI-BCIE y Programa de Regulación de Catastro y Registro. Cartel de Licitación.

El proyecto tiene una longitud total acumulada de 5,4 kilómetros y se subdividió en 6 unidades funcionales:

- UF1: Paso a desnivel en la intersección con la ruta nacional No.108 en la Uruca
- UF2A: Tramo entre el paso a desnivel y el Puente sobre Quebrada Rivera
- UF2B: Tramo entre Puente sobre Quebrada Rivera e inicio de Viaducto
- UF3: Viaducto
- UF4: Paso a desnivel en intersección con ruta Nacional No.32
- UF5: (Diseño) Tramo entre paso a desnivel en intersección con ruta Nacional No.32 y paso a desnivel en intersección con ruta Nacional No.109, en Calle Blancos



## 9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR

De acuerdo con los procedimientos de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-INF-IC-D-005B-2020 fue remitido a la Administración el día 25 de junio de 2020, mediante oficio LM-IC-D-0494-2020, para que fuese analizado por parte del Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura del CONAVI. A partir de esta fecha se le otorgó un plazo de 15 días hábiles a la Administración para que se refiriera al informe preliminar de forma escrita.

La presentación del informe se efectuó de forma virtual el día 1 de julio de 2020, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conociera con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe.

En la presentación participó el ingeniero de proyecto Alvaro Solís Ramírez por parte de la Administración. Además, del Ing. Manrique Aguilar Oreamuno, Ing. Berny Quirós Vargas, el Ing. Joshimar Tejeda Valverde y el Lic. Reinaldo Vargas Soto por parte del Departamento de Auditoría Interna de CONAVI, así como los auditores encargados de ejecutar el informe técnico, Ing. Mauricio Picado Muñoz, Ing. Víctor Cervantes Calvo, el Ing. Mauricio Salas Chaves y la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc., coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

A partir de la presentación del descargo se procedería a su análisis para valorar realizar las correcciones necesarias en el informe o incluir elementos adicionales en su versión final.

Sin embargo, no se presentó ningún documento de descargo por parte de la Administración, por lo que se emite la versión final del informe para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

## 10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

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

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas por parte de la Administración, planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimiento en proyectos futuros, como parte de un proceso integral de mejora continua.

### **10.1. Hallazgos y observaciones de la Auditoría Técnica**

#### **HALLAZGO 1: SE HAN OBSERVADO FISURAS EN ALGUNAS LOSAS DEL VIADUCTO DE LA UNIDAD FUNCIONAL 3 Y 4.**

En diferentes visitas al proyecto, se han observado fisuras o agrietamientos en algunas losas del viaducto, específicamente en las losas que fueron construidas con elementos prefabricados. Principalmente, los elementos que presentan fisuras o agrietamientos, son las uniones o juntas de las losas construidas con prefabricados o las juntas entre los tableros del viaducto. Algunas de estas han sido intervenidas mediante la colocación de mortero; sin embargo, según lo evidenciado, no todas reciben el mismo tratamiento, quedando en su misma condición.

Esta condición fue informada a la Administración por medio de la nota informe LM-IC-D-368-2020, emitida el 4 de mayo de 2020, donde se muestran ejemplos de tableros con alguna afectación de fisuras por contracción.



Fotografía 1: Agrietamiento del concreto de uniones en losa prefabricada. Tablero 43. Viaducto Unidad Funcional 4. Fecha 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR, LM-IC-D-368-2020.





Fotografía 2: Agrietamiento de concreto de uniones de losa prefabricada. Tablero 42. Viaducto Unidad Funcional 4. Fecha 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 3: Aparente reparación de agrietamiento del concreto de las uniones de losa prefabricada. Tablero 42. Viaducto Unidad Funcional 4. Fecha 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR, LM-IC-D-368-2020.



Fotografía 4: Agrietamiento de concreto de uniones de losa prefabricada. Tablero 14. Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 2 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR, LM-IC-D-368-2020.



Fotografía 5: Agrietamiento de concreto en uniones de losa prefabricada hasta de 2mm. Junta de Tableros 3 y 4. Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 5 de mayo de 2020. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 6: Agrietamiento de concreto de uniones de losa prefabricada. Junta de Tablero 23. Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 5 de mayo de 2020. Fuente: LanammeUCR.



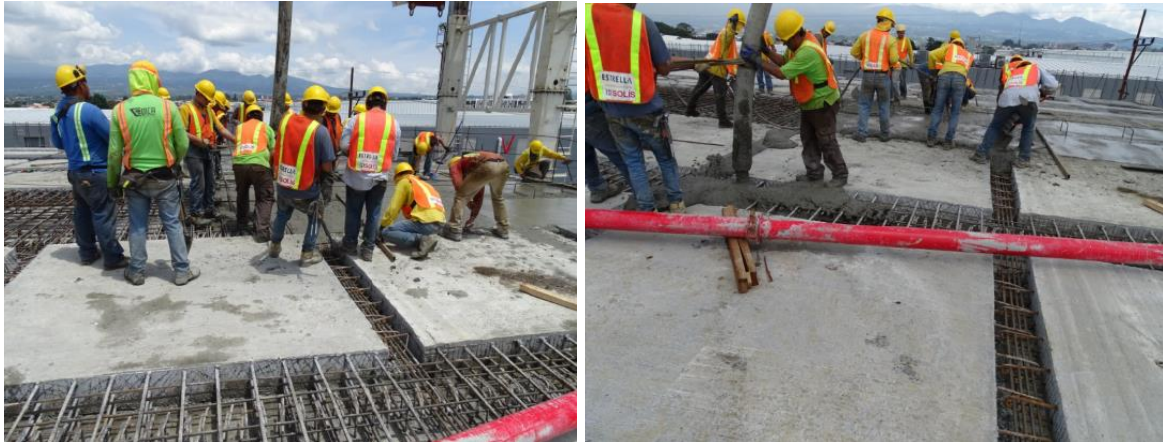
Fotografía 7: Agrietamiento y aparentes reparaciones del concreto de uniones de losa prefabricada. Junta de Tablero 23. Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 5 de mayo de 2020. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 8: Agrietamiento del concreto de uniones de la losa prefabricada. Junta de Tablero 28. Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 5 de mayo de 2020. Fuente: LanammeUCR.

Cabe destacar que fisuras como las observadas son típicos deterioros por contracción del concreto en las que afectan factores como temperatura del concreto, temperatura ambiental, velocidad de viento y humedad relativa, cuya influencia determina la velocidad de evaporación de agua en el periodo tan importante de fragua y ganancia de resistencia inicial. Además, pueden afectar factores como prácticas de colocación inadecuadas y deficiencias en el curado posterior a su colocación.

De acuerdo con esto, se ha observado la colocación de concreto, principalmente en uniones o juntas de losas prefabricadas, en horas donde la temperatura ambiental podría no ser apta, a veces cercanas al medio día. Principalmente, para concretos con alto contenido de cemento o con resistencias tempranas altas, la contracción se puede presentar de forma importante en esas primeras horas de fraguado y de ganancia de resistencia, por lo que se deben tomar precauciones necesarias en el curado, pero principalmente cuidando las condiciones de colocación aptas, donde se minimice el riesgo de que el concreto se fisure por contracción, tal como se nota en algunas losas del viaducto, donde se observan tableros en buenas condiciones, al igual que la mayoría de las losas totalmente coladas in situ, donde se evidencia mejor control del concreto, con excepción de la losa No.8, donde se observaron algunas grietas el día 18 de mayo de 2020.



Fotografía 9: Colado mediante concreto bombeado, de uniones o juntas de tablero con losas prefabricadas a las 11am. Notese que no existe elementos que corten viento, además que la hora podría ser desfavorable. Tablero 15. Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 4 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR.

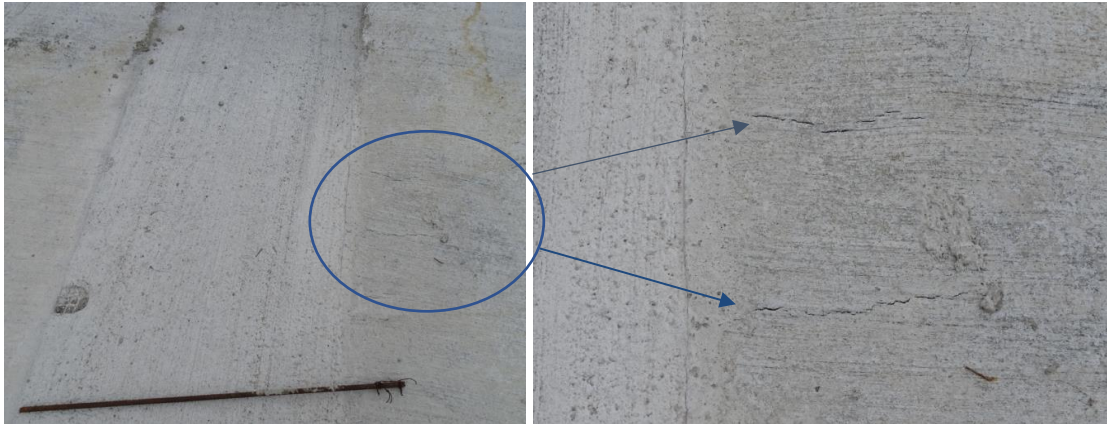


Fotografía 10: Agrietamiento en losa colada en sitio correspondiente al tablero No.8 del Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha: 18 de mayo de 2020. Fuente: LanammeUCR.

De acuerdo a ensayos realizados durante los años 2018 y 2019 por LanammeUCR y el laboratorio encargado de la verificación de la calidad, en general se han obtenido resistencias a 28 días satisfactorias, en cada uno de los concretos producidos para construcción de pilotes, cimentaciones, columnas, vigas, dinteles, losas coladas en sitio, losas prefabricadas, juntas de losas, entre otros, lo que indica que se ha tenido un control efectivo en la producción del concreto utilizado.

Sin embargo, además de las fisuras del concreto evidenciadas en las uniones y juntas del viaducto, se debe mencionar que se han observado también algunas pocas losas prefabricadas que han experimentado agrietamientos, posiblemente producto de desmolde y transporte prematuro, sin la resistencia suficiente o por deficiencias en la manipulación de estos elementos. Se debe indicar que el techado del plantel de producción de vigas, dinteles y losas prefabricadas, ubicado en la Unidad Funcional 3, ha sido un aspecto positivo que influyó, a partir de agosto de 2019, en mejoras de las condiciones con las que se fabricaron

estos elementos estructurales, tanto por evitar condiciones de radiación solar directa, condiciones de lluvia o afectación de viento.



Fotografía 11: Agrietamiento de concreto de losa prefabricada. Tablero 42, Viaducto Unidad Funcional 4. Fecha 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR, Nota informe LM-IC-D-368-2020.



Fotografía 12: Agrietamiento en bordes de losas prefabricadas. Tablero 15, Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha 4 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR. Nota informe LM-IC-D-839-19.

Es importante destacar que, en el caso de las losas coladas totalmente en sitio el acabado se observa en mejores condiciones que los tableros con losas prefabricadas en cuanto a regularidad superficial o presencia de escalonamientos en juntas, además que como se mencionó anteriormente, no se han observado agrietamientos importantes por parte del equipo auditor, con excepción del tablero No.8.

Como caso particular en cuanto a losas coladas en sitio, el día 4 de octubre de 2019 se coló la losa del tablero 9. De acuerdo con lo indicado por la inspección, este día se inició la colocación del concreto a las 4am y se realizaron cortes de juntas a las 2 horas de colado

con el fin de controlar el agrietamiento por contracción. Sin embargo, se debe indicar que el día 2 de octubre, este mismo tablero se iba a colocar en condiciones riesgosas a medianas horas de la mañana, labor que fue detenida por el ente supervisor al ser un riesgo para la calidad del tablero, además que según el ente supervisor encontró diferencias con respecto a planos constructivos. En la siguiente fotografía se observa ya instalada en el sitio la pluma para bombeo de concreto para iniciar el colado de este tablero; sin embargo, no se realizó hasta el día 4 de octubre en horas con condiciones climáticas más favorables. Actualmente, la losa se encuentra en buenas condiciones, según lo observado por el equipo auditor.



Fotografía 13: La colocación del concreto del Tablero 9 se canceló por parte de la Supervisión a las 10am. Tablero 9, Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha 2 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 14: Tablero 9 colado dos días después de su cancelación. Tablero 9, Viaducto Unidad Funcional 3. Fecha 4 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR.

Como respuesta a la nota informe LM-IC-D-368-2020, en oficio POE-08-2020-0409, de fecha de 13 de mayo de 2020, se adjunta el criterio del experto técnico estructural del proyecto, donde se mencionan medidas que se han tomado para evitar la formación de estas fisuras, tales como realizar colados de noche, enfriar armadura, colocar barreras de viento, utilizar mezclas con tamaños máximos posibles para minimizar la cantidad de pasta en el concreto, utilizar recomendaciones de curado según AASHTO y realizar cortes que eviten el agrietamiento descontrolado entre otras. A pesar de esto, se han presentado agrietamientos en algunos sectores, como se mencionó anteriormente, principalmente en el concreto de uniones de losas prefabricadas, además de que se ha evidenciado que no siempre se han utilizado estas recomendaciones mencionadas en el oficio POE-08-2020-0409. En este sentido, el equipo auditor sí ha evidenciado el uso de barreras corta vientos, se han observado buenas prácticas de curado, se han realizado colados en horas nocturnas y se han observado cortes para control de agrietamiento; sin embargo, también se han evidenciado que no siempre se ha cumplido, por ejemplo, con las colocaciones en horas nocturnas o en horas con temperaturas ambientales elevadas ni con la colocación de barreras protectoras de viento, siendo que estas condiciones pueden incidir en los agrietamientos observados.

De acuerdo con esto, es importante se mejoren aspectos constructivos de colocación de concreto en losas, principalmente minimizando el riesgo de aparición de fisuras, aspecto que se puede lograr con buenas prácticas de colocación. Por otra parte, es importante dar un seguimiento al comportamiento de las fisuras y grietas existentes con el objetivo que no





se conviertan en problemas futuros, y determinar si es o no necesaria su intervención, de acuerdo a la severidad de cada caso considerando las magnitudes de las aberturas, que como se mencionó anteriormente, alcanzan hasta 2mm de acuerdo con lo observado por el equipo auditor. Se debe considerar, además, que se colocará una capa de rodamiento con mezcla asfáltica de aproximadamente 4cm, en la cual se podrían reflejar agrietamientos severos en un período corto, en caso de no tomar medidas preventivas.

## **HALLAZGO 2: CONDICIÓN DE ACERO EXPUESTO POR UN PERIODO EXCESIVO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO INCONCLUSAS**

En diferentes giras realizadas al proyecto en ejecución, se ha observado la exposición de estructuras de concreto reforzado, en donde el acero permanece sin protección, desarrollando un proceso de oxidación continuo que podría afectar la integridad de los elementos a futuro y, en consecuencia, su desempeño.

Específicamente, en el puente superior sobre la radial hacia Heredia (aproximadamente estacionamiento 1+275 del proyecto), se han observado elementos de la estructura donde el acero ha permanecido expuesto por un tiempo excesivo (al menos 18 meses), presentando condiciones que deberían prevenirse con el fin de evitar consecuencias desfavorables en el desempeño.

De acuerdo con esto, se debe mencionar que esta situación ha sido informada a la Administración, inicialmente desde el día 16 de mayo de 2019, mediante nota informe LM-IC-D-0337-19 emitida por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, donde se indica la existencia de elementos inconclusos de concreto reforzado en la Unidad Funcional 2B, además de que se observó que no existía actividad constructiva para ese momento en esta Unidad Funcional y que la condición del acero de algunos elementos de la estructura del puente sobre la radial hacia Heredia, permanecían expuestos a la intemperie sin apariencia de la utilización de procedimientos de protección. Estas condiciones observadas en cada visita técnica son advertidas a la ingeniería de proyecto y a la unidad supervisora de forma verbal e inmediata, de manera que, desde un punto de vista técnico y externo, se conviertan en herramientas que sirvan a la Administración como insumos en la mejora de la ejecución al proyecto.



Fotografía 15: Acero expuesto del puente sobre la Radial a Heredia. Unidad Funcional 2B. Fecha: 25 de abril de 2019. Fuente: LanammeUCR

Por otra parte, se observó una condición similar con los elementos construidos del puente ubicado donde finaliza la Unidad Funcional 2A según planos, sobre la Quebrada Rivera y la ruta existente entre la Uruca y León XIII (aproximadamente en el estacionamiento 1+160 del proyecto). A pesar de que no ha iniciado la ejecución de este tramo del proyecto hasta el momento de la emisión de este informe, se adelantaron algunos elementos del puente, en el cual se observaron condiciones expuestas del acero del bastión Este y de algunas columnas correspondientes a una pila del puente, cuyo acero ya estaba colocado desde febrero de 2019 y sin alguna protección efectiva.



Fotografía 16: Acero expuesto del puente sobre Quebrada Rivera en la Unidad Funcional 2A, específicamente en el bastión Este y columnas de pila. Fecha: 21 de febrero de 2019. Fuente: LanammeUCR.



De acuerdo con el oficio POE-08-2019-0355 del 21 de mayo de 2019, la Ingeniería de Proyecto indicó al equipo auditor que por medio de la orden de servicio No.56, se ordenó la suspensión de toda actividad concerniente a la ejecución del contrato en la Unidad Funcional 2B a partir del día 1 de abril de 2019, luego que se indicaba que se contaba con un avance físico de un 90%. De acuerdo con esta orden de servicio, el contratista se haría cargo de la vigilancia, regencia y conservación de las obras realizadas, considerando que se haría responsable del daño de la infraestructura existente que se presentara durante este periodo de suspensión, asumiendo la sustitución de elementos dañados, o de acuerdo con la circunstancia, la corrección de defectos. A partir de esto, se interpreta que esto debería garantizar que cada elemento del proyecto obtenga una condición satisfactoria de acuerdo con lo solicitado por el Contratante.

Posteriormente, se envió por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, la nota informe LM-IC-D-0102-20 con fecha de 4 de febrero de 2020, en la cual se informó a la Administración sobre la permanencia de las condiciones mostradas en mayo de 2019, mediante nota informe LM-IC-D-0337-19. Hasta esta fecha continuaba el periodo de suspensión de las obras en esta Unidad Funcional 2B, en consecuencia, la exposición del acero del puente superior a la Radial a Heredia, y además continuaban expuestas e inconclusas las obras iniciadas del puente correspondiente a la Unidad funcional 2A, sobre la Quebrada Rivera.

Claramente, para diciembre de 2019, se observaba una condición de oxidación mayor en el acero de los elementos de las estructuras mencionadas, siendo que al menos ya presentaba en ese momento desprendimiento de partículas pequeñas oxidadas al pasar la mano por la superficie de las varillas siendo que se podría afectar la condición de la sección del acero en alguna medida de severidad, además de la corrugación necesaria en un elemento de concreto reforzado. La severidad del deterioro también se ve afectada en mayor grado en elementos en los cuales el acero queda expuesto a lluvia, pero además en algunas circunstancias, queda sumergido en agua estancada por periodos en que esta tarda en evaporarse o filtrarse, siendo un proceso de corrosión más agresivo, al estar en un proceso de humedecido y secado continuo.



Fotografía 17: Acero sumergido en agua acumulada en el bastión Este del puente sobre Quebrada Rivera en la Unidad Funcional 2A. Fecha: 3 de diciembre de 2019. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 18: Las estructuras del puente sobre Quebrada Rivera continuaban hasta diciembre de 2019 en las mismas condiciones de exposición de 10 meses atrás. Unidad Funcional 2A. Fecha: 3 de diciembre de 2019. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 19: Acero continúa expuesto en las juntas en los bastiones del puente sobre la Radial a Heredia hasta diciembre de 2019. Se observa parte del acero también expuesto de la barrera de contención lateral. Unidad Funcional 2B. Fecha: 3 de diciembre de 2019. Fuente: LanammeUCR.

Posteriormente en febrero de 2020 se empezó a observar que se realizaron algunas actividades de protección en algunos elementos, como la colocación parcial de plástico (algunos elementos protegidos parcialmente y otros sin ninguna protección), y la colocación de concreto en parte de las columnas del puente sobre Quebrada Rivera. Sin embargo, como se pudo observar, la protección no es efectiva puesto que sigue la condición donde se puede acumular agua y otros elementos siguen expuestos, siendo posibles focos de oxidación para el acero que ya no se observa (porque ya tiene concreto colado) pero que sigue en contacto con el que se encuentra expuesto. Las siguientes fotografías muestran la condición existente para abril de 2020, época donde sigue en suspensión las obras tanto de la Unidad Funcional 2B como las obras adelantadas de la Unidad Funcional 2A. Sin embargo, se debe indicar que esta condición permanece en junio de 2020.



Fotografía 20: Condición de bastión Este del Puente de la Quebrada Rivera aproximadamente 14 meses después de construido. Unidad Funcional 2A. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 21: Condición de columnas de pila del Puente de la Quebrada Rivera. Se nota que se colocó parte del concreto de los elementos, desde febrero de 2020. Unidad Funcional 2A. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.

En el caso del puente sobre la Radial hacia Heredia, siguen en las mismas condiciones de exposición, principalmente en el acero de las juntas en los bastiones y en parte del acero de la barrera de contención lateral.



Fotografía 22: Condición igual de las juntas en los bastiones y parte de las barreras de contención lateral del puente sobre la Radial a Heredia hasta abril de 2020. Unidad Funcional 2B. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.

Llama la atención al equipo auditor que, a pesar de que es clara la responsabilidad que posee el contratista de proteger las obras ejecutadas ante la suspensión de la obra por un periodo extenso que supera el año, no se tomen las medidas básicas y efectivas de protección del acero de elementos de estructuras tan importantes para el proyecto.

En el caso del puente sobre la radial a Heredia, llama la atención que faltando poco para la conclusión de la estructura total del puente, quede expuesta a la intemperie durante un periodo extenso, desarrollándose oxidación en el acero, independientemente si se puede o no avanzar con otras obras que hacían falta en el resto de la Unidad Funcional 2B. Dentro de las actividades más importantes por concluir en esta Unidad Funcional, se encuentra completar la estructura del pavimento, reparación de cunetas, mejoramiento del control de erosión, construcción de parte de las barreras medianeras, demarcación y señalización, entre otras.

Cabe mencionar que la orden de inicio de la construcción de las obras de la Unidad Funcional 2B se dio mediante la Orden de Servicio No.42 el día 8 de setiembre de 2017, para iniciar labores a partir del día 11 de setiembre de 2017 con un plazo de 14 meses que se cumplirían el 5 de noviembre de 2018, fecha original de finalización sin considerar compensación de plazo. Posteriormente, mediante eventos compensables, hasta la orden

de servicio No.55 del 6 de febrero de 2019, la fecha de finalización de obras se estableció para el día 30 de abril del 2019. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la suspensión de labores de la Unidad Funcional 2B se presentó el 1 de abril de 2019, sin que hasta la fecha de emisión de este informe, se haya reanudado.

Por otra parte, a pesar de que se adelantaron obras del puente sobre Quebrada Rivera, situación que podría verse como algo positivo, estas mismas obras quedan inconclusas y expuestas a condiciones de oxidación del acero evidentes.

Como caso adicional, se debe mencionar que en la unidad funcional 3, se ha observado la exposición por un periodo excesivo, del acero de los topes sísmicos de las pilas 9 y 10 del proyecto. Estas pilas corresponden a los apoyos de la primera losa construida del viaducto por medio de elementos prefabricados (tablero 10), en junio de 2019; sin embargo, hasta junio de 2020, permanecen sin ser colados estos bloques sísmicos, donde se han realizado, además, demolición de parte de los diafragmas que ya habían sido construidos.



Fotografía 23: Condición de acero expuesto del tope sísmico de la pila 9 del viaducto. Unidad Funcional 3. Fecha: 18 de mayo de 2020. Fuente: LanammeUCR.

Es criterio del equipo auditor, que se deben definir claramente las directrices necesarias para asegurar que las obras mencionadas no vayan a experimentar un riesgo en su durabilidad de acuerdo con la calidad con que se ejecutaron. En este caso particular, es recomendable considerar la protección del acero ante la exposición que pueda generar





procesos de oxidación severos, principalmente si se suspenden las obras por periodos extensos, como es el caso expuesto.

Es importante asegurar que antes de dar continuidad a las estructuras inconclusas, se realice una limpieza efectiva del óxido existente y se garantice que la condición del acero no haya sido afectada en cuanto a sus propiedades de resistencia, de masa y corrugación.

Por otra parte, es importante considerar estas experiencias para el resto del proyecto que falta por ejecutar y para futuras obras, con el objetivo de establecer medidas preventivas que minimicen riesgos en obras que inicien su etapa de funcionamiento sin las condiciones óptimas.

### **HALLAZGO 3: DETERIOROS EN LA CAPA ASFÁLTICA COLOCADA EN LA UNIDAD FUNCIONAL 2B**

Se ha observado deterioro en la capa asfáltica colocada en el eje principal de la Unidad Funcional 2B, provocado principalmente por el almacenamiento de vigas, dinteles y losas prefabricadas pertenecientes al viaducto en proceso de construcción en las Unidades Funcionales 3 y 4 y al almacenamiento del equipo conocido como la Lanzadora de Vigas desde que arribó al proyecto. Por otra parte, es importante considerar que esto ha llevado consigo el tránsito de maquinaria pesada, utilizada para el transporte y manejo de estos elementos sobre la estructura de pavimento parcialmente construida.

A través de la nota informe LM-IC-D-0336-19, el día 13 de mayo de 2019, se informó a la Administración sobre este aspecto, con el fin de alertar sobre posibles inconvenientes. En respuesta a la nota informe, se adjuntaron formularios de inspección del ente Supervisor donde se menciona que ya se habían detectado los deterioros observados, y que se deberá presentar un análisis técnico apropiado por parte del especialista de pavimentos sobre el alcance de las deformaciones y agrietamientos provocados, además de un procedimiento de reparación. Por otra parte, se menciona que se debe someter a una revisión y verificación por medio de deflectometría de la zona utilizada para almacenamiento de elementos prefabricados, antes de la colocación de la tercera capa de 6cm.

Este eje principal del proyecto ha sido construido con una estructura de pavimento que cuenta con material de préstamo, 30cm de espesor de subbase, 27cm de base estabilizada con cemento (tipo BE-25, resistencia promedio de 3MPa a los 7 días) y 12cm de mezcla asfáltica modificada, quedando pendiente la capa de rueda de 6cm, también con mezcla asfáltica modificada, de acuerdo con el diseño propuesto.

La capa existente de mezcla asfáltica fue colocada entre los meses de mayo y junio de 2018, construida en dos capas de 6cm cada una, aproximadamente entre los estacionamientos 1+350 y 1+800 del proyecto.

A pesar de que, en parte de este tramo del eje principal, se había construido casi completa la estructura del pavimento diseñada, para noviembre del mismo año se empezaron a almacenar los elementos de la lanzadora de vigas, sobre los carriles correspondientes en el sentido Uruca hacia Calle Blancos, generándose algunos deterioros puntuales en la superficie existente.



Fotografía 24: Almacenamiento de lanzadora de vigas. Estacionamiento aproximado: 1+350. Fecha: 15 de noviembre de 2018. Fuente: LanammeUCR.

Este equipo permaneció en este sitio al menos 5 meses, hasta que aproximadamente en abril de 2019 se trasladó y se armó en un tramo de sitio de obra de la Unidad Funcional 3.

Posteriormente, en enero de 2019, se inició en este mismo tramo de la Unidad Funcional 2B del proyecto, el almacenamiento las vigas, dinteles y algunas losas prefabricadas del viaducto en construcción de las Unidades Funcionales 3 y 4.

Es importante señalar que muchas de estas cargas han permanecido en este tramo al menos 1 año y 5 meses, donde se han colocado y quitado conforme se han producido en planta y conforme se han retirado para su colocación en el viaducto. Sin embargo, se ha utilizado una gran parte del pavimento parcialmente construido en el tramo principal para este fin, entre la aproximación Este del puente sobre la Radial a Heredia (cerca del estacionamiento 1+350) hasta el estacionamiento aproximado 1+800 de la Unidad Funcional 2B. Cabe destacar que aún está pendiente la construcción del pavimento de un tramo adicional entre los estacionamientos aproximados 1+800 y 1+900, a partir de donde se encuentra próxima la planta productora de concreto y el plantel de construcción de los

elementos prefabricados como vigas, dinteles y losas, sitio donde inicia la Unidad Funcional 3 (inicio de elevación hacia el viaducto).



Fotografía 25: Almacenamiento de vigas del viaducto en proceso de construcción. Estacionamiento aproximado: 1+650. Fecha: 14 de enero de 2019. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 26: Maniobras de colocación de vigas sobre el pavimento construido. Estacionamiento aproximado: 1+600. Fecha: 18 de octubre y 3 de diciembre de 2019. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 27: Almacenamiento de losas del viaducto en proceso de construcción. Estacionamiento aproximado: 1+400. Fecha: 3 de diciembre de 2019. Fuente: LanammeUCR.

Hasta junio de 2020, las condiciones de carga del tramo permanecían activas con almacenamiento de dinteles, vigas y losas.



Fotografía 28: Condición del tramo principal de la Unidad Funcional 2B en abril de 2020. Estacionamiento aproximado: 1+350 y 1+750. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.

Es conocido por el equipo auditor que se han tomado ciertas medidas por parte del contratista para minimizar los daños que puedan ser provocados por estas cargas excesivas sobre el pavimento nuevo. Se han colocado elementos de madera y de concreto, de manera que la carga no sea aplicada en toda el área de la calzada. Sin embargo, no han sido del todo efectivas ni suficientes, creando algunos daños visibles superficialmente.



Fotografía 29: Marcas formadas en la capa asfáltica por apoyos sobre los que se colocaron vigas. Unidad Funcional 2B. Estacionamiento aproximado: 1+450. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.



Fotografía 30: Deterioros superficiales de la capa asfáltica colocada en el tramo principal de la Unidad Funcional 2B. Estacionamiento aproximado: 1+400 a 1+550. Fecha: 15 de abril de 2020 y 25 de abril de 2019. Fuente: LanammeUCR.

Además, se han observado deterioros leves en los bordes de las cunetas construidas, que podrían deberse al tránsito de maquinaria para la manipulación y transporte de los elementos prefabricados almacenados en esta unidad funcional 2B.



Fotografía 31: Deterioro en los bordes de las cunetas construidas en la Unidad Funcional 2B. Estacionamiento aproximado: 1+500. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.

Por otra parte, es importante considerar que algunos daños podrían no ser fácilmente visibles, pero podrían afectar la durabilidad y la calidad de la obra.

De acuerdo con el criterio del equipo auditor, es necesario asegurar que no se vayan a presentar daños en general, que puedan disminuir la vida útil del pavimento, principalmente porque son cargas estáticas importantes que pueden inducir deformaciones o agrietamientos que requieran atención especial. Adicionalmente de las cargas dinámicas en el transporte de estos elementos, cargas para las cuales no fue diseñado el pavimento y que además del riesgo de crear deformaciones, también podrían afectar la durabilidad en cuanto a fatiga de la estructura. Por otra parte, es importante que se pueda asegurar que esto no vaya a afectar la regularidad superficial resultante de la última capa pendiente por colocar como capa de ruedo y su durabilidad en una condición aceptable solicitada.

Cabe destacar que desde abril de 2019 hasta la fecha de emisión de este informe, existe una suspensión de labores en la Unidad Funcional 2B, cuyo plazo de ejecución evidentemente ha sido afectado por el almacenaje de estos elementos y no ha permitido la finalización de este tramo, entre otros factores.

De acuerdo con esto, es importante tomar en cuenta que el objetivo de dividir el proyecto en unidades funcionales, tenía sentido en cuanto a poder ejecutar secciones individuales del proyecto sin depender de la circunstancia de no contar con la totalidad de terrenos necesarios en todo el proyecto y, además que se garantizara la funcionalidad de cada unidad funcional generando beneficios independientes a la conexión social de diferentes localidades. Sin embargo, en este caso específico de la Unidad Funcional 2B, esto no logró ser efectivo, puesto que no fue una unidad funcional que por sí sola pudo operar por la



ubicación de la planta productora de concreto y el plantel de prefabricado. Como segundo factor, la unidad funcional 2A no habría podido iniciar siendo tan importante el tramo a nivel desde la Ruta Nacional 108 en la Uruca y el Puente sobre Quebrada Rivera para la conexión originalmente planteada como Unidad Funcional 2, aún sin contar con las obras del paso a desnivel en la Uruca conocida como Unidad Funcional 1. Por otra parte, no parece lógico haber adelantado obra en este tramo principal de la Unidad Funcional 2B (específicamente la estructura del pavimento), ya que en la actualidad se sigue utilizando como almacenaje y transporte de elementos considerablemente pesados y que podrían afectar la durabilidad de la obra.

De acuerdo con el criterio del equipo auditor, resulta importante garantizar una condición óptima inicial del pavimento, condición esperada de acuerdo con el diseño de la estructura con los materiales utilizados, el proceso constructivo idóneo y de acuerdo con el tránsito estimado, de manera que el inicio de su vida útil parta de acuerdo con lo contratado desde el punto de vista técnico, y se pueda esperar una curva de deterioro propia de un proyecto nuevo. En caso contrario, si se inicia la vida útil de un pavimento afectado por condiciones adversas, esto podría acelerar el proceso de deterioro por operación, obligando a dar un mantenimiento de forma prematura y generando mayores costos a la Administración y al usuario.

#### **HALLAZGO 4: SE HA OBSERVADO DETERIORO POR EROSIÓN EN ALGUNOS TALUDES DE LA UNIDAD FUNCIONAL 2B.**

Desde el año 2018, se observó la construcción de un relleno ubicado al costado oeste de la Radial a Heredia, complementado con la siembra de vegetación con el objetivo de controlar la erosión de los taludes. A pesar de que se ha observado el crecimiento de vegetación, esta no se ha desarrollado de manera constante y homogénea en la totalidad del área, permitiendo que exista erosión, en algunos casos considerable.



Fotografía 32: Relleno construido al lado de la Radial a Heredia. Se observa la vegetación y el sistema de conducción de agua parcialmente construido. Fecha 10 de agosto de 2018. Fuente: LanammeUCR



Fotografía 33: Erosión en talud del relleno construido al lado de la Radial a Heredia. Se observa obstrucción en contracunetas. Fecha: 15 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR



De igual forma, se ha observado afectación por erosión en el talud al lado del bastión Este del puente sobre la Radial a Heredia, cuyo deterioro ha sido importante y cuya condición se podría empeorar con la llegada de otra época de lluvias.



Fotografía 34: Erosión en talud Este al lado de la Radial a Heredia. Fecha: 15 de abril de 2020.  
Fuente: LanammeUCR



Fotografía 35: Erosión en talud al lado de los bastiones este y oeste de Puente sobre radial Heredia. Fecha 28 de abril 2020.

Es evidente que la estabilidad de estos taludes se puede ver afectada a futuro debido al aumento del deterioro por erosión. Por otra parte, esta erosión puede afectar la integridad de los elementos de drenaje construidos, pudiendo contribuir a la fractura de cunetas, contracunetas y canales construidos con la función de controlar la conducción de agua



hasta evacuarla sin generar daños en la infraestructura construida. En este caso, es claro que, al afectarse elementos como contracunetas, aceleraría la inestabilidad de los taludes, generando mayores problemas en la afectación de la infraestructura, pero también amenazas en la seguridad vial.

Finalmente, no debe quedar de lado la importancia de que ocurra una sedimentación excesiva en el sistema de drenaje, con el arrastre de cantidades considerables de tierra y vegetación, producto de la erosión que se presenta, pudiendo afectar la capacidad hidráulica del sistema.

Es conocido por el equipo auditor, que el ente supervisor del proyecto ha considerado este aspecto dentro de las observaciones realizadas por mejorar en el proyecto. Sin embargo, es criterio del equipo auditor que es importante mencionar esta condición en este informe, principalmente porque actualmente las labores de la Unidad Funcional 2B se encuentran suspendidas desde abril de 2019, por lo que existe el riesgo de que se incremente la severidad de los daños observados, pudiendo presentarse daños adicionales y mayores en las obras ya construidas.

Por otra parte, se advierte a la Administración sobre la necesidad de dar un seguimiento exhaustivo de la estabilización y el control de erosión del resto de taludes del proyecto, con el fin de que se tomen medidas preventivas que eviten deterioros que podrían presentarse por periodos extensos mientras se ejecuta la obra, tal como ha sucedido en la Unidad Funcional 2B luego de casi dos años de construidos los taludes.



## 11. CONCLUSIONES

Se han presentado agrietamientos en las losas del viaducto, principalmente en el concreto de las uniones de las losas construidas con elementos prefabricados. Se observaron algunas grietas intervenidas por medio de un material sellante. Sin embargo, se observaron una cantidad considerable de grietas sin intervenir, cuyas aberturas son variables, hasta de 2mm.

En cuanto a las losas totalmente coladas en sitio, se observaron algunas grietas en el tablero No.8 lo que advierte sobre algunos inconvenientes en el proceso de colocación o de curado de esta losa específica.

Además, se han observado grietas en elementos prefabricados de la losa, que pudieron deberse a una manipulación o transporte inadecuado de éstos.

Se encontraron condiciones de exposición por periodos excesivos, del acero de elementos estructurales del puente sobre Radial a Heredia de la unidad funcional 2B y del Puente sobre Quebrada Rivera correspondientes a la unidad funcional 2A. En consecuencia, se presentó oxidación en el acero ya colocado, siendo un riesgo para el desempeño del elemento al existir la posibilidad de que se pierdan propiedades importantes del acero, además de que se pueda reducir su masa debido al óxido desarrollado. También esta oxidación podría generar agrietamientos futuros al concreto, dependiendo de su severidad y del tratamiento que se le aplique antes de colar el concreto.

Se observaron deterioros superficiales en la estructura de pavimento colocada en la unidad funcional 2B, generadas por el almacenamiento de elementos prefabricados y maquinaria utilizada en el proyecto. Este almacenamiento se realizó luego de haber construido la estructura de pavimento en el tramo principal de esta Unidad Funcional, con excepción de la capa asfáltica final de ruedo de 6cm de espesor, lo que representa un riesgo de afectación en la durabilidad y en la regularidad final del pavimento. Actualmente, al momento de la emisión del presente informe de auditoría técnica, se está a la espera del retiro definitivo de los elementos almacenados sobre lo que sería parte del corredor principal, para definir por parte de la Supervisión y de la Ingeniería de Proyecto, si se presentaron deterioros importantes en la estructura, que pudieran afectar su desempeño y funcionalidad.

Se ha observado afectación en algunos taludes del proyecto, principalmente en la unidad funcional 2B, donde la vegetación colocada no se ha desarrollado suficientemente para minimizar la formación de cárcavas por la influencia de la erosión, principalmente en época lluviosa. Actualmente la Unidad se encuentra suspendida desde abril de 2019, lo que evidencia algunos sitios con mayor afectación que otros. Por otro lado, se observa una cantidad importante de tierra y escombros que se arrastra hacia el sistema de drenaje, lo que podría afectar su funcionalidad.



## 12. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una evaluación del agrietamiento existente en las losas y determinar la necesidad de tomar acciones correctivas, con el fin de minimizar el riesgo de que se agrave esta condición de deterioro, se generen problemas de agrietamientos prematuros en la capa de rodamiento, y que esto contribuya a la afectación del acero que compone la losa y a los apoyos por medio de filtraciones de agua, además del desarrollo de deterioros de mayor gravedad en la superficie, afectando la seguridad de tránsito.

Independientemente, si existe la posibilidad de que se presenten daños severos en la estructura, de que se afecte efectivamente el desempeño del elemento o si son aspectos que se pueden reparar, se recalca la importancia que se deben tomar las medidas preventivas necesarias que permitan evitar deterioros en los elementos estructurales de un proyecto, más aún si se trata de un proyecto nuevo en proceso constructivo. De acuerdo con el criterio del equipo auditor, se debe considerar en todo momento la protección del acero, principalmente si se conoce que las actividades se suspenden durante periodos extensos. Se recomienda aplicar estos cuidados en este y en cualquier proyecto como medida preventiva.

Se recomienda una evaluación de la estructura, previo a la colocación de la capa final de rodamiento en el tramo construido en la unidad funcional 2B, con el objetivo de que se pueda asegurar que no existió una afectación importante en la capacidad del pavimento. Además, se recomienda la reparación de los daños superficiales con el objetivo de que no existan afectaciones que incidan negativamente sobre la capa final de ruedo en cuanto a durabilidad y regularidad superficial.

Se recomienda la conformación y la intervención de algunos de estos taludes con el fin de evitar que se desarrollen mayores afectaciones en su estabilidad, y no se afecte la integridad de los elementos construidos que conforman los sistemas de drenaje, además de su funcionamiento.



### 13. REFERENCIAS

Consejo Nacional de Vialidad CONAVI (2013). Licitación Pública Internacional No. 2013LI-000008-0DE00. Diseño y Construcción del Corredor Vial “Circunvalación Norte”, Ruta Nacional No.39, Sección Uruca (Int. Ruta Nacional No.108) – Calle Blancos (Int. Ruta Nacional No.109). Unidad Ejecutora CONAVI/BCIE, San José, Costa Rica.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR – 2010, Dirección General de Vialidad. San José, Costa Rica.

<b>EQUIPO AUDITOR</b>		
<b>Preparado por:</b>  <b>Ing. Mauricio Salas Chaves</b>  <b>Auditor Técnico</b>	<b>Preparado por:</b>  <b>Ing. Mauricio Picado Muñoz</b>  <b>Auditor Técnico</b>	<b>Preparado por:</b>  <b>Ing. Víctor Cervantes Calvo</b>  <b>Auditor Técnico</b>
<b>Aprobado por:</b>  <b>Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.</b>  <b>Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica</b>		<b>Aprobado por:</b>  <b>Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.</b>  <b>Director LanammeUCR</b>