



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0556-2023

INFORME DE INSPECCIÓN

INSPECCIÓN N.º 3 DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO DE DISEÑO, REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RUTA NACIONAL N.º 32



Preparado por:

Unidad de Puentes

Programa de Ingeniería Estructural

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

05 de mayo, 2023



Página intencionalmente dejada en blanco

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 2 de 60
---------------------------	------------------	----------------



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0556-2023		2. Copia N.º: 1
3. Título: INSPECCIÓN N.º 3 DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO DE DISEÑO, REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RUTA NACIONAL N.º 32		4. Fecha del Informe 05 de mayo, 2023
5. Organización y dirección 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		
6. Notas complementarias Ninguna		
7. Resumen Este informe de inspección presenta un resumen de las observaciones realizadas durante la inspección estructural del 7 de febrero de 2023 con respecto a la construcción de 11 puentes nuevos y la rehabilitación de 2 puentes existentes del proyecto de rehabilitación y ampliación de la Ruta Nacional n.º 32. Adicionalmente, se presentan las recomendaciones correspondientes. La inspección abarcó los puentes nuevos sobre: río Guácimo, río Guacimito, río Dos Novillos, río Destierro, quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro, así como los puentes existentes sobre río Dos Novillos y río Destierro. Este informe es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, como parte de las competencias de fiscalización de la Red Vial Nacional asignadas al LanammeUCR por medio de la Ley 8114		
8. Palabras clave Puente, río Guácimo, río Guacimito, río Dos Novillos, río Destierro, quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo, río Toro, construcción de puentes, rehabilitación de puentes, concreto presforzado, auditorías técnicas de puentes, inspección.		9. N.º de páginas 60
10. Elaborado por: Ing. Daniel Johanning Cordero Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	11. Revisado y aprobado por: Ing. Julian Trejos Villalobos Coordinador Unidad de Puentes Programa de Ingeniería Estructural	12. Revisado por: Lic. Giovanni Sancho Sanz Coordinador Unidad de Asesoría Legal



Página intencionalmente dejada en blanco

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 4 de 60
---------------------------	------------------	----------------



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE LOS PUENTES INSPECCIONADOS.....	11
4. ALCANCE	13
5. OBSERVACIONES REALIZADAS DURANTE LA INSPECCIÓN.....	15
5.1. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO GUÁCIMO – LADO DERECHO (73+755).....	15
5.2. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO GUACIMITO – LADO DERECHO (74+050).....	19
5.3. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO DOS NOVILLOS – LADO DERECHO (83+035).....	23
5.4. PUENTE EXISTENTE SOBRE EL RÍO DOS NOVILLOS – LADO IZQUIERDO (83+035).....	24
5.5. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO DESTIERRO – LADO DERECHO (84+270).....	25
5.6. PUENTE EXISTENTE SOBRE EL RÍO DESTIERRO – LADO IZQUIERDO (84+270).....	29
5.7. PUENTE NUEVO SOBRE LA QUEBRADA CALDERÓN – LADO DERECHO (120+615).....	33
5.8. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO AGUAS CLARAS – LADO DERECHO (121+469).....	36
5.9. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO SAN MIGUEL – LADO DERECHO (123+459).....	37
5.10. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO ESCONDIDO – LADO DERECHO (133+112).....	38
5.11. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO CUBA – LADO DERECHO (133+950).....	41
5.12. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO ROJO – LADO DERECHO (134+857).....	45
5.13. PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO TORO – LADO DERECHO (135+075).....	48
6. CONCLUSIONES.....	52
6.1. CONCLUSIONES CON RESPECTO A LA SOLICITUD DE CRITERIO TÉCNICO DE LA UAT.....	52
6.2. CONCLUSIONES CON RESPECTO A OBSERVACIONES ADICIONALES DEL PIE.....	53
7. RECOMENDACIONES	54
7.1. RECOMENDACIONES EN ATENCIÓN A LA SOLICITUD DE CRITERIO TÉCNICO DE LA UAT.....	54
7.2. RECOMENDACIONES ASOCIADAS A OBSERVACIONES ADICIONALES DEL PIE.....	57
8. REFERENCIAS.....	59



Página intencionalmente dejada en blanco

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 6 de 60
---------------------------	------------------	----------------



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta un resumen de las observaciones realizadas en sitio durante la inspección de la construcción de 11 puentes nuevos del proyecto de rehabilitación y ampliación de la Ruta Nacional n.º 32, específicamente los puentes del lado derecho sobre: 1- río Guácimo, 2- río Guacimito, 3- río Dos Novillos, 4- río Destierro, 5- quebrada Calderón, 6- río Aguas Claras, 7- río San Miguel, 8- río Escondido, 9- río Cuba, 10- río Rojo y 11- río Toro, así como 2 puentes existentes que están siendo rehabilitados, específicamente los puentes del lado izquierdo sobre: 1- río Dos Novillos y 2- río Destierro.

A partir de la inspección realizada se identificaron las siguientes deficiencias:

- a) Ausencia del sello elastomérico en las juntas de expansión de los puentes nuevos sobre río Guácimo, río Guacimito y río Destierro, así como la consecuente aglomeración de sedimentos y humedad sobre la viga cabezal de los bastiones.
- b) Evidencias de asentamiento o pérdida de los rellenos de aproximación de los puentes nuevos sobre quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro, como lo son: agrietamiento de la carpeta asfáltica y otros elementos de los accesos, así como movimiento de las losas de aproximación ante el paso de vehículos pesados.
- c) Socavación en la base de las escolleras ligadas con mortero construidas en los bastiones de los puentes nuevos sobre río Guacimito, río Dos Novillos y río Rojo, así como la ausencia del elemento de protección en la base de estas escolleras.
- d) Socavación y ausencia de escolleras alrededor de la placa de cimentación con pilotes de la Pila 2 del puente nuevo sobre el río Destierro.
- e) Agrietamiento de concreto en la sobrelosa del tablero del puente nuevo sobre el río Guácimo, específicamente en la zona de la acera peatonal.
- f) Longitud de asiento insuficiente en las pilas del puente existente sobre el río Destierro.
- g) Deficiencias varias en los aisladores sísmicos tipo péndulo de fricción del puente nuevo sobre el río Cuba, como lo son: deterioro del sello de protección, acumulación de suciedad en el interior de los dispositivos, así como desprendimiento de sistema de protección de pintura y oxidación del acero expuesto en los elementos de conexión.
- h) Ausencia de bajantes en los puentes nuevos sobre el río Cuba, río Rojo y río Toro.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 7 de 60
---------------------------	------------------	----------------



Al respecto, se recomienda ejecutar las siguientes acciones:

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) El plan de intervención que propone el Contratista para solventar cada una de las deficiencias encontradas que se mencionan en este informe, así como las medidas preventivas para evitar su aparición en otros puentes del proyecto.
 - b) Las especificaciones del sistema de protección de pintura que fue aplicado a (1) los elementos de conexión de los aisladores sísmicos tipo péndulo de fricción y (2) los perfiles de acero de las juntas de expansión de todos los puentes del proyecto.
 - c) Las aclaraciones con respecto a la ausencia de ciertos elementos que se indican en los planos y memorias de cálculo pero que no fueron construidos, como lo son: 1) el elemento de protección en la base de escolleras de los bastiones de los puentes nuevos sobre río Guacimito, río Dos Novillos y río Rojo y 2) la ampliación de la viga cabezal de las pilas del puente existente sobre el río Destierro.
 - d) Evidencia de que se estén implementando todas las medidas de rehabilitación necesarias para satisfacer el requerimiento de longitud de asiento en todos los puentes existentes que están siendo rehabilitados como parte del proyecto.
2. Solicitar a la Supervisora los resultados de las pruebas de compactación de los rellenos de aproximación de los puentes sobre quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro.
3. Solicitar el criterio técnico del Programa de Ingeniería Geotécnica con respecto a:
 - a) Las evidencias de asentamiento o pérdida de los rellenos de aproximación de los puentes sobre quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro, así como las posibles causas y soluciones de este problema.
 - b) La socavación en la base de las escolleras de los bastiones de los puentes nuevos sobre río Guacimito, río Dos Novillos y río Rojo, así como la ausencia del elemento de protección en la base de las escolleras y su efecto sobre el comportamiento y durabilidad de estas.
 - c) La ausencia de escolleras e indicios de socavación de la placa de cimentación con pilotes de la Pila 2 del puente nuevo sobre el río Destierro y las implicaciones que esto podría tener en el desempeño de la cimentación.



1. INTRODUCCIÓN

Este informe de inspección presenta un resumen de las observaciones realizadas durante la inspección estructural del 7 de febrero de 2023 con respecto a la construcción de 11 puentes nuevos y la rehabilitación de 2 puentes existentes del proyecto de rehabilitación y ampliación de la Ruta Nacional n.º 32. Adicionalmente, se presentan las recomendaciones correspondientes.

La inspección abarcó los puentes nuevos sobre: río Guácimo, río Guacimito, río Dos Novillos, río Destierro, quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro, así como los puentes existentes sobre río Dos Novillos y río Destierro. En la Sección 3 de este informe se presenta con mayor detalle las características y la ubicación geográfica de cada uno de estos puentes.

La inspección fue realizada por el Ing. Daniel Johanning Cordero y el Ing. Julian Trejos Villalobos de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR, con la presencia del Ing. Álvaro Cerdas Murillo y el Sr. Rigoberto Cerdas López de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Este informe es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural (PIE) a la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) del LanammeUCR, como parte de las competencias de fiscalización de la Red Vial Nacional asignadas al LanammeUCR por medio de la Ley 8114. La inspección y este informe se realizan ante la solicitud de criterio técnico de parte de la Unidad de Auditoría Técnica, según consta en el correo electrónico remitido por el Ing. Francisco Fonseca con fecha de 26 de enero de 2023.

A partir de la inspección se identificaron deficiencias como: ausencia de sello elastomérico en juntas de expansión, asentamiento y movimiento de losas de aproximación, socavación en la base de escolleras, acumulación de suciedad en el interior de aisladores sísmicos, oxidación en elementos de acero de aisladores sísmicos, longitud de asiento insuficiente, agrietamiento en la sobrelosa del tablero y ausencia de bajantes del sistema de drenaje.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 9 de 60
---------------------------	------------------	----------------



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Responder a la solicitud de criterio técnico de parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR con respecto a las deficiencias detectadas durante inspecciones anteriores en 11 puentes nuevos del proyecto, específicamente:

- La falta del sello elastomérico en las juntas de expansión de los puentes nuevos sobre: río Guácimo, río Guacimito y río Destierro, y la posible afectación en los apoyos elastoméricos.
- El asentamiento y movimiento en las losas de aproximación de los puentes nuevos sobre: quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro.
- La socavación bajo las escolleras de los puentes nuevos sobre: río Guacimito, río Dos Novillos, río Destierro y río Rojo.

2.2. Objetivos específicos

- a) Realizar una visita al sitio para inspeccionar los elementos específicos en los que la Unidad de Auditoría técnica ha identificado deficiencias para obtener información al respecto.
- b) Comentar sobre las posibles causas e implicaciones de las deficiencias observadas.
- c) Comentar sobre otras observaciones adicionales realizadas durante la visita al sitio de los 11 puentes nuevos en cuestión, así como los puentes existentes en rehabilitación sobre el río Dos Novillos y el río Destierro, como lo son: acumulación de suciedad en el interior de aisladores sísmicos, oxidación en elementos de acero de aisladores sísmicos, longitud de asiento insuficiente, agrietamiento en la sobrelosa del tablero y ausencia de bajantes del sistema de drenaje.
- d) Brindar recomendaciones con base en las observaciones realizadas.



3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DE LOS PUENTES INSPECCIONADOS

El Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional n.º 32 comprende el tramo de 107 km entre la intersección con la Ruta Nacional n.º 4 (hacia Sarapiquí) y la ciudad de Limón. El proyecto incluye la construcción de 33 puentes nuevos, paralelos a los puentes existentes, en el lado derecho de la carretera (definido según el sentido de avance de la carretera, desde San José hacia Limón), así como el mejoramiento (rehabilitación o sustitución) de los puentes existentes en el lado izquierdo de la carretera.

Durante la inspección realizada se visitaron 11 puentes nuevos del proyecto, específicamente los puentes del lado derecho sobre: 1- río Guácimo, 2- río Guacimito, 3- río Dos Novillos, 4- río Destierro, 5- quebrada Calderón, 6- río Aguas Claras, 7- río San Miguel, 8- río Escondido, 9- río Cuba, 10- río Rojo y 11- río Toro. Adicionalmente, se inspeccionaron 2 puentes existentes que están siendo rehabilitados, específicamente los puentes del lado izquierdo sobre: 1- río Dos Novillos y 2- río Destierro. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica de estos puentes. Asimismo, en el Cuadro 1 se presenta un resumen de las características principales de cada uno.



Figura 1. Ubicación geográfica de los puentes inspeccionados del proyecto de rehabilitación y ampliación de la Ruta Nacional n.º 32.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 11 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Cuadro 1. Resumen de las características principales de los puentes inspeccionados.

Puente ¹	# de tramos	Long. tramos (m)	Long. total (m)	Sesgo	Tipo de super-estructura	Tipo de bastión	Tipo de pila	Tipo de apoyo
R. Guácimo LD (73+755)	3	30	90	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	Columna doble	Almohadillas elastoméricas
R. Guacimito LD (74+050)	1	35	35	15°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	No tiene	Almohadillas elastoméricas
R. Dos Novillos LD (83+035)	2	30	60	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	Columna doble	Almohadillas elastoméricas
R. Dos Novillos LI (83+035)	2	30	60	0°	Vigas I de concreto presforzado	Marco de doble columna	Columna sencilla	Aisladores tipo LRB
R. Destierro LD (84+270)	3	35	105	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	Muro	Almohadillas elastoméricas
R. Destierro LI (84+270)	3	25-35	96	0°	Vigas I de concreto presforzado	Marco de doble columna	Columna sencilla	Aisladores tipo LRB
Q. Calderón LD (120+615)	1	25	25	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	No tiene	Almohadillas elastoméricas
R. Aguas Claras LD (121+469)	1	25	25	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	No tiene	Almohadillas elastoméricas
R. San Miguel LD (123+459)	1	25	25	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Muro en voladizo	No tiene	Almohadillas elastoméricas
R. Escondido LD (133+112)	1	25	25	15°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	No tiene	Almohadillas elastoméricas
R. Cuba LD (133+950)	3	25	75	30°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	Columna doble	Aisladores tipo péndulo de fricción
R. Rojo LD (134+857)	1	25	25	0°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	No tiene	Almohadillas elastoméricas
R. Toro LD (135+075)	1	35	35	15°	Viga cajón de concreto presforzado	Cabezal sobre pilotes	No tiene	Almohadillas elastoméricas

¹ LD = lado derecho, LI = lado izquierdo (definidos según el sentido de avance de la carretera, de San José a Limón)

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 12 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



4. ALCANCE

Este informe presenta un resumen de las observaciones realizadas en sitio durante la inspección de la construcción de 11 puentes nuevos y 2 puentes existentes del proyecto de rehabilitación y ampliación de la Ruta Nacional n.º 32, los cuales fueron presentados en la Sección 3 de este informe.

La inspección de estos puentes abarcó únicamente los elementos específicos para los que la Unidad de Auditoría Técnica (UAT) solicitó el criterio técnico del Programa de Ingeniería Estructural (PIE), así como algunos elementos adicionales en los que se observaron deficiencias el día de la inspección mientras se recorría el puente. El Cuadro 2 resume los elementos de cada puente que fueron inspeccionados.

Adicionalmente, se consultaron los planos y memorias de cálculo estructurales de los elementos inspeccionados en los casos en los que fuera necesario complementar la información recopilada durante la inspección.

Finalmente, para cada una de las observaciones realizadas con respecto a estos elementos, se brindan las recomendaciones correspondientes con el fin de que se dé una solución a los problemas identificados.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 13 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Cuadro 2. Elementos inspeccionados en cada puente.

Puente ¹	Elementos inspeccionados						
	Solicitud de criterio técnico por parte de la UAT				Observaciones adicionales PIE		
	Juntas de expansión	Apoyos elastoméricos	Losas y rellenos de aproximación	Escolleras	Aisladores sísmicos	Tablero	Sistema de drenaje
R. Guácimo LD (73+755)	●	●				●	
R. Guacimito LD (74+050)	●	●		●			
R. Dos Novillos LD (83+035)				●			
R. Dos Novillos LI (83+035)					●		
R. Destierro LD (84+270)	●	●		●			
R. Destierro LI (84+270)					●	●	
Q. Calderón LD (120+615)			●				
R. Aguas Claras LD (121+469)			●				
R. San Miguel LD (123+459)			●				
R. Escondido LD (133+112)			●				
R. Cuba LD (133+950)			●		●		●
R. Rojo LD (134+857)	●		●	●			●
R. Toro LD (135+075)			●				●

¹ LD = lado derecho, LI = lado izquierdo (definidos según el sentido de avance de la carretera, de San José a Limón)

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 14 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



5. OBSERVACIONES REALIZADAS DURANTE LA INSPECCIÓN

5.1. Puente nuevo sobre el río Guácimo – lado derecho (73+755)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente de lado derecho sobre el río Guácimo que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.1.1 – Juntas de expansión:

- A. Según el detalle de junta de expansión que se muestra en los planos estructurales del puente, las juntas de expansión cuentan con dos perfiles de acero que sostienen un sello elastomérico. (ver Figura 2). El detalle también indica la colocación de concreto reforzado con fibra de acero en los bordes de la junta.
- B. Al momento de la inspección, el concreto de ambas juntas de expansión ya se encontraba colado y endurecido, por lo que solamente se pudo apreciar los perfiles de acero de la junta que sobresalen de este (ver Figura 3a).
- C. En las juntas de expansión de ambos bastiones aún no se había colocado el sello elastomérico indicado en planos (ver Figuras 3a y 3b), el cual tiene la función de impedir el paso de agua a través de la junta de expansión hacia los elementos que están debajo (entre ellos los apoyos elastoméricos), con el fin de evitar su deterioro prematuro.
- D. Se pudo observar acumulación de lechada en varios puntos a lo largo de los perfiles de acero donde posteriormente se deberá colocar el sello elastomérico (ver Figuras 4a y 4b).
- E. Se pudo observar desprendimiento puntual del sistema de protección de pintura en los perfiles de acero de las juntas de expansión, así como la oxidación del acero en las zonas que están expuestas (ver Figura 4b).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 15 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

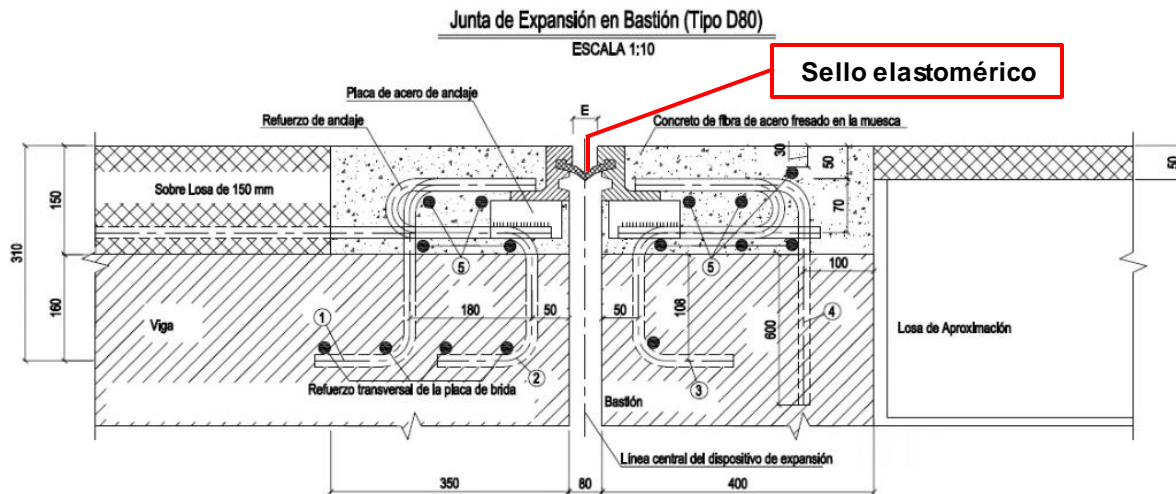


Figura 2. Detalle de la junta de expansión del puente nuevo sobre el río Guácimo.

Fuente: CONAVI, 2018a

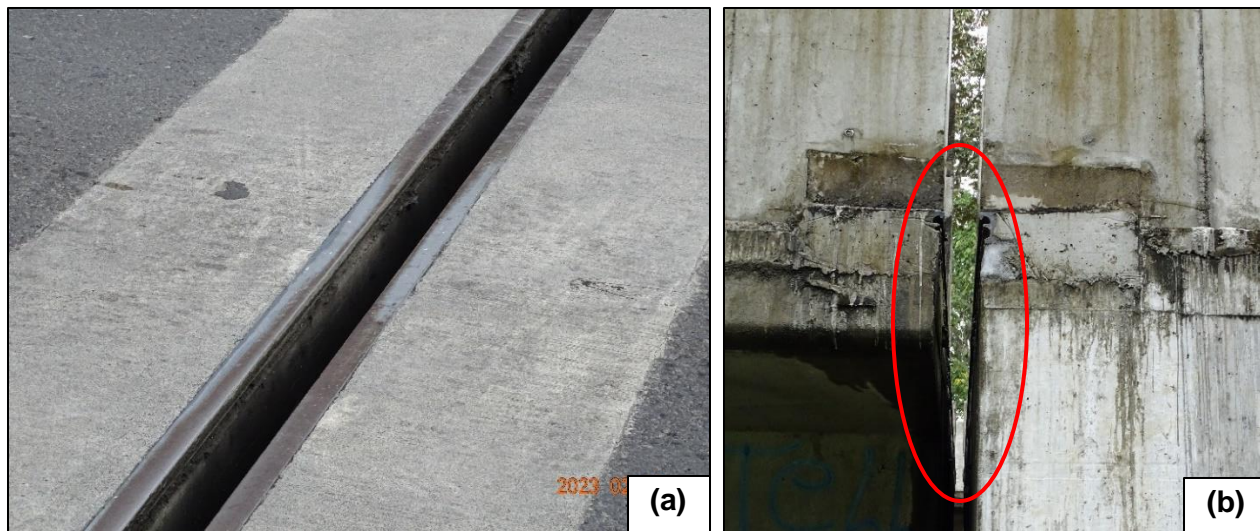


Figura 3. Falta de colocación del sello elastomérico de las juntas de expansión del puente nuevo sobre el río Guácimo. **(a)** Vista desde la parte superior del tablero del puente. **(b)** Vista desde el costado del puente.

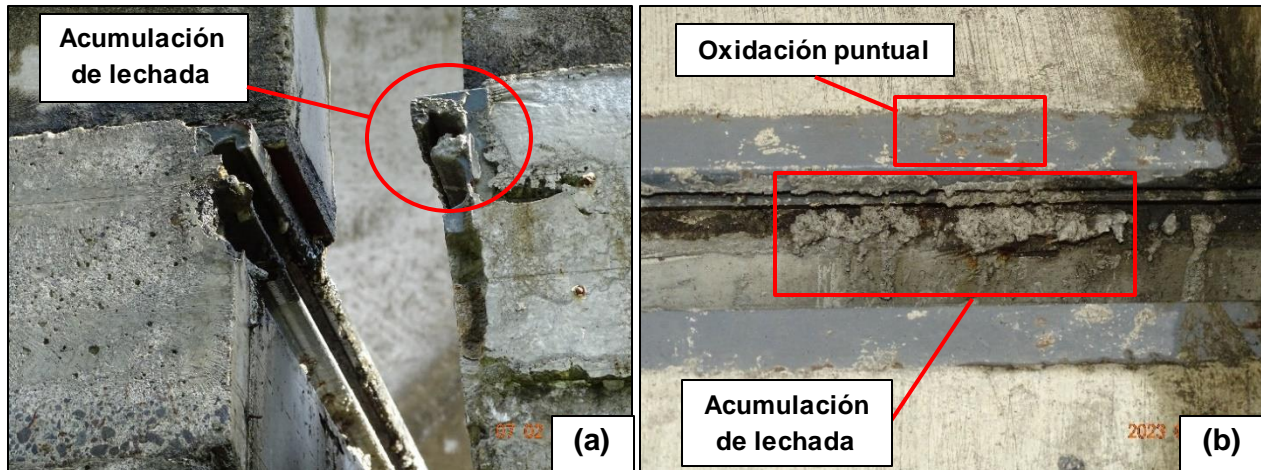


Figura 4. Observaciones de los perfiles de acero de las juntas de expansión del puente nuevo sobre el río Guácimo. **(a)** Acumulación de lechada. **(b)** Acumulación de lechada, desprendimiento del sistema de protección de pintura y oxidación puntual.

Observación 5.1.2 – Apoyos elastoméricos:

- A. Se pudo observar acumulación de sedimentos y humedad sobre la viga cabezal de ambos bastiones, alrededor de los apoyos elastoméricos (ver Figuras 5a y 5b), lo cual está asociado a la filtración de agua a través de la junta de expansión debido a la falta de sello (ver Observación 5.1.1).
- B. Al momento de la inspección no se observaron deterioros apreciables en los apoyos relacionados con la presencia de sedimentos y humedad en esta zona (ver Figura 5b).



Figura 5. Acumulación de sedimentos y humedad en la viga cabezal del bastión del puente nuevo sobre el río Guácimo, alrededor de los apoyos elastoméricos.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 17 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Observación 5.1.3 – Tablero:

- A. Se observó agrietamiento del concreto en la zona de la acera peatonal del puente (ver Figura 6a). A partir de mediciones realizadas en sitio, se pudo determinar que las grietas tienen un espaciamiento aproximado de 0.2 m a 0.3 m (ver Figura 6b) y un espesor aproximado de 0.7 mm (ver Figura 6c).
- B. Según la información mostrada en los planos estructurales del puente, el concreto que presenta agrietamiento en la zona de la acera peatonal forma parte de la sobrelosa que cubre el resto del tablero del puente (ver Figura 7).
- C. El agrietamiento en cuestión representa un problema de durabilidad, ya que el eventual ingreso de agua a través de las grietas puede propiciar la corrosión del acero de refuerzo de la sobrelosa, más aun considerando que el bombeo del tablero dirige el agua de lluvia hacia la zona que presenta agrietamiento (ver Figura 7).

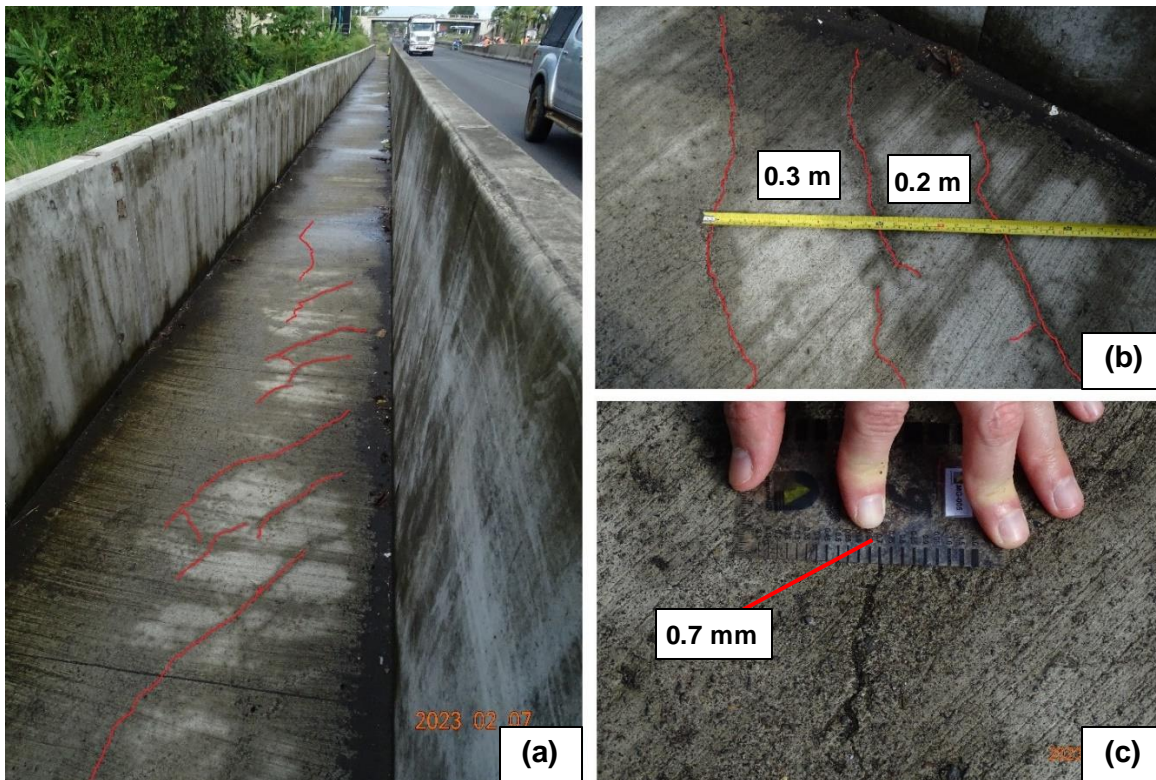


Figura 6. Agrietamiento de la sobrelosa de concreto del tablero del puente nuevo sobre el río Guácimo, en la zona de la acera peatonal. **(a)** Vista general. **(b)** Espaciamiento entre grietas de aproximadamente 0.2 m a 0.3 m. **(c)** Espesor de grieta aproximado de 0.7 mm.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 18 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

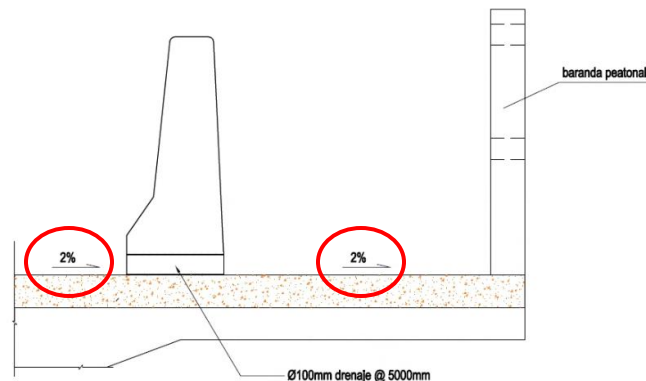


Figura 7. Sección transversal del costado del tablero del puente nuevo sobre el río Guácimo en la zona de la acera peatonal.

Fuente: CONAVI, 2018a

5.2. Puente nuevo sobre el río Guacimito – lado derecho (74+050)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Guacimito que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.2.1 – Juntas de expansión:

- Según el detalle de junta de expansión que se muestra en los planos estructurales del puente, las juntas de expansión cuentan con dos perfiles de acero que sostienen un sello elastomérico. (ver Figura 8). El detalle también indica la colocación de concreto reforzado con fibra de acero en los bordes de la junta.
- Al momento de la inspección, el concreto de ambas juntas de expansión ya se encontraba colado y endurecido, por lo que solamente se pudo apreciar los perfiles de acero de la junta que sobresalen de este (ver Figura 9a).
- En las juntas de expansión de ambos bastiones aún no se había colocado el sello elastomérico indicado en planos (ver Figuras 9a y 9b), el cual tiene la función de impedir el paso de agua a través de la junta de expansión hacia los elementos que están debajo (entre ellos los apoyos elastoméricos), con el fin de evitar su deterioro prematuro.
- Se pudo observar acumulación de lechada en varios puntos a lo largo de los perfiles de acero donde posteriormente se deberá colocar el sello elastomérico (ver Figura 10a).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 19 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

E. Se pudo observar desprendimiento puntual del sistema de protección de pintura en los perfiles de acero de las juntas de expansión, así como la oxidación del acero en las zonas que están expuestas (ver Figuras 10a y 10b).

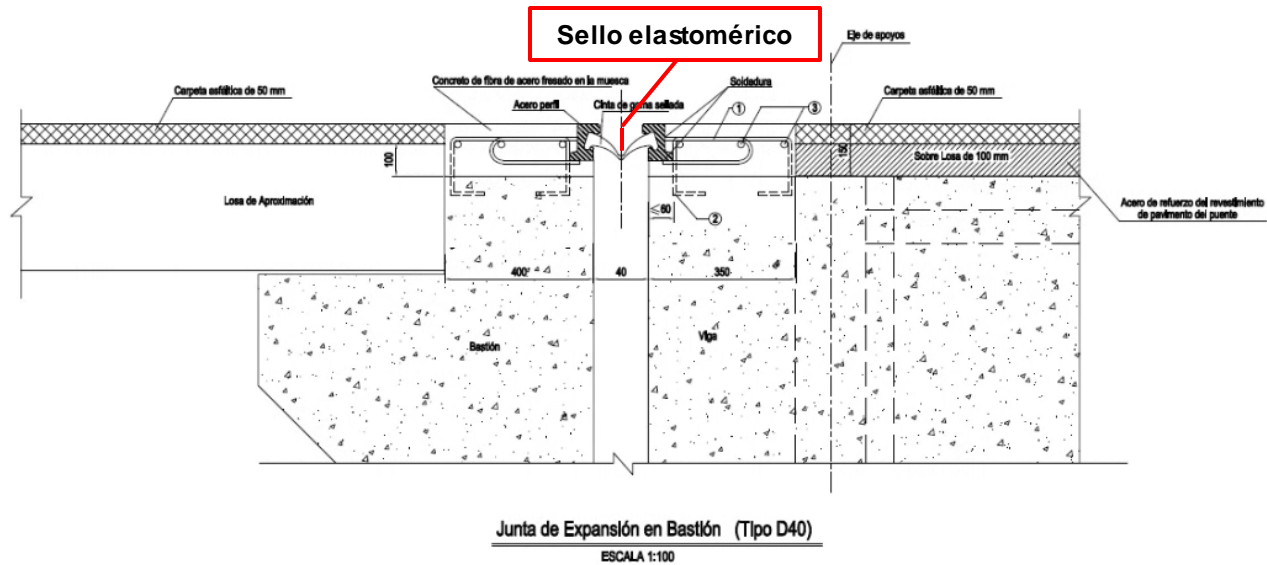


Figura 8. Detalle de la junta de expansión del puente nuevo sobre el río Guacimito.

Fuente: CONAVI, 2018b

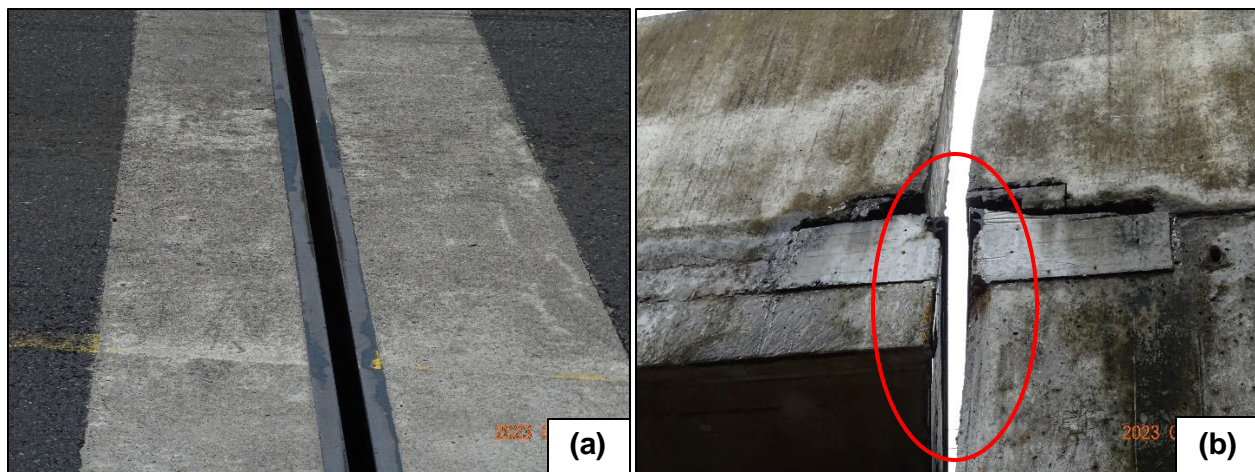


Figura 9. Falta de colocación del sello elastomérico de las juntas de expansión del puente nuevo sobre el río Guacimito. **(a)** Vista desde la parte superior del tablero del puente. **(b)** Vista desde el costado del puente.

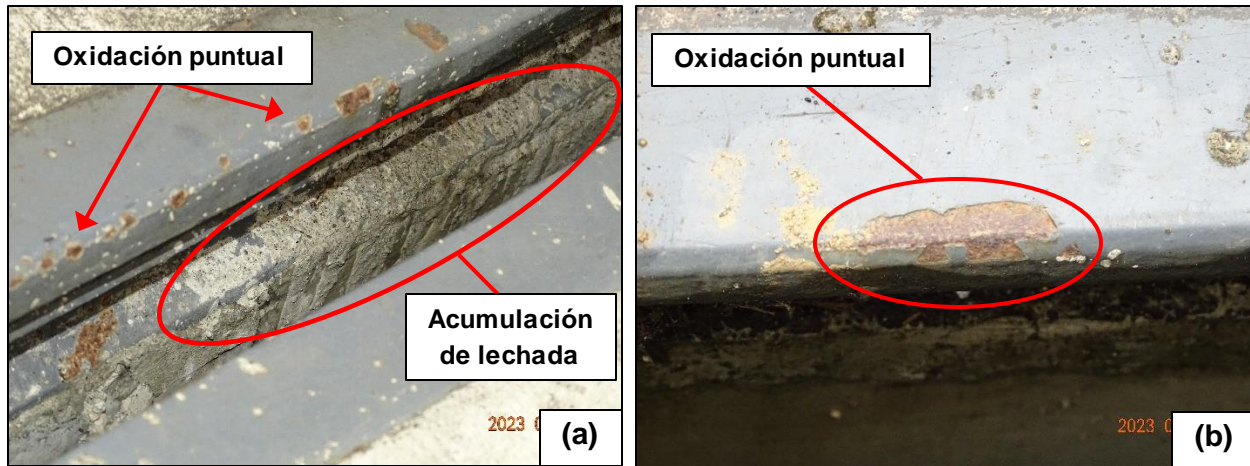


Figura 10. Observaciones de los perfiles de acero de las juntas de expansión del puente nuevo sobre el río Guacimito. **(a)** Acumulación de lechada desprendimiento del sistema de protección de pintura y oxidación puntual. **(b)** Desprendimiento del sistema de protección de pintura y oxidación puntual.

Observación 5.2.2 – Apoyos elastoméricos:

- A. Se pudo observar acumulación de sedimentos y humedad sobre la viga cabezal de ambos bastiones, alrededor de los apoyos elastoméricos (ver Figuras 11a y 11b), lo cual está asociado a la filtración de agua a través de la junta de expansión debido a la falta de sello (ver Observación 5.2.1).
- B. Al momento de la inspección no se observaron deterioros apreciables en los apoyos relacionados con la presencia de sedimentos y humedad en esta zona (ver Figura 11b).



Figura 11. Acumulación de sedimentos y humedad en la viga cabezal del bastión del puente nuevo sobre el río Guacimito, alrededor de los apoyos elastoméricos.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 21 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Observación 5.2.3 – Escolleras:

- A. Se pudo observar socavación en la base de las escolleras ligadas con mortero de ambos bastiones (ver Figura 12).
- B. Según el detalle mostrado en los planos estructurales del puente, las escolleras son de 300 mm de espesor y deben contar con un dado de 1 metro de profundidad en la punta (ver Figura 13).
- C. En sitio no se observó el elemento de protección de 1 metro de profundidad en la punta de las escolleras que está indicado en los planos estructurales (ver Figuras 12 y 13).

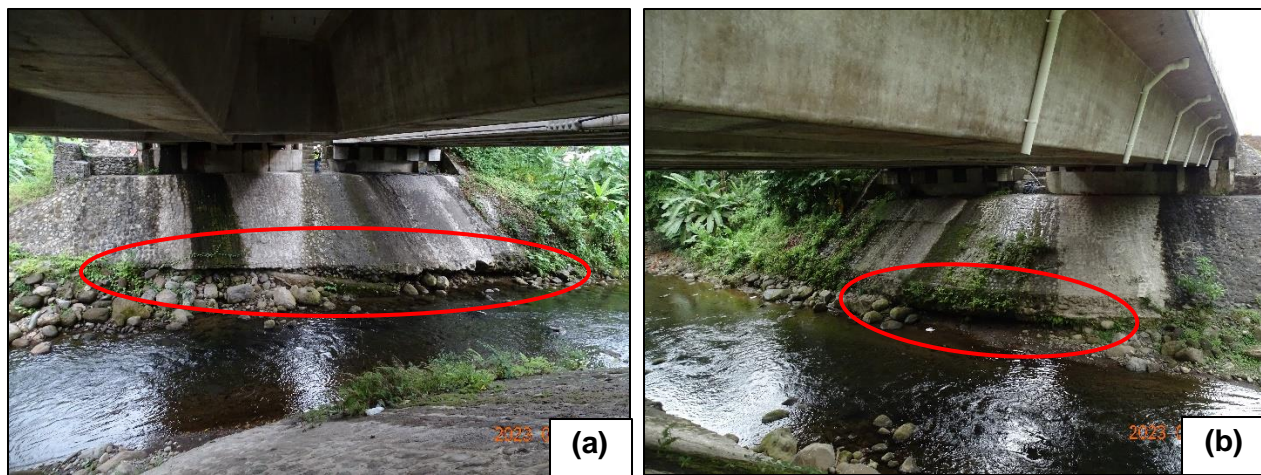


Figura 12. Socavación bajo la punta de las escolleras ligadas con mortero de los bastiones del puente nuevo sobre el río Guacimito. **(a)** Bastión 1. **(b)** Bastión 2.

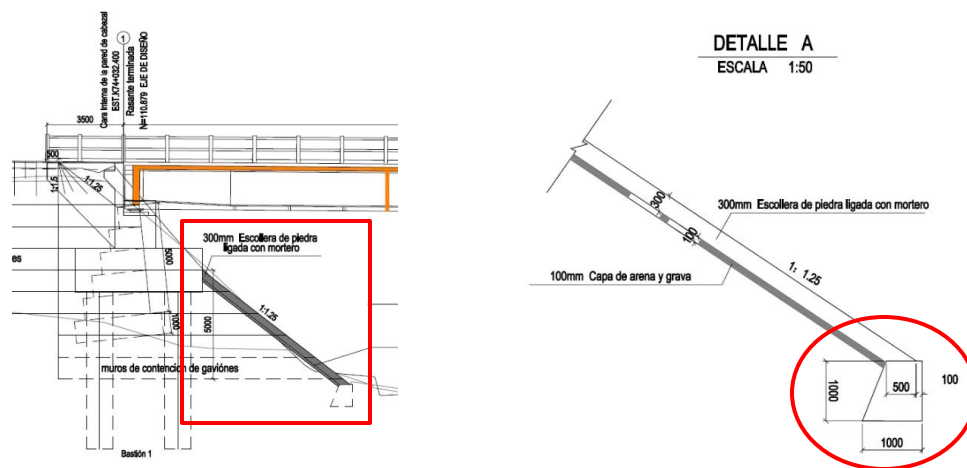


Figura 13. Detalle de las escolleras ligadas con mortero del puente nuevo sobre el río Guacimito.

Fuente: CONAVI, 2018b

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 22 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

5.3. Puente nuevo sobre el río Dos Novillos – lado derecho (83+035)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Novillos que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.3.1 – Escolleras:

- A. Se pudo observar socavación en la base de las escolleras ligadas con mortero de ambos bastiones (ver Figura 14).
- B. Según el detalle mostrado en los planos estructurales del puente, las escolleras son de 300 mm de espesor y deben contar con un dado de 1 metro de profundidad en la punta (ver Figura 15).
- C. En sitio no se observó el elemento de protección 1 metro de profundidad en la punta de las escolleras que está indicado en los planos estructurales (ver Figuras 14 y 15).

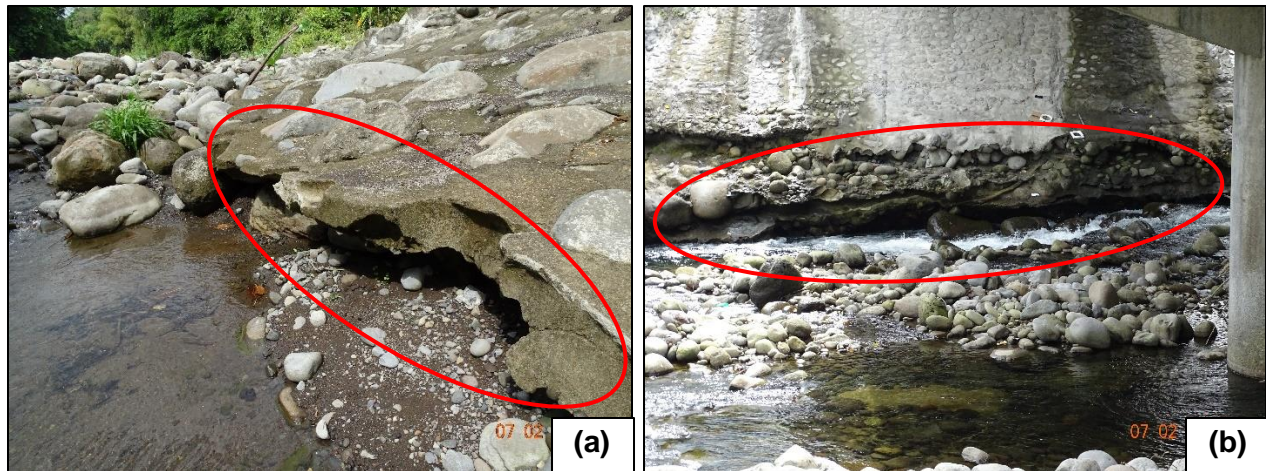


Figura 14. Socavación bajo la punta de las escolleras ligadas con mortero de los bastiones del puente nuevo sobre el río Dos Novillos. **(a)** Bastión 1. **(b)** Bastión 2.

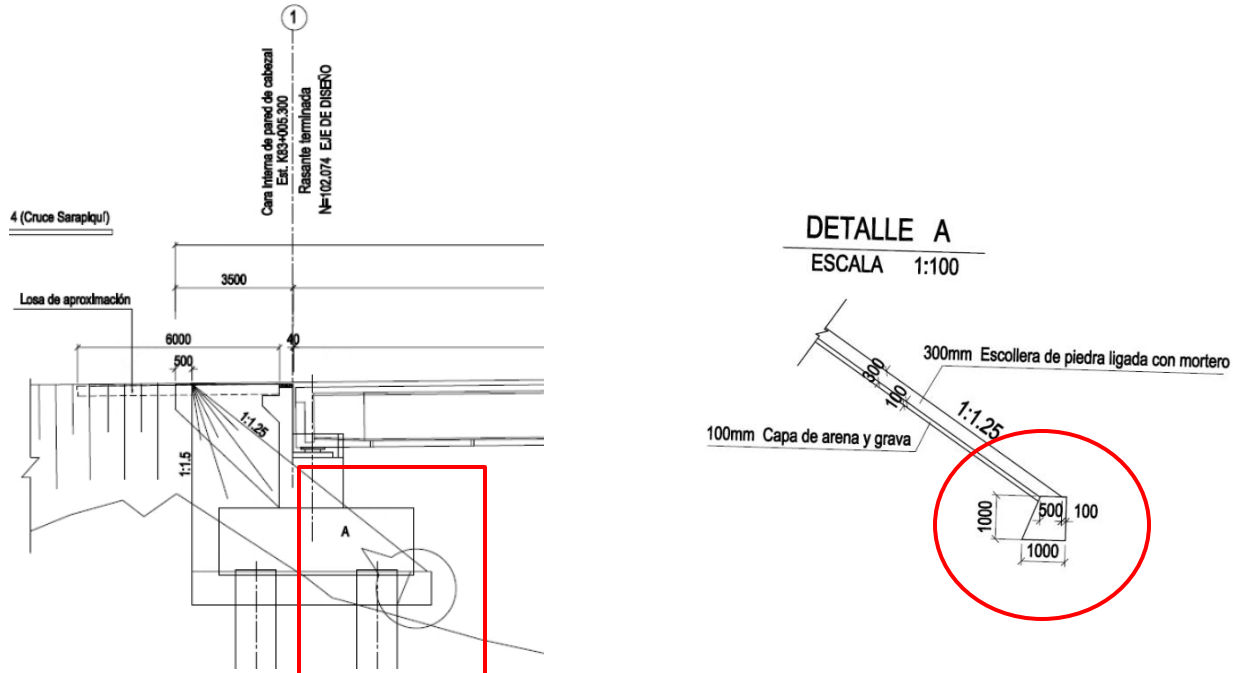


Figura 15. Detalle de las escolleras ligadas con mortero del puente nuevo sobre el río Dos Novillos.

Fuente: CONAVI, 2019a

5.4. Puente existente sobre el río Dos Novillos – lado izquierdo (83+035)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado izquierdo sobre el río Dos Novillos que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.4.1 – Aisladores sísmicos:

- A. En sitio se pudo medir una longitud de asiento de 500 mm en el Bastión 1 del puente (ver Figura 16a). De acuerdo con el comentario C4.7.4.4 de AASHTO LRFD, la longitud de asiento se define como la longitud del traslape entre la viga de la superestructura y el asiento, en este caso la viga cabezal del bastión.
- B. La longitud de asiento medida en sitio coincide con las dimensiones mostradas en los planos estructurales de la rehabilitación del puente (ver Figura 16b).
- C. El cálculo de la longitud de asiento mínima requerida de acuerdo con el Artículo 4.7.4.4 de AASHTO LRFD, considerando una longitud de tramo de 30 m y una altura de pila de 10.8 m, es de 485 mm, por lo que la longitud de asiento medida en sitio es suficiente.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 24 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

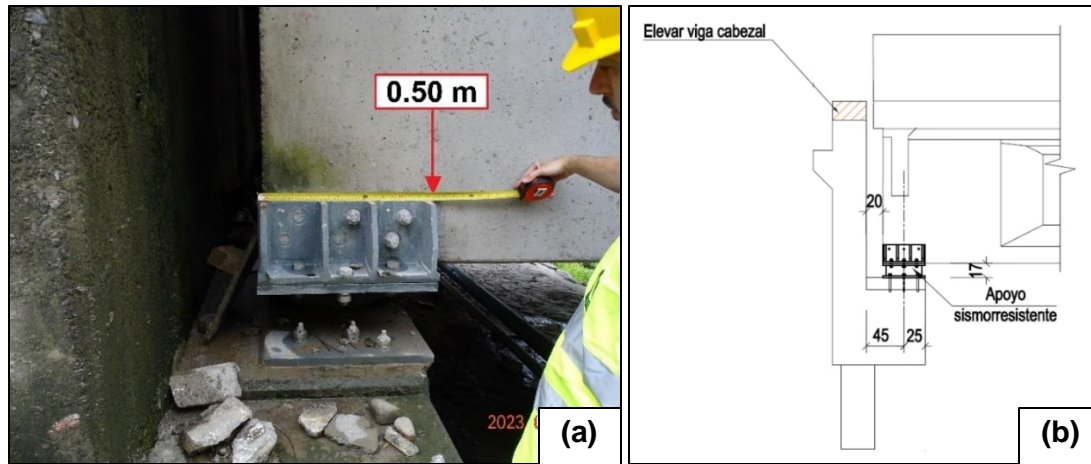


Figura 16. Revisión de la longitud de asiento en el Bastión 1 del puente existente sobre el río Dos Novillos.
(a) Medición en sitio. (b) Detalle mostrado en planos estructurales.

Fuente: CONAVI, 2021a

5.5. Puente nuevo sobre el río Destierro – lado derecho (84+270)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Destierro que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.5.1 – Juntas de expansión:

- A. Según el detalle de junta de expansión que se muestra en los planos estructurales del puente, las juntas de expansión cuentan con dos perfiles de acero que sostienen un sello elastomérico. (ver Figura 17). El detalle también indica la colocación de concreto reforzado con fibra de acero en los bordes de la junta.
- B. Al momento de la inspección, el concreto de ambas juntas de expansión ya se encontraba colado y endurecido, por lo que solamente se pudo apreciar los perfiles de acero de la junta que sobresalen de este (ver Figura 18).
- C. En la junta de expansión del Bastión 1 aún no se había colocado el sello elastomérico indicado en planos (ver Figura 18a), el cual tiene la función de impedir el paso de agua a través de la junta de expansión hacia los elementos que están debajo (entre ellos los apoyos elastoméricos), con el fin de evitar su deterioro prematuro.
- D. Se pudo observar acumulación de lechada en varios puntos a lo largo de los perfiles de acero donde posteriormente se deberá colocar el sello elastomérico (ver Figura 18b).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 25 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

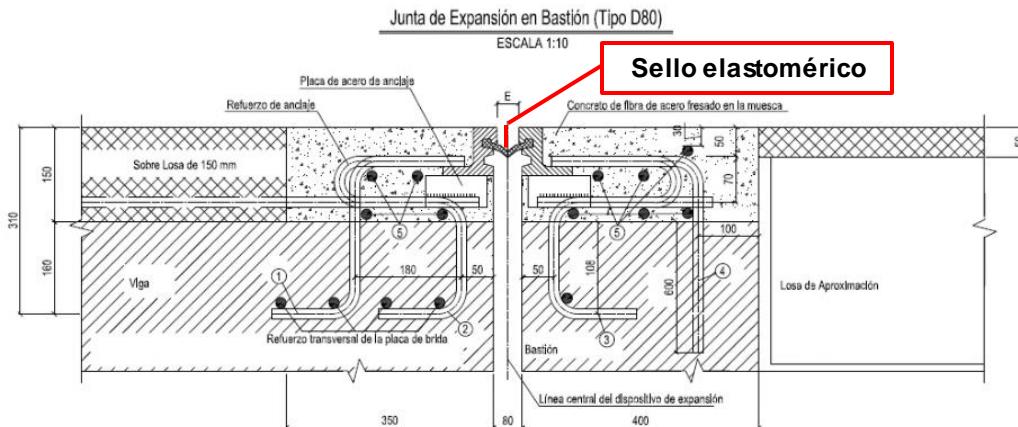


Figura 17. Detalle de la junta de expansión del puente nuevo sobre el río Destierro.

Fuente: CONAVI, 2018c

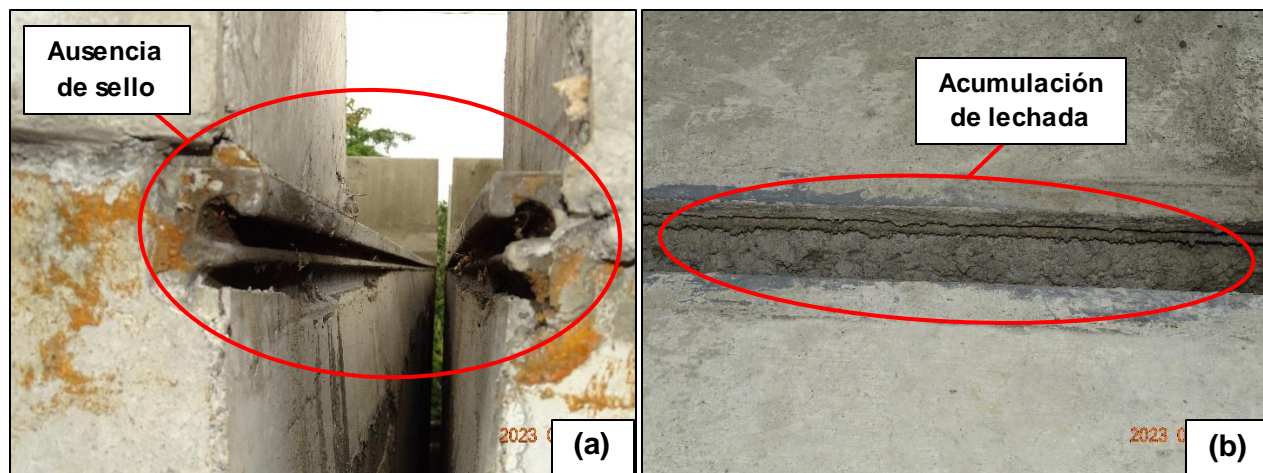


Figura 18. Observaciones de las juntas de expansión del puente nuevo sobre el río Destierro. (a) Falta de colocación del sello elástico. (b) Acumulación de lechada en los perfiles de acero.

Observación 5.5.2 – Apoyos elastoméricos:

- A. Por seguridad, no se inspeccionaron de cerca los apoyos elastoméricos del Bastión 1 debido a la posible presencia de personas viviendo bajo el puente (ver Figura 19a).
- B. A la distancia, se pudo observar acumulación de sedimentos y humedad en la viga cabezal del Bastión 1, alrededor de los apoyos elastoméricos (ver Figura 19b), lo cual está asociado a la filtración de agua a través de la junta de expansión debido a la falta de sello (ver Observación 5.5.1).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 26 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Figura 19. Apoyos elastoméricos y viga cabezal del Bastión 1 del puente nuevo sobre el río Destierro. **(a)** Posible presencia de personas viviendo bajo el puente. **(b)** Acumulación de sedimentos y humedad.

Observación 5.5.3 – Escolleras y placa de cimentación de la Pila 2:

- A. Según la información mostrada en los planos estructurales del puente, ambas pilas cuentan con una cimentación profunda de tipo placa sobre pilotes (ver Figura 20a), donde los pilotes cuentan con una profundidad de 31 metros.
- B. Según el detalle de escolleras mostrado en los planos estructurales del puente, se debe colocar una escollera como protección contra la socavación alrededor de la placa de cimentación de ambas pilas (ver Figuras 20a y 20b). En sitio no se observó una escollera alrededor de la placa de cimentación de la Pila 2 que coincida con este detalle (ver Figura 21).
- C. Según el perfil de socavación que se muestra en la vista en elevación del puente (ver Figura 20a), solo un borde de la placa de cimentación de la Pila 2 quedaría expuesto ante la avenida con un período de retorno de 500 años. Sin embargo, en sitio se pudo observar que más de la mitad de la placa de cimentación se encuentra expuesta.

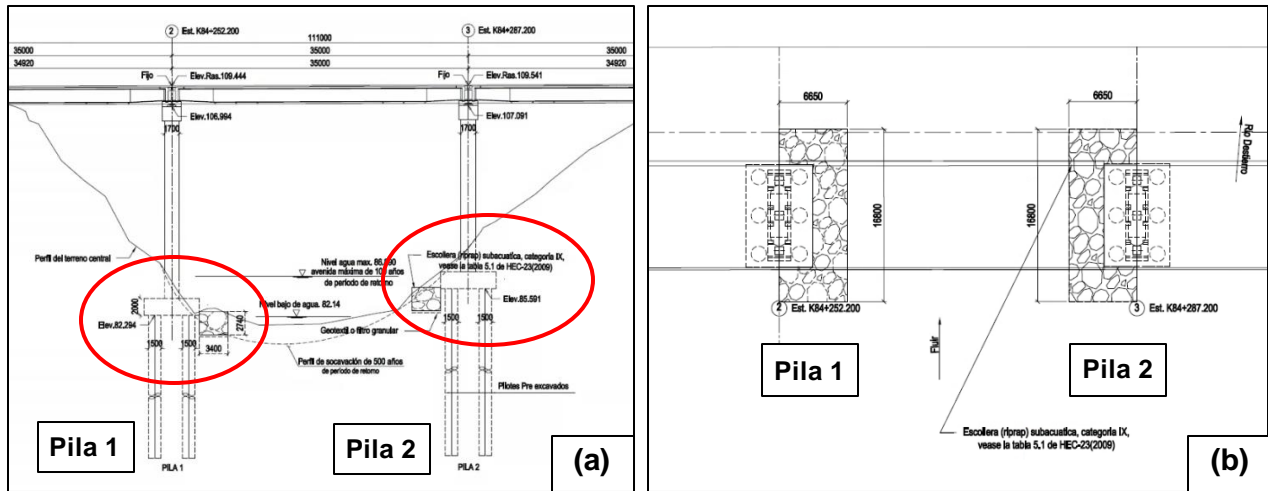


Figura 20. Detalle de las escolleras para prevención de socavación de las cimentaciones de las pilas del puente nuevo sobre el río Destierro. (a) Vista en elevación. (b) Vista en planta.

Fuente: CONAVI, 2018c



Figura 21. Placa de cimentación parcialmente expuesta en la Pila 2 del puente nuevo sobre el río Destierro.

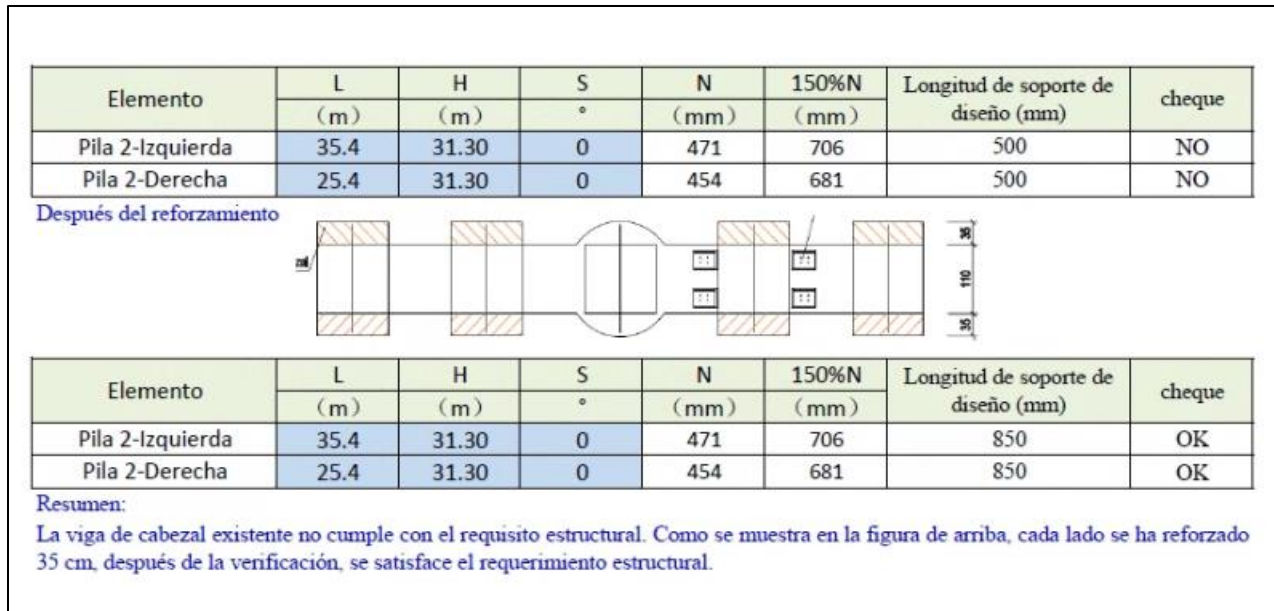


Figura 23. Extracto de la memoria de cálculo donde se revisa la longitud de asiento en las pilas del puente existente sobre el río Destierro.

Fuente: CHEC, 2020



Figura 24. Viga cabezal de la Pila 1 del puente existente sobre el río Destierro, donde no se observa la ampliación indicada en la memoria de cálculo de CHEC (2020).



Observación 5.6.2 – Tablero:

- A. Al momento de la inspección, se estaba trabajando en la construcción de la junta de expansión de la Pila 2 del puente. Como parte del proceso constructivo de esta junta, se observó que se había demolido una parte del tablero existente a ambos lados de la junta, dejando expuesto el acero de refuerzo transversal (ver Figura 25).
- B. Originalmente, en esta pila existía una junta de expansión elastomérica colada, la cual cubría una abertura de 40 mm (ver Figura 26).
- C. De acuerdo con el detalle mostrado en los planos estructurales de la rehabilitación del puente, la junta de expansión original debe ser sustituida por una nueva junta (ver Figura 27). Como parte del proceso constructivo de esta nueva junta, se debe realizar una demolición del tablero existente de 30 mm de ancho a ambos lados de la junta.



Figura 25. Construcción de la junta de expansión sobre la Pila 2 del puente existente sobre el río Destierro, donde se observa acero de refuerzo transversal expuesto.

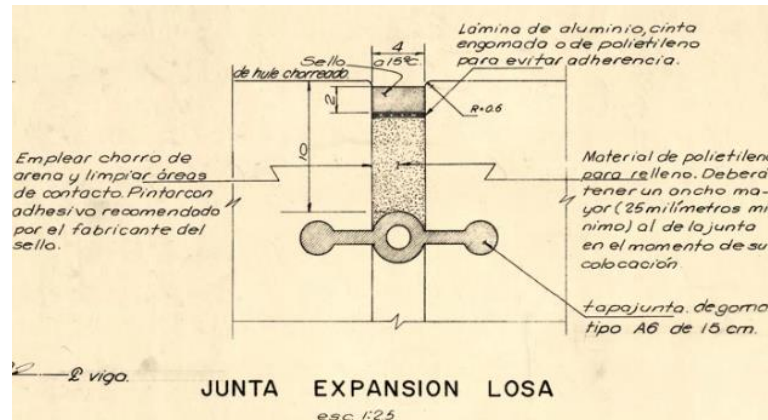


Figura 26. Detalle constructivo de la junta de expansión sobre la Pila 2 según se muestra en los planos originales del puente existente sobre el río Destierro.

Fuente: MOPT, 1974

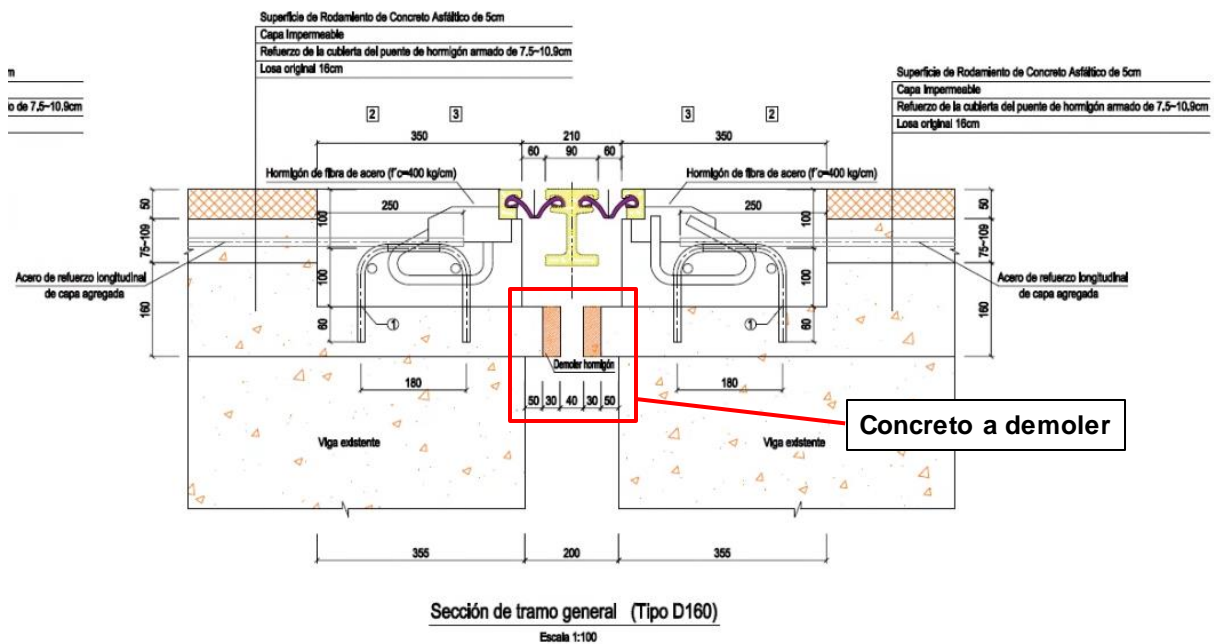


Figura 27. Detalle constructivo de la nueva junta de expansión sobre la Pila 2 según se muestra en los planos de rehabilitación del puente existente sobre el río Destierro.

Fuente: CONAVI, 2021b



5.7. Puente nuevo sobre la Quebrada Calderón – lado derecho (120+615)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre la Quebrada Calderón que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.7.1 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. Según el detalle de losa de aproximación que se muestra en los planos estructurales del puente, las losas de aproximación tienen 350 mm de espesor, 6 m de longitud, y consisten de dos módulos de 4.1 m cada uno unidos por medio de dovelas de acero (ver Figuras 28a y 28b). Estas dimensiones aplican para todos los puentes nuevos del proyecto.
- B. Por otro lado, el detalle del relleno de aproximación que se muestra en los planos estructurales del puente indica que el relleno de aproximación debe extenderse más allá del extremo de la losa de aproximación (ver Figura 29). Esto aplica para todos los puentes nuevos del proyecto.
- C. Al momento de la visita, se pudo observar agrietamiento y desprendimiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación de ambos accesos (ver Figura 30). Adicionalmente, en el caso de la losa de aproximación del Acceso 1 se pudo observar agrietamiento a lo largo de la junta intermedia entre los módulos de la losa (ver Figura 31).
- D. Durante la visita se pudo observar el movimiento de cada módulo de la losa de aproximación hacia arriba y hacia abajo ante el paso de vehículos pesados (ver videos “*Puente Quebrada Calderón 1*” y “*Puente Quebrada Calderón 2*”, disponibles en el enlace <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/5KvS7wFYSDpkgH>).
- E. El agrietamiento de la carpeta asfáltica en los bordes de la losa de aproximación y el movimiento ante el paso de vehículos pesados son indicios de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- F. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se comprueba que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 33 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

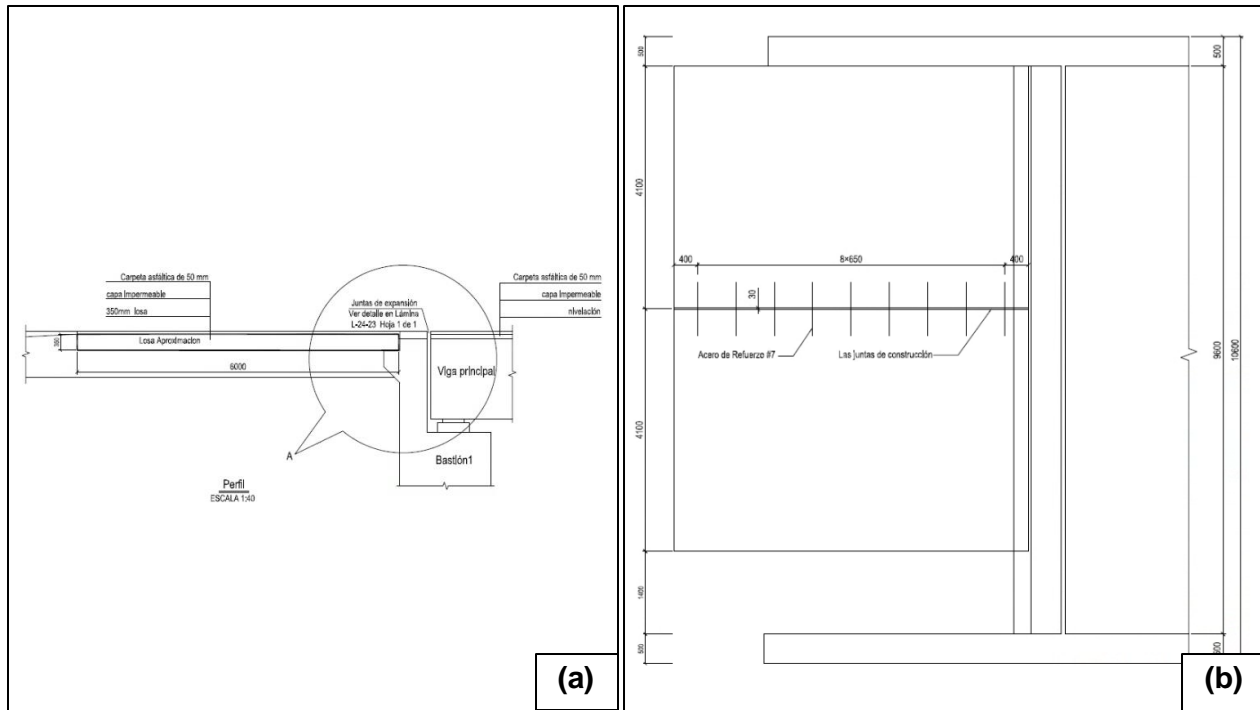


Figura 28. Detalle de la losa de aproximación del puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (puente sin sesgo). **(a)** Vista en elevación. **(b)** Vista en planta.

Fuente: CONAVI, 2018d

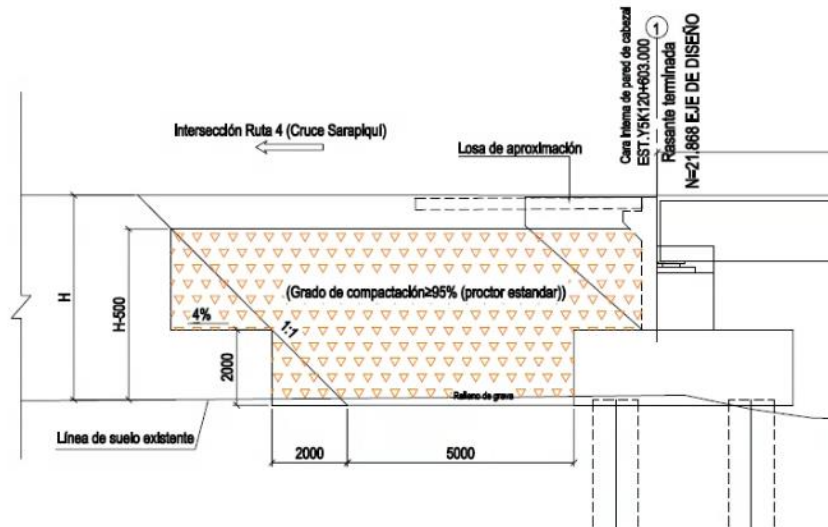


Figura 29. Detalle del relleno de aproximación del puente nuevo sobre la Quebrada Calderón

Fuente: CONAVI, 2018d

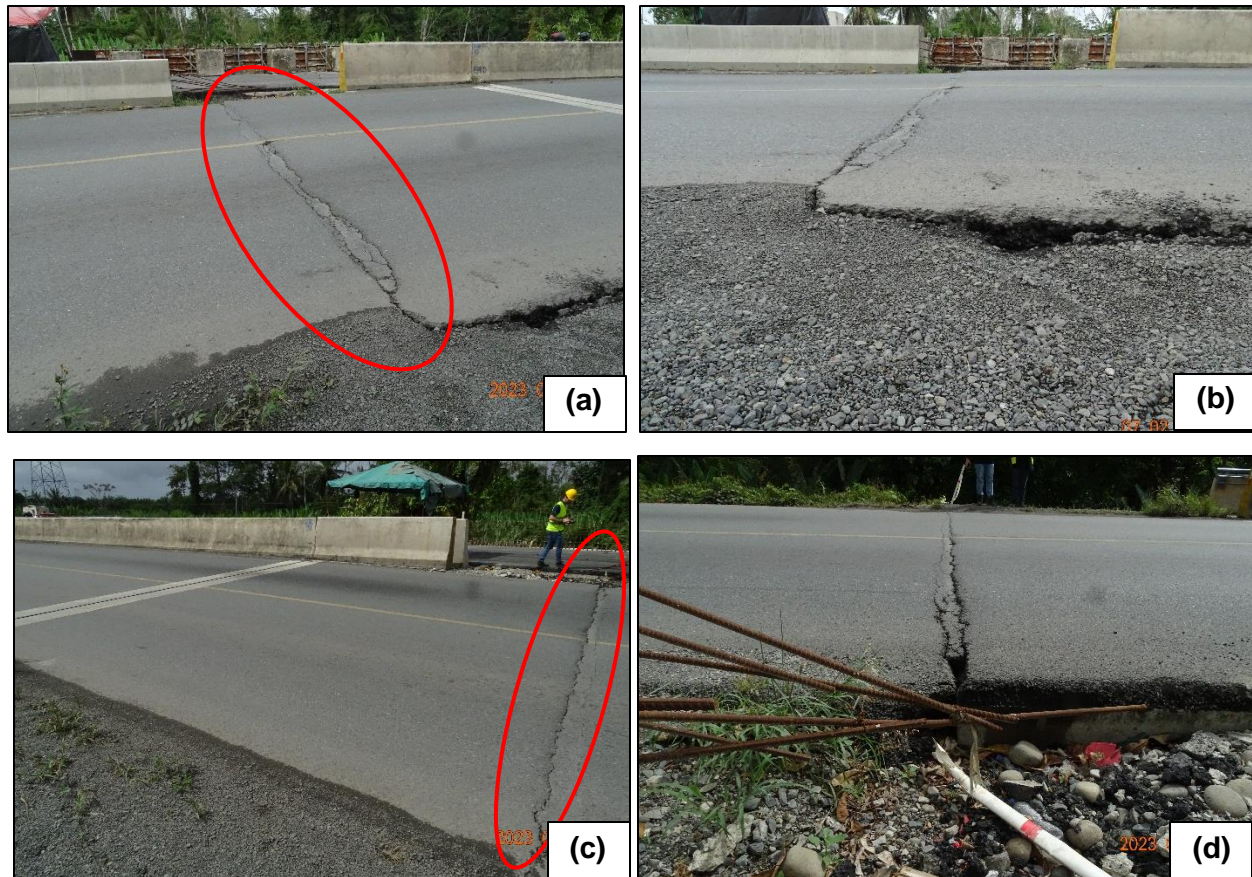


Figura 30. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación del puente nuevo sobre la Quebrada Calderón. **(a)** Vista general Acceso 1. **(b)** Vista lateral Acceso 1. **(c)** Vista general Acceso 2. **(d)** Vista lateral Acceso 2.



Figura 31. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo de la junta intermedia entre módulos de la losa de aproximación del Acceso 1 del puente nuevo sobre la Quebrada Calderón.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 35 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



5.8. Puente nuevo sobre el río Aguas Claras – lado derecho (121+469)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Aguas Claras que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.8.1 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. El puente nuevo sobre el río Aguas Claras presenta el mismo detalle de losas de aproximación y rellenos de aproximación que el puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (ver Observaciones 5.7.1(A), 5.7.1(B), Figuras 28 y 29).
- B. Al momento de la visita se pudo observar agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del extremo de la losa de aproximación del Acceso 2 (ver Figuras 32a y 32b).
- C. El agrietamiento observado es un indicio de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- D. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se demuestra que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

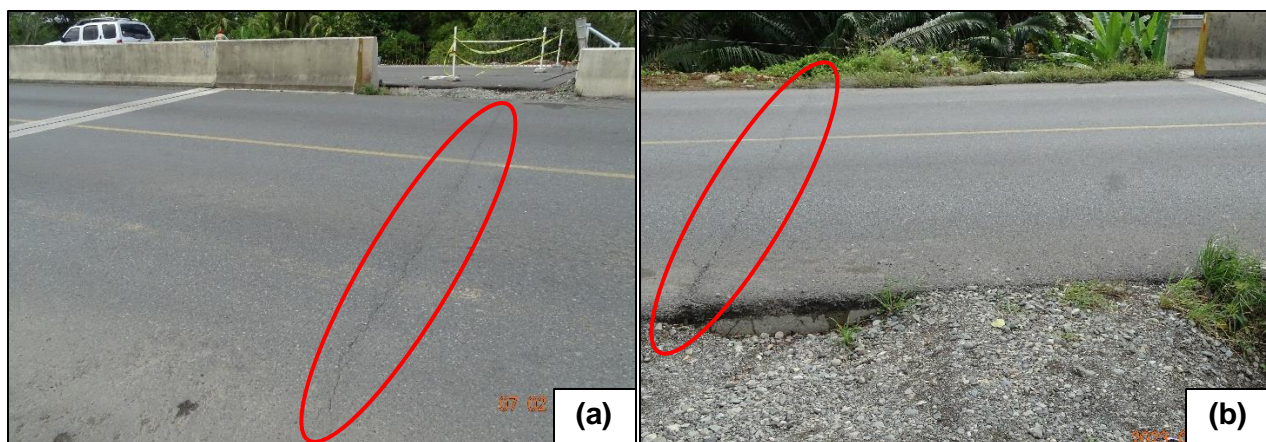


Figura 32. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación del Acceso 2 del puente nuevo sobre el río Aguas Claras. **(a)** Vista general. **(b)** Vista lateral.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 36 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



5.9. Puente nuevo sobre el río San Miguel – lado derecho (123+459)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río San Miguel que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.9.1 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. El puente nuevo sobre el río San Miguel presenta el mismo detalle de losas de aproximación y rellenos de aproximación que el puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (ver Observaciones 5.7.1(A), 5.7.1(B), Figuras 28 y 29).
- B. Al momento de la visita se pudo observar agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del extremo de la losa de aproximación de ambos accesos (ver Figura 33).
- C. Durante la visita se pudo observar el movimiento de la losa de aproximación hacia arriba y hacia abajo ante el paso de vehículos pesados (ver video “*Puente Río San Miguel*”, disponible en el enlace <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/5KvS7wFYSDpkdQH>).
- D. El agrietamiento de la carpeta asfáltica en los bordes de la losa de aproximación y el movimiento ante el paso de vehículos pesados son indicios de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- E. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se comprueba que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 37 de 60
---------------------------	------------------	-----------------

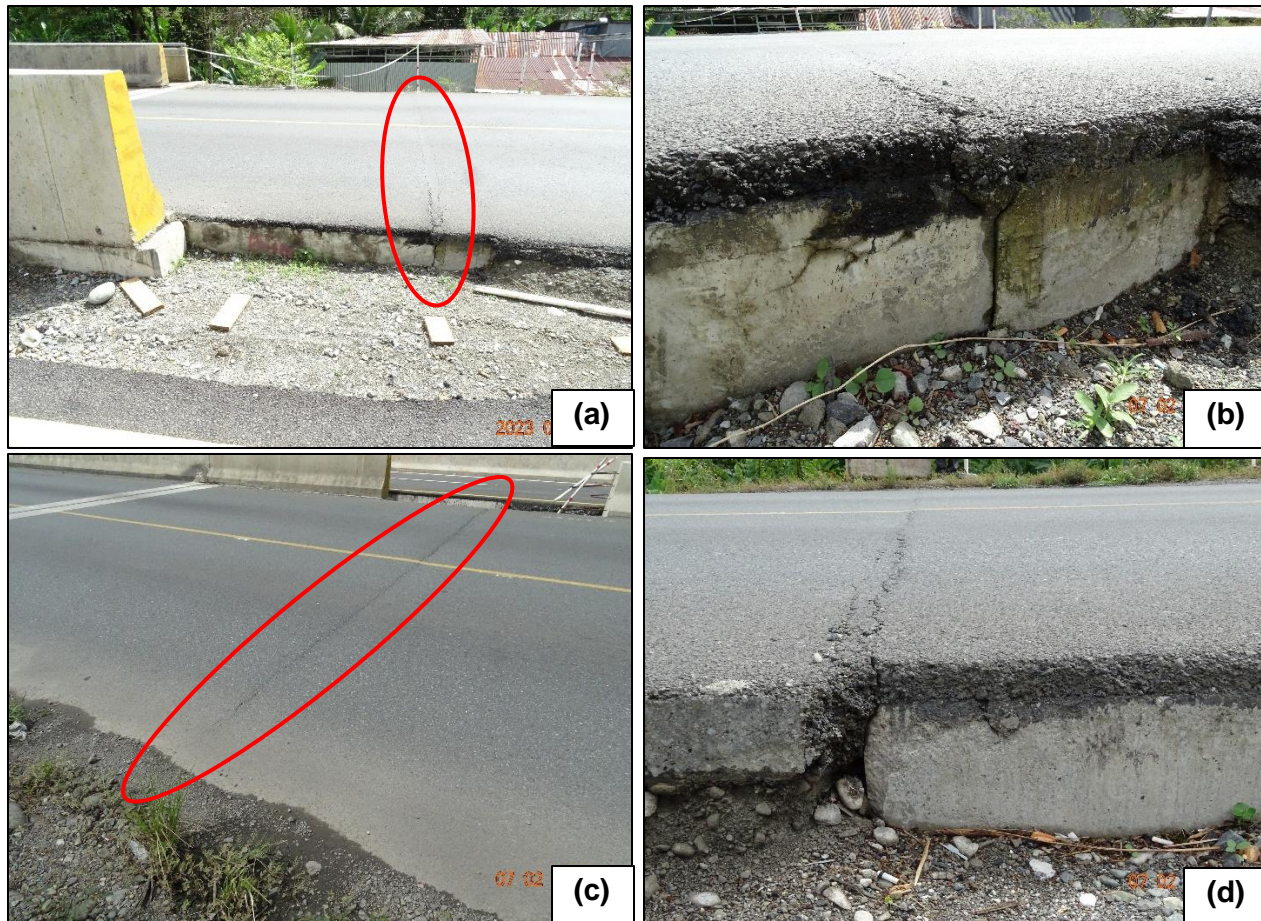


Figura 33. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río San Miguel. **(a)** Vista general Acceso 1. **(b)** Vista lateral Acceso 1. **(c)** Vista general Acceso 2. **(d)** Vista lateral Acceso 2.

5.10. Puente nuevo sobre el río Escondido – lado derecho (133+112)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Escondido que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.10.1 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. El puente nuevo sobre el río Escondido presenta un detalle similar de losas de aproximación y rellenos de aproximación que el puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (ver Observaciones 5.7.1(A), 5.7.1(B), Figuras 28 y 29), con la única diferencia de que la losa de aproximación presenta un sesgo de 15° (ver Figura 34).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 38 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



- B. Al momento de la visita se pudo observar agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del extremo de la losa de aproximación de ambos accesos (ver Figura 35).
- C. El agrietamiento observado es un indicio de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- D. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se demuestra que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

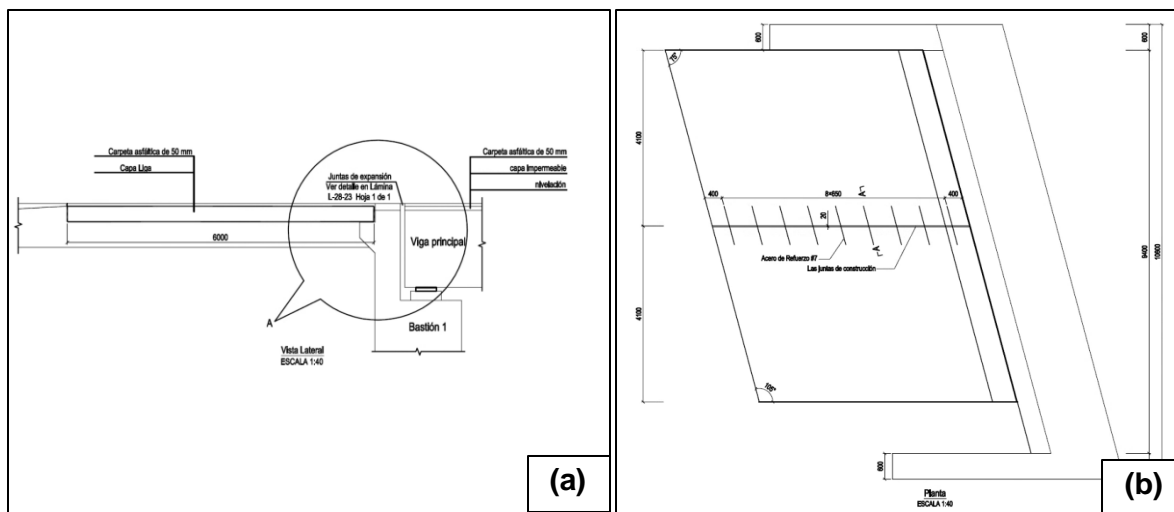


Figura 34. Detalle de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río Escondido (puente con sesgo de 15°). **(a)** Vista en elevación. **(b)** Vista en planta.

Fuente: CONAVI, 2019b

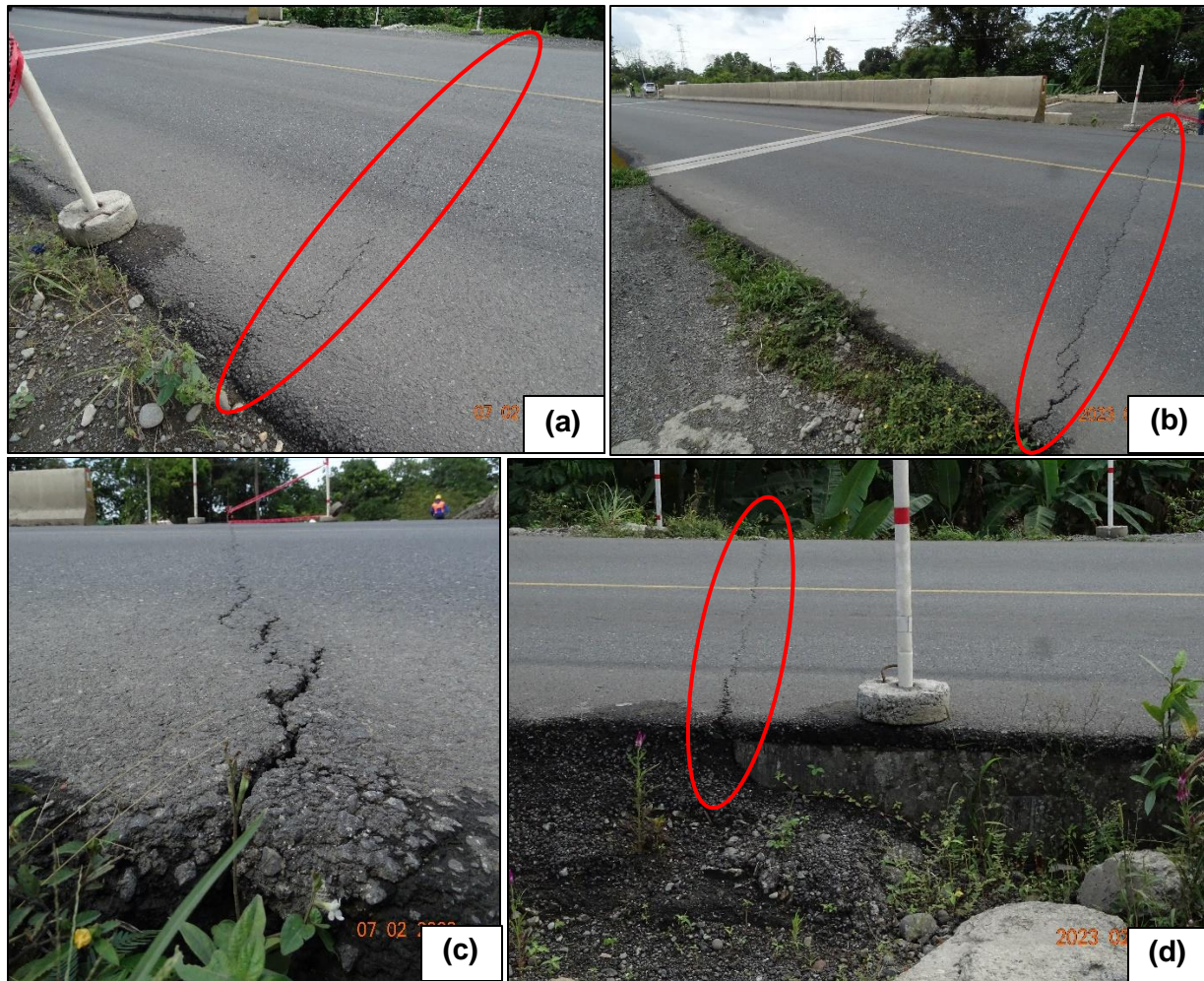


Figura 35. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del borde de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río Escondido. **(a)** Vista general Acceso 1. **(b)** Vista general Acceso 2. **(c)** Vista lateral Acceso 2, costado sur. **(d)** Vista lateral Acceso 2, costado norte.



5.11. Puente nuevo sobre el río Cuba – lado derecho (133+950)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Cuba que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.11.1 – Aisladores tipo péndulo de fricción:

- A. Se pudo observar que el sello de protección de los aisladores está roto y presenta alta degradación, lo cual permite el ingreso de humedad y contaminación a la parte interna del dispositivo (ver Figura 36a).
- B. En algunos de los aisladores se pudo observar acumulación de suciedad en la parte interna del dispositivo (ver Figura 36b). Esta condición podría aumentar el coeficiente de fricción de la superficie deslizante, lo cual a su vez aumentaría las fuerzas necesarias para activar el deslizamiento de los aisladores. En caso de un evento sísmico, esto implicaría un aumento en las fuerzas de sismo que son transmitidas desde la superestructura hacia la subestructura del puente.
- C. En algunos de los aisladores se pudo observar el desprendimiento del sistema de protección de pintura en las placas de conexión con la viga cabezal del bastión, así como la oxidación del acero en las zonas que están expuestas (ver Figura 37).



Figura 36. Aisladores sísmicos tipo péndulo de fricción del puente nuevo sobre el río Cuba. **(a)** Sello de protección roto. **(b)** Acumulación de suciedad en la parte interna del dispositivo.

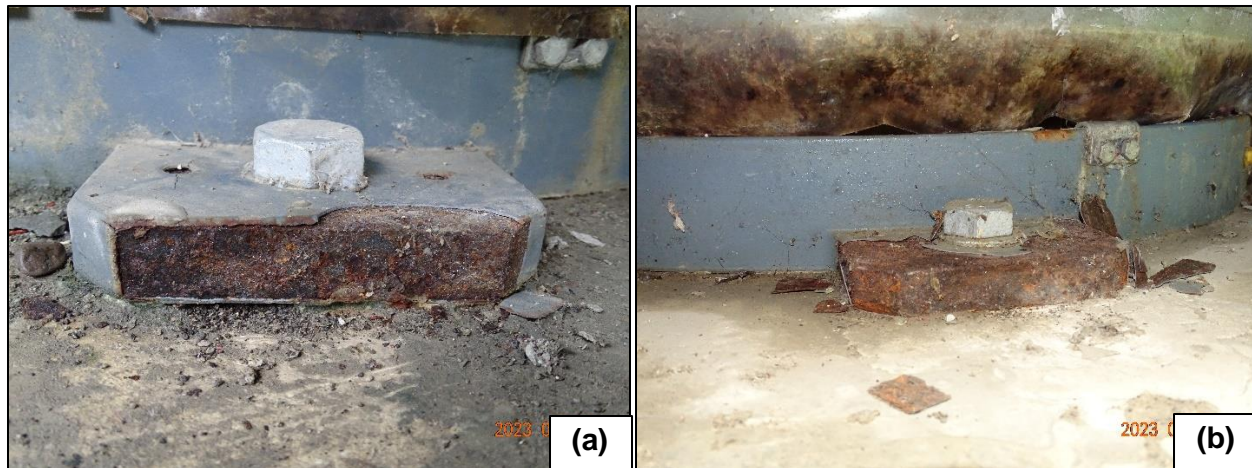


Figura 37. Desprendimiento del sistema de protección de pintura y oxidación en placas de conexión de los aisladores sísmicos tipo péndulo de fricción del puente nuevo sobre el río Cuba. **(a)** Aislador del Bastión 1. **(b)** Aislador del Bastión 2.

Observación 5.11.2 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. El puente nuevo sobre el río Cuba presenta un detalle similar de losas de aproximación y rellenos de aproximación que el puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (ver Observaciones 5.7.1(A), 5.7.1(B), Figuras 28 y 29), con la única diferencia de que la losa de aproximación presenta un sesgo de 30° (ver Figura 38).
- B. Al momento de la visita se pudo observar agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del extremo de la losa de aproximación de ambos accesos (ver Figuras 39a y 39b).
- C. El agrietamiento observado es un indicio de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- D. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se demuestra que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

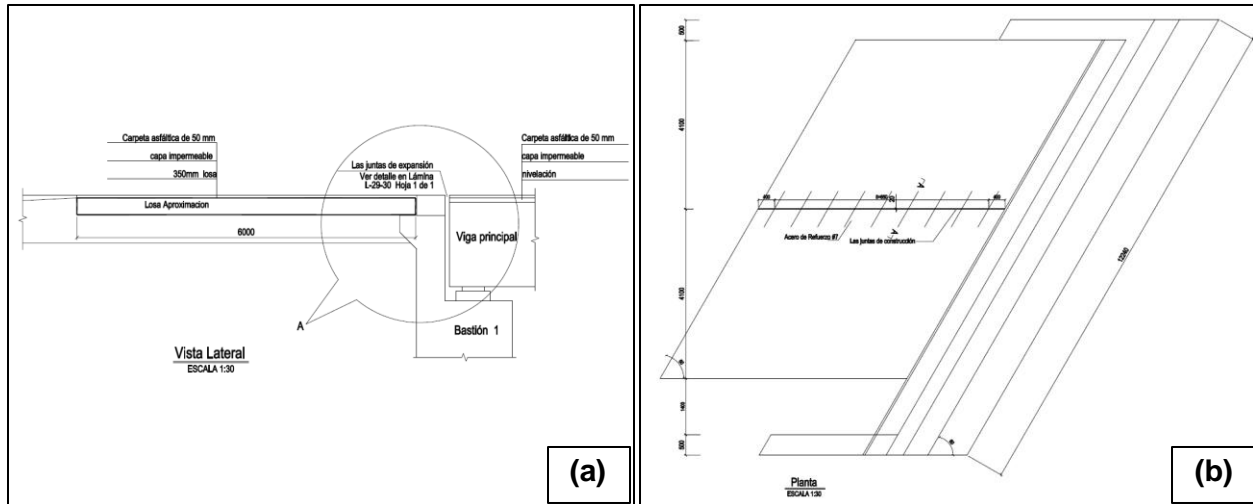


Figura 38. Detalle de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río Cuba (puente con sesgo de 30°). **(a)** Vista en elevación. **(b)** Vista en planta.

Fuente: CONAVI, 2019c

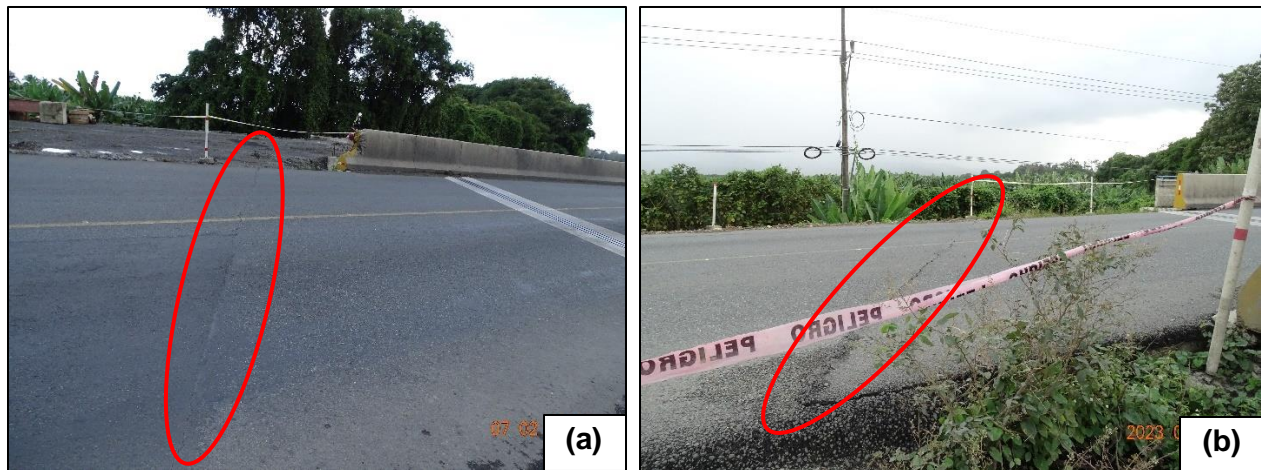


Figura 39. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río Cuba. **(a)** Vista general Acceso 1. **(b)** Vista general Acceso 2.



Observación 5.11.3 – Sistema de drenaje:

Se pudo observar que los bajantes del sistema de drenaje del puente aún no han sido instalados, por lo que el agua de lluvia escurre por el costado de la viga cajón externa (ver Figura 40).



Figura 40. Ausencia de bajantes en el puente nuevo sobre el río Cuba y escurrimiento de agua por el costado de la viga cajón.



5.12. Puente nuevo sobre el río Rojo – lado derecho (134+857)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Rojo que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.12.1 – Juntas de expansión:

Al momento de la inspección, el concreto de los bordes de ambas juntas de expansión ya se encontraba colado y endurecido. Se pudo observar agrietamiento del concreto en el borde de la junta de expansión del Bastión 1 (ver Figura 41).



Figura 41. Agrietamiento del concreto en el borde de la junta de expansión del Bastión 1.

Observación 5.12.2 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. El puente nuevo sobre el río Rojo presenta el mismo detalle de losas de aproximación y rellenos de aproximación que el puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (ver Observaciones 5.7.1(A), 5.7.1(B), Figuras 28 y 29).
- B. Al momento de la visita se pudo observar agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del extremo de la losa de aproximación de ambos accesos (ver Figuras 42a y 42b).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 45 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



- C. El agrietamiento observado es un indicio de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- D. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se demuestra que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

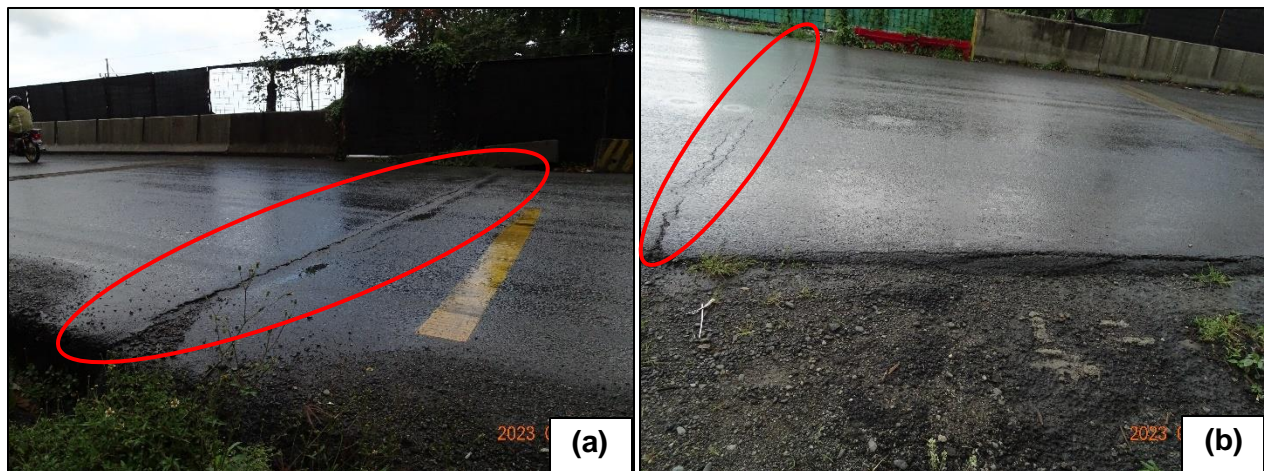


Figura 42. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río Rojo. **(a)** Vista general Acceso 1. **(b)** Vista general Acceso 2.

Observación 5.12.3 – Escolleras:

- A. Se pudo observar socavación en la base de las escolleras ligadas con mortero de ambos bastiones (ver Figura 43).
- B. Según el detalle mostrado en los planos estructurales del puente, las escolleras son de 300 mm de espesor y deben contar con un dado de 1 metro de profundidad en la punta (ver Figura 44).
- C. En sitio no se observó el elemento de protección de 1 metro de profundidad en la punta de las escolleras que está indicado en los planos estructurales (ver Figuras 43 y 44).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 46 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Figura 43. Socavación bajo la punta de las escolleras ligadas con mortero de los bastiones del puente nuevo sobre el río Rojo.

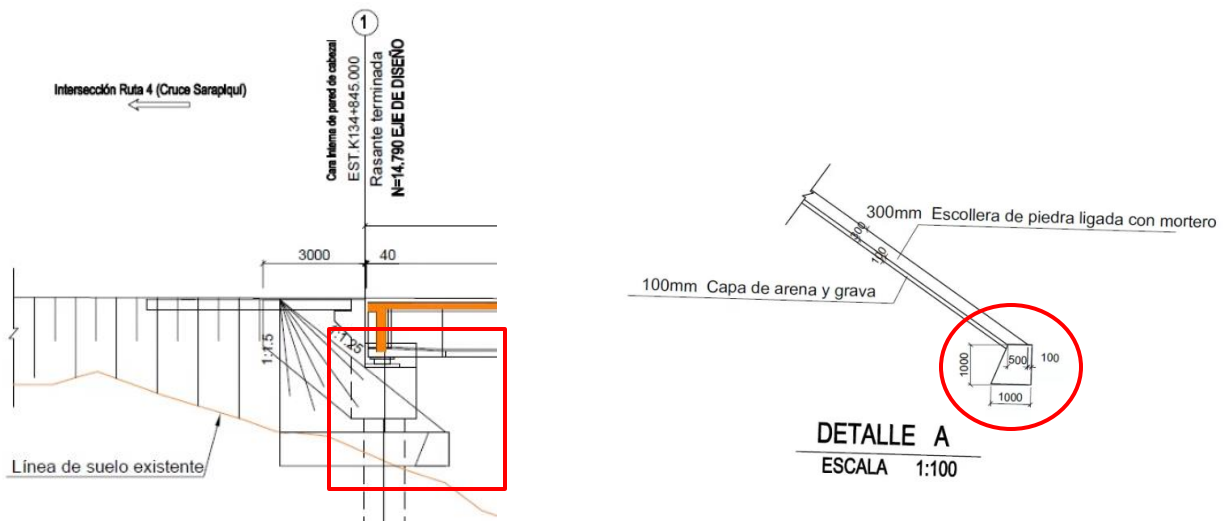


Figura 44. Detalle de las escolleras ligadas con mortero del puente nuevo sobre el río Rojo.

Fuente: CONAVI, 2018e



Observación 5.12.4 – Sistema de drenaje:

Se pudo observar que los bajantes del sistema de drenaje del puente aún no han sido instalados, por lo que el agua de lluvia escurre por el costado de la viga cajón externa (ver Figura 45).



Figura 45. Ausencia de bajantes en el puente nuevo sobre el río Rojo y escurrimiento de agua por el costado de la viga cajón.

5.13. Puente nuevo sobre el río Toro – lado derecho (135+075)

Con base en la inspección realizada en sitio, se hacen las siguientes observaciones para cada elemento del puente del lado derecho sobre el río Toro que se indica en el Cuadro 2.

Observación 5.13.1 – Losas y rellenos de aproximación:

- A. El puente nuevo sobre el río Toro presenta un detalle similar de losas de aproximación y rellenos de aproximación que el puente nuevo sobre la Quebrada Calderón (ver Observaciones 5.7.1(A), 5.7.1(B), Figuras 28 y 29), con la única diferencia de que la losa de aproximación presenta un sesgo de 15° (ver Figura 34).
- B. Al momento de la visita se pudo observar agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde del extremo de la losa de aproximación de ambos accesos (ver Figura 46).

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 48 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



- C. En la parte posterior de la barrera vehicular del costado del Acceso 2 se pudo observar una grieta vertical, la cual se extiende desde la base de la barrera hasta la mitad de la altura de la barrera (ver Figuras 47a y 47b). El espesor de grieta medido durante la visita fue de 1.0 mm cerca del extremo superior (ver Figura 47c) y de 4.5 mm cerca del extremo inferior (ver Figura 47d). La ubicación de la grieta es cercana al borde de la losa de aproximación.
- D. El agrietamiento de la carpeta asfáltica y las características de la grieta de la barrera vehicular del acceso son indicios de que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno producto del flujo de agua que no haya sido evacuada satisfactoriamente a través de los sistemas de drenaje (Saride et al, 2009).
- E. En la memoria de cálculo de las losas de aproximación de los puentes nuevos del proyecto (CHEC, 2018) se demuestra que la losa tiene suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso propio, peso de la carpeta asfáltica y cargas vehiculares, habiéndose obtenido una relación capacidad/demanda de 2.93 para el diseño por flexión.

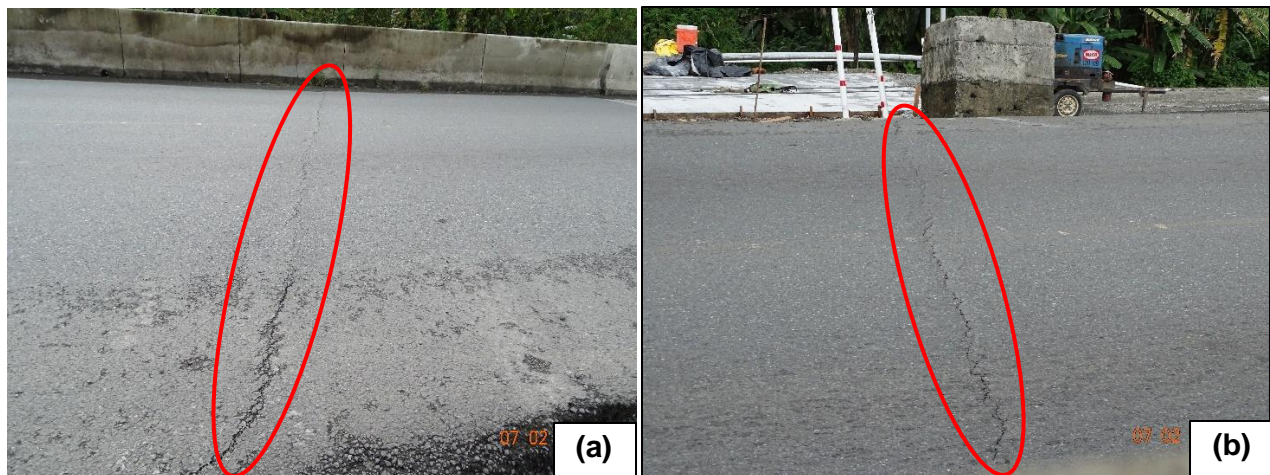


Figura 46. Agrietamiento de la carpeta asfáltica a lo largo del borde de la losa de aproximación del puente nuevo sobre el río Rojo. **(a)** Vista general Acceso 1. **(b)** Vista general Acceso 2.

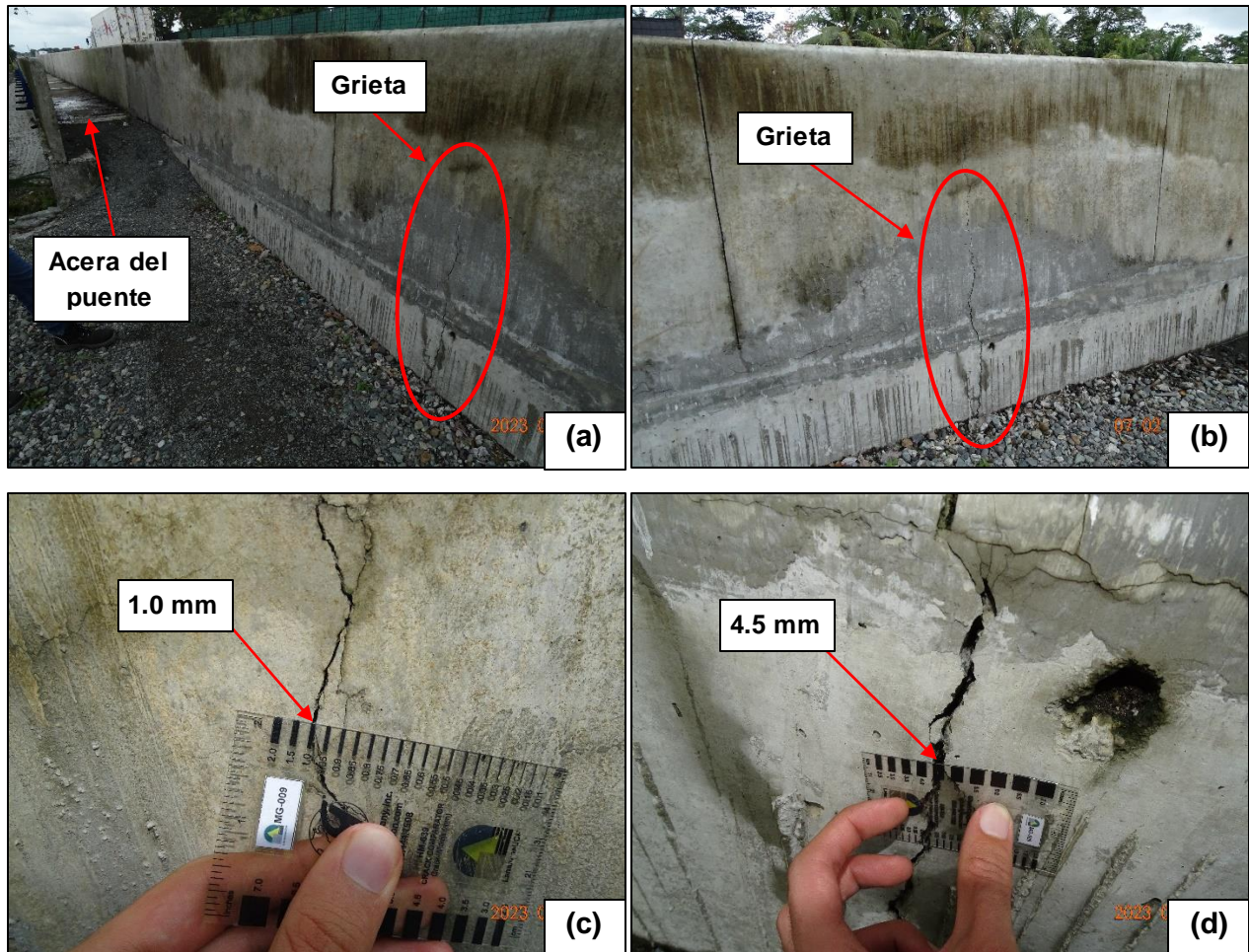


Figura 47. Grieta en la parte posterior de la barrera vehicular del Acceso 2 del puente nuevo sobre el río Toro. **(a)** Ubicación de la grieta. **(b)** Vista general de la barrera vehicular con la grieta. **(c)** Espesor de la grieta medido en la parte superior. **(d)** Espesor de la grieta medido cerca de la base.



Observación 5.13.2 – Sistema de drenaje:

Se pudo observar que los bajantes del sistema de drenaje del puente aún no han sido instalados, por lo que el agua de lluvia escurre por el costado de la viga cajón externa (ver Figura 48).



Figura 48. Ausencia de bajantes en el puente nuevo sobre el río Toro y escurrimiento de agua por el costado de la viga cajón.



6. CONCLUSIONES

A partir de la inspección realizada de los puentes y elementos indicados en la Sección 4 de este informe, se obtienen las conclusiones que se presentan a continuación.

6.1. Conclusiones con respecto a la solicitud de criterio técnico de la UAT

- a) La inspección de los puentes nuevos sobre el río Guácimo, río Guacimito y río Destierro evidenció la ausencia del sello elastomérico en las juntas de expansión, así como la consecuente aglomeración de sedimentos y humedad sobre la viga cabezal de los bastiones, lo cual podría acelerar el deterioro de los apoyos elastoméricos. Al momento de la inspección no se observaron deterioros apreciables en los apoyos. Los perfiles de acero de las juntas de expansión presentan además otras deficiencias como lo son el desprendimiento puntual del sistema de protección de pintura y la oxidación del acero expuesto.
- b) Los puentes nuevos sobre la quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro presentan agrietamiento de la carpeta asfáltica y de otros elementos de los accesos, así como movimiento de las losas de aproximación ante el paso de vehículos pesados, lo cual sugiere que existe un asentamiento o pérdida del relleno de aproximación. Algunas posibles causas de este problema incluyen una mala compactación del relleno de aproximación durante el proceso constructivo, o bien, la erosión del relleno debido a deficiencias en el sistema de drenaje.
- c) Los puentes nuevos sobre el río Guacimito, río Dos Novillos y río Rojo presentan socavación en la base de las escolleras ligadas con mortero construidas en los bastiones. No se encontró evidencia de que se haya construido el elemento de protección de 1 metro de profundidad en la base de estas escolleras, según se indica en el detalle mostrado en los planos estructurales.
- d) El puente nuevo sobre el río Destierro presenta indicios de socavación alrededor de la placa de cimentación con pilotes de la Pila 2. El detalle de las escolleras mostrado en los planos estructurales alrededor de esta placa de cimentación no coincide con lo observado en sitio.



6.2. Conclusiones con respecto a las observaciones adicionales detectadas por el PIE

- a) El puente nuevo sobre el río Guácimo presenta agrietamiento de concreto en la sobrelosa del tablero, específicamente en la zona de la acera peatonal, lo cual representa un problema de durabilidad ya que el eventual ingreso de agua a través de las grietas puede propiciar la corrosión del acero de refuerzo de la sobrelosa.
- b) El puente existente sobre el río Destierro presenta una longitud de asiento insuficiente en las pilas, puesto que incumple el requerimiento del Artículo 4.7.4.4 de la especificación AASHTO LRFD. Al respecto, en la memoria de cálculo de la rehabilitación del puente se indica que se ampliarán las dimensiones de la viga cabezal de la pila para cumplir este requerimiento, sin embargo, no se encontró evidencia de esta ampliación en sitio ni en los planos estructurales.
- c) A partir de la inspección del puente nuevo sobre el río Cuba se encontraron varias deficiencias en los aisladores sísmicos tipo péndulo de fricción, las cuales incluyen: deterioro del sello de protección, acumulación de suciedad en el interior de los dispositivos, así como desprendimiento de sistema de protección de pintura y oxidación del acero expuesto en los elementos de conexión. La acumulación de suciedad en el interior de los aisladores podría generar un aumento de las fuerzas sísmicas que son transmitidas desde la superestructura hacia la subestructura del puente durante un evento sísmico.
- d) En los puentes nuevos sobre el río Cuba, río Rojo y río Toro aún no se han instalado los bajantes del sistema de drenaje, provocando que el agua de lluvia proveniente del tablero del puente escurra por el costado de la viga cajón externa.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 53 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



7. RECOMENDACIONES

Con base en las observaciones de los puentes inspeccionados, se recomienda ejecutar las acciones que se presentan a continuación:

7.1. Recomendaciones en atención a la solicitud de criterio técnico de la UAT

Con respecto a las juntas de expansión con sello faltante en los puentes nuevos sobre el río Guácimo, río Guacimito y río Destierro (Observaciones 5.1.1, 5.2.1, 5.5.1):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) El procedimiento de limpieza que empleará el Contratista para remover la lechada de concreto de los perfiles de acero de la junta previo a realizar de la colocación del sello elastomérico.
 - b) Las especificaciones del sistema de protección de pintura que fue aplicado a los perfiles de acero de la junta de expansión (incluyendo el método y grado de preparación de la superficie, el material y espesor de cada capa del sistema de protección, y la vida útil esperada), ya que esta información no se muestra en los planos estructurales.
 - c) El plan de intervención que seguirá el Contratista para corregir el desprendimiento del sistema de protección de pintura y la oxidación puntual en los perfiles de acero de los puentes nuevos sobre río Guácimo y río Guacimito, así como las medidas preventivas para evitar la extensión del daño en estos elementos y su aparición en otros puentes del proyecto.

Con respecto a los apoyos elastoméricos de los puentes nuevos sobre el río Guácimo, río Guacimito y río Destierro (Observaciones 5.1.2, 5.2.2, 5.5.2):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) Las medidas preventivas que se tomarán para evitar el deterioro temprano de los dispositivos de apoyo que están ubicados justo debajo de las juntas de expansión, mientras se instala el sello elastomérico faltante en la junta.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 54 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



- b) El procedimiento de limpieza que empleará el Contratista para remover la acumulación de sedimentos y humedad alrededor de los apoyos elastoméricos, una vez realizada la colocación del sello elastomérico en las juntas de expansión.

Con respecto al agrietamiento de concreto en la junta de expansión del puente nuevo sobre el río Rojo (Observación 5.12.1):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que facilite el plan de intervención que seguirá el Contratista para corregir el agrietamiento de concreto observado en la junta de expansión del Bastión 1.

Con respecto a las losas y rellenos de aproximación de los puentes nuevos sobre la Quebrada Calderón, río Aguas Claras, río San Miguel, río Escondido, río Cuba, río Rojo y río Toro (Observaciones 5.7.1, 5.8.1, 5.9.1, 5.10.1, 5.11.2, 5.12.2, 5.13.1, 5.13.2):

1. Solicitar el criterio técnico del Programa de Ingeniería Geotécnica en lo que respecta a:
 - a) Las posibles causas del problema de asentamiento o pérdida de los rellenos de aproximación que fue posible observar en los accesos de los puentes.
 - b) Las posibles soluciones que se podrían implementar para corregir el asentamiento o pérdida de los rellenos de aproximación en los accesos de los puentes. En el artículo de Saride et al (2009) se mencionan algunas técnicas que podrían ser útiles en este tipo de casos, como el uso de rellenos ligeros (“*lightweight fill*”), geoespuma (“*Geofoam*”) o rellenos fluidos (“*flowable fill*”) para la construcción o restitución del relleno de aproximación.
2. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) El plan de intervención que seguirá el Contratista para corregir el problema de asentamiento o pérdida de los rellenos de aproximación en los accesos, así como para reparar los elementos de los accesos que se han visto dañados a raíz de este problema (carpeta asfáltica, barrera vehicular en el caso del puente sobre el río Toro).
 - b) Las medidas preventivas que se tomarán para evitar que este problema se vuelva a presentar en estos puentes, así como su aparición en otros puentes del proyecto.
3. Solicitar a la Supervisora los resultados de las pruebas de compactación de los rellenos de aproximación realizadas durante el proceso constructivo.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 55 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Con respecto a las escolleras ligadas con mortero en los bastiones de los puentes nuevos sobre el río Guacimito, río Dos Novillos y río Rojo (Observaciones 5.2.3, 5.3.1, 5.12.3):

1. Solicitar el criterio técnico del Programa de Ingeniería Geotécnica en lo que respecta a:
 - a) La socavación observada en la base de las escolleras ligadas con mortero.
 - b) La ausencia del elemento de 1 metro de profundidad en la base de la escollera que se indica en el detalle de los planos estructurales y su efecto sobre el comportamiento y durabilidad de esta.
2. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) El motivo de que no se haya construido el elemento de 1 metro de profundidad en la punta de la escollera que se indica en el detalle de los planos estructurales.
 - b) El plan de intervención que seguirá el Contratista para corregir la socavación en la base de las escolleras.

Con respecto a la escollera y placa de cimentación de la Pila 2 del puente nuevo sobre el río Destierro (Observación 5.5.3):

1. Solicitar el criterio técnico del Programa de Ingeniería Geotécnica en lo que respecta a la ausencia de escolleras e indicios de socavación de la placa de cimentación con pilotes de la Pila 2, así como las implicaciones que esto podría tener en el desempeño de la cimentación.
2. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) El motivo de que el perfil del terreno observado en sitio exceda el perfil de socavación para un período de retorno de 500 años que se muestra en los planos estructurales.
 - b) Las medidas preventivas que se tomarán para evitar la socavación en la cimentación de las pilas.



7.2. Recomendaciones asociadas a las observaciones adicionales del PIE

Con respecto al agrietamiento de la sobrelosa del puente nuevo sobre el río Guácimo (Observación 5.1.3):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique el plan de intervención que seguirá el Contratista para solventar el problema de agrietamiento del tablero en la zona de la acera peatonal, con tal de evitar problemas de durabilidad en la sobrelosa de concreto reforzado del puente.

Con respecto a la longitud de asiento de las pilas del puente existente sobre el río Destierro (Observación 5.6.1):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) Si está previsto realizar alguna ampliación en la viga cabezal de las pilas del puente con el fin de satisfacer el requerimiento de longitud de asiento del Artículo 4.7.4.4 de la especificación AASHTO LRFD, tal como se indica en la memoria de cálculo de la rehabilitación del puente existente, ya que de momento se está incumpliendo este requerimiento de la normativa.
 - b) Evidencia de que se estén implementado todas las medidas de rehabilitación necesarias para satisfacer el requerimiento de longitud de asiento del Artículo 4.7.4.4 de la especificación AASHTO LRFD en los otros puentes existentes que están siendo rehabilitados como parte del proyecto.

Con respecto a la construcción de las nuevas juntas de expansión sobre las pilas del puente existente sobre el río Destierro (Observación 5.6.2):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que facilite el detalle de la reparación del concreto que fue demolido como parte de la construcción de las nuevas juntas de expansión sobre las pilas del puente.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 57 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Con respecto a los aisladores sísmicos del puente nuevo sobre el río Cuba (Observación 5.11.1):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que indique:
 - a) El procedimiento de limpieza que empleará el Contratista para remover la suciedad en el interior de los aisladores sísmicos de forma tal que se asegure el adecuado funcionamiento de la superficie deslizante, así como las medidas preventivas que se tomarán para evitar que esto siga sucediendo en este puente y en otros puentes con aisladores sísmicos del proyecto.
 - b) Las especificaciones del sistema de protección de pintura que fue aplicado a los elementos de conexión de los aisladores sísmicos, incluyendo el método y grado de preparación de la superficie, el material y espesor de cada capa del sistema de protección, y la vida útil esperada.
 - c) El plan de intervención que seguirá el Contratista para corregir el desprendimiento del sistema de protección de pintura y la oxidación observada en los elementos de conexión de los aisladores sísmicos, contemplando que, de colocarse nuevamente el mismo material, este podría dañarse en cuestión de pocos años, como sucedió con el sistema actual. Adicionalmente, las medidas preventivas que se tomarán para evitar la aparición de estas deficiencias en los otros puentes con aisladores sísmicos del proyecto.

Con respecto a la ausencia de bajantes en los puentes nuevos sobre el río Cuba, río Rojo y río Toro (Observaciones 5.11.3, 5.12.4, 5.13.2):

1. Solicitar a la Administración una respuesta por escrito en la que aclare el motivo por el cual el Contratista aún no ha instalado los bajantes del sistema de drenaje en estos puentes, como sí lo ha hecho en otros puentes del proyecto.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 58 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



8. REFERENCIAS

China Harbour Engineering Company, CHEC. (2020). Memoria de Cálculo de la Subestructura y Fundación del Puente Existente sobre el Río Destierro No. 13 (seismic isolation design). Parte B. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

China Harbour Engineering Company, CHEC. (2018). Cálculo de Losa de Aproximación (Ver 1.0). Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2021a). *Puente Río Dos Novillos K83+035.300 (Lado izquierdo)*. Planos estructurales. Versión WD 02. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2021b). *Puente Río Destierro Est.= K84+275.291 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2019a). *Puente Nuevo sobre el Río Dos Novillos K83+035.300 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2019b). *Puente sobre el Río Escondido K133+112.50 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2019c). *Puente sobre el Río Cuba Est.= K133+950.500 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2018a). *Puente Río Guácimo K73+755.600 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

EIC-Lanamme-INF-0556-2023	05 de mayo, 2023	Página 59 de 60
---------------------------	------------------	-----------------



Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2018b). *Puente Río Guacimito Est.= K74+049.900 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 02. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2018c). *Puente Nuevo sobre el Río Destierro K84+269.700 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2018d). *Puente Quebrada Calderón Est.=Y5 K120+615.50 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2018e). *Puente sobre el Río Rojo K134+857.500 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Consejo Nacional de Vialidad, CONAVI (2018f). *Puente sobre el Río Toro K135+075.50 (Lado derecho)*. Planos estructurales. Versión WD 01. Documento proporcionado por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, MOPT (1974). Puente sobre río Destierro. Dirección General de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Costa Rica. Proyecto: San José – Siquirres, San José – Puerto Viejo.

Saride, S.; Puppala, A.J.; Archeewa, E. (2009). *Bridge Approach Settlements—An Issue Due to Design or Construction Practices?* Indian Geotechnical Conference 2009. Gultur, India. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/266486406/>