



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-1080-2023

## INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

### PUENTE SOBRE EL RÍO BARQUERO RUTA NACIONAL N.º 10



Preparado por:  
Unidad de Puentes  
Programa de Ingeniería Estructural



San José, Costa Rica  
27 de julio, 2023



Página intencionalmente dejada en blanco



<b>1. Informe:</b> EIC-Lanamme-INF-1080-2023		<b>2. Versión n.º</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL PUENTE SOBRE EL RÍO BARQUERO RUTA NACIONAL N.º 10		<b>4. Fecha del Informe</b> 27 de julio de 2023
<b>5. 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		
<b>6. Palabras clave</b> 2023, Puentes red vial nacional, Informe de inspección especial, EIC-Lanamme-INF-1080-2023 Ruta Nacional n.º 10, río Barquero, Unidad de Puentes, Falla Inminente.		
<b>7. Información general</b> Este informe de <i>inspección especial</i> del puente sobre el río Barquero (sección 1/4) en la Ruta Nacional n.º 10, es un producto de las inspecciones de puentes existentes que realiza la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – LanammeUCR. Este informe se realiza en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según se indica en el artículo 6 de la Ley n.º 8114. Esta inspección se desarrolló de acuerdo al alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en <a href="http://www.eca.or.cr">www.eca.or.cr</a> . Este informe de inspección de puentes tiene validez únicamente en su forma íntegra y original. No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR. La firma n.º 11 no se encuentra dentro del proceso de acreditación.		
<b>8. Inspección e informe por:</b> Inspector nivel 3 - Unidad de Puentes	<b>9. Inspección y revisión por:</b> Inspector nivel 2 - Unidad de Puentes	<b>10. Revisado y aprobado por:</b> Coordinador Unidad de Puentes y a.i. del Programa de Ingeniería Estructural
<b>11. Revisión legal por:</b> Asesor Legal LanammeUCR		



UNIVERSIDAD DE  
**COSTA RICA**

**LanammeUCR**

Laboratorio Nacional de  
**Materiales y Modelos Estructurales**

EIC-Lanamme-INF-1080-2023

Código: RC-471 – Vers.: 04 - vigente desde 15/12/2021

Página 4 / 41

Página intencionalmente dejada en blanco



## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta la *inspección especial* del puente sobre el río Barquero (sección 1/4), ubicado en el kilómetro 6,153 de la Ruta Nacional n.º 10.

Durante la inspección, se observaron deficiencias en condición de Falla inminente (6), ya que se observa un riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas que provocaron un colapso parcial del bastión n.º 1 por la socavación de los cimientos de la subestructura de la sección paralela 1/4 del puente. (ver tablas 5.1 y 5.2).

Con base en los resultados obtenidos de la inspección, se recomienda cerrar dos carriles del puente para reducir el riesgo a los usuarios del puente e incluir la estructura en un programa de atención que incluya actividades paliativas de *rehabilitación* a corto plazo, con el fin de restituir el paso en los carriles que se requiere cerrar por seguridad. Además, se recomienda *sustituir* el puente a mediano plazo. (ver tablas 7.1 y 7.2).



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-1080-2023

Código: RC-471 – Vers.: 04 - vigente desde 15/12/2021

Página 6 / 41

Página intencionalmente dejada en blanco



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	OBJETIVOS .....	11
3.	ALCANCE DEL INFORME .....	12
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE .....	13
5.	PRINCIPALES OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN ESPECIAL .....	19
5.1.	DEFICIENCIAS EN LOS ELEMENTOS: CUERPO Y CIMENTACIÓN DEL BASTIÓN N.º 1, DEL COMPONENTE: SUBESTRUCTURA DE LA SECCIÓN PARALELA 1/4.....	19
5.2.	DEFICIENCIAS EN LOS ELEMENTOS: SISTEMAS DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA DE LA SECCIÓN PARALELA 1/4, DEL COMPONENTE: SISTEMAS DE PROTECCIÓN .....	21
6.	COMPARACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PUENTE RESPECTO A LA REPORTADA EN INFORMES DE INSPECCIÓN ANTERIORES .....	23
7.	OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL PUENTE.....	25
8.	CONCLUSIONES.....	26
9.	RECOMENDACIONES .....	28
9.1.	RECOMENDACIONES INMEDIATAS:.....	28
9.2.	EN EL CORTO PLAZO:.....	29
9.3.	EN EL MEDIANO PLAZO:.....	30
10.	REFERENCIAS.....	31
	ANEXO 1 GLOSARIO .....	33



**ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS  
EVALUADOS EN EL PUENTE.....38**





## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de *inspección especial* del puente sobre el río Barquero (sección 1/4) en la Ruta Nacional n.º 10, es un producto de las inspecciones de puentes en servicio que realiza la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural – Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) y se realiza en el marco de las competencias asignadas al LanammeUCR según el artículo 6 de la Ley n.º 8114.

Con respecto a la facultad que posee el LanammeUCR para realizar *evaluación* de los puentes colocados en las vías nacionales, el inciso d) del artículo 6 de la Ley 8114 establece:

*“Artículo 6º-Fiscalización para garantizar la calidad de la red vial nacional. Para lograr la eficiencia de la inversión pública, la Universidad de Costa Rica podrá celebrar convenios con el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) a fin de realizar, por intermedio de su Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, las siguientes tareas:*

*(...) c) Evaluación bienal de toda la red nacional pavimentada (...).”*

A su vez, el artículo 6 del Reglamento específico al artículo 6 de la Ley 8114, Decreto Ejecutivo No. 37016, emitido por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), señala:

*“Artículo 6.- Consideraciones para la auscultación y diagnóstico de puentes.*

*La evaluación de los puentes de la Red Vial Nacional Pavimentada responderá a una programación anual desarrollada por el LanammeUCR, de acuerdo con su capacidad instalada y tomando en consideración la lista de priorización que se generará en forma conjunta entre el LanammeUCR, CONAVI y MOPT a través de las Direcciones de Planificación Sectorial y de Puentes. La priorización se llevará a cabo con base en criterios técnicos sobre el tipo de estructura e importancia de las rutas, entre otros.”*

En el caso de puentes que exhiben daños significativos y que ameriten una intervención inmediata, la Unidad de Puentes realiza una *inspección especial* con el fin informar sobre los



daños observados que pongan en peligro la seguridad de los usuarios y la continuidad del servicio público.

La *inspección especial* se realizó con base en la norma técnica “Manual de Puentes de Costa Rica 2020 Tomo I (MP-2020)” que la Unidad utiliza con el fin de cumplir con las responsabilidades legales que le han sido encomendadas.

En dicho Manual, en el punto “vi” de la sección 3.2, se define la *Inspección Especial* de la siguiente forma:

*“Es una inspección no programada que se realiza a discreción de la Organización, para monitorear deficiencias conocidas, confirmar sospechas o notificaciones de daños, o para monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente tiene defectos. En algunas ocasiones se realiza porque personas ajenas a la Organización, notifican sobre alguna irregularidad observada en la estructura de puente. La Inspección especial es realizada por un(a) Inspector(a) Nivel III junto con otro(a) ya sea Inspector(a) Nivel I, Inspector(a) Nivel II o Inspector(a) Nivel III, o un(a) experto(a) en el uso de algún equipo o método en particular.”*

La *inspección especial* del puente se llevó a cabo el día 17 de mayo del 2023, con el fin de brindar seguimiento al oficio EIC-Lanamme-75-2023, donde se obtuvo una condición de falla inminente para el puente sobre el río Barquero, debido a la socavación severa que ha provocado desprendimientos de bloques de la mampostería en el bastión N.º 1 en la estructura paralela 1/4, de acuerdo con la información de inspección que se encuentra registrada en la herramienta informática del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).

Adicionalmente, la inspección se realiza debido a que el puente no ha sido intervenido, de acuerdo con la información brindada por la Dirección de Puentes del MOPT en el oficio DVOP-DP-2023-061 del 31 de marzo de 2023, donde se indica que el puente requiere atención urgente y el oficio DVP 38-2023-0217 del 5 de mayo de 2023, en el cual la Dirección de Diseño



de Vías y Puentes del CONAVI indica sobre el puente lo siguiente: “Pérdida de protección en fundación. Incluido programa de Riesgo Inminente BCIE.”.

A lo largo del documento, se presentan términos en *itálica* que están definidos en el Glosario incluido en el Anexo 1 de este informe.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general es realizar una *calificación de la condición* de los elementos y componentes del puente considerando las *principales deficiencias* identificadas mediante el uso de los criterios establecidos en el MP-2020, con el fin de que este sea incluido en un programa de intervención.

Los objetivos específicos son:

- a) Describir de manera general el puente con base en la información de inventario disponible.
- b) Identificar, presentar y analizar las *principales deficiencias*, encontradas a partir de la visita al sitio, en distintos elementos del puente según se enlistan en el alcance de este informe.
- c) Comparar la condición actual de las deficiencias en las cimentaciones del puente con respecto a reportes de inspección de 2015 y 2021, registrados en la herramienta informática SAEP del CONAVI.
- d) Describir las prácticas de gestión de puentes de la Administración que evidencia el seguimiento de la condición del puente inspeccionado.
- e) Proporcionar recomendaciones generales en el corto y mediano plazo, para la intervención de los elementos con deficiencias en el puente evaluado, con base en su *calificación de la condición*.



### 3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de *inspección especial* del puente sobre el río Barquero en la Ruta Nacional n.º 10 se realizó a partir una inspección visual en sitio de todos los elementos accesibles del puente y se reportan en el presente informe las principales deficiencias encontradas, las cuales se encuentran en los siguientes elementos:

- Elementos pertenecientes al componente Subestructura:
  - Cuerpo del bastión n.º 1 de la sección paralela 1/4
  - Cimentaciones de los bastiones de la sección paralela 1/4
- Elementos pertenecientes al componente Sistemas de protección:
  - Sistemas de protección hidráulica de la sección paralela 1/4

Adicionalmente, en este informe se realiza una comparación de las deficiencias que fueron identificadas en la presente *inspección especial*, con las que habían sido reportadas en las inspecciones registradas en la herramienta informática SAEP del CONAVI.

Asimismo, este informe contempla observaciones de aspectos relacionadas con la gestión del puente.

Este informe no contempla la revisión de información relevante incluida en los planos de diseño y construcción del puente, ya que dicha documentación no estaba disponible. Sí se dispuso de los formularios de *inspección de inventario* (CONAVI, 2015b) e *inspección rutinaria* (CONAVI, 2015c y CONAVI, 2021) de la herramienta informática SAEP del CONAVI.

La *inspección especial* realizada por la Unidad de Puentes se desarrolló de acuerdo al alcance de acreditación n.º OI-045, alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr).



#### 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE

En esta sección se recopila la siguiente información del puente inspeccionado: características generales del puente y de la ruta en la que se ubica (Ver Tabla 4.1), ubicación geográfica (ver Figura 4.1), vista desde línea centro y vista lateral (ver Figura 4.2 y Figura 4.3 respectivamente) e identificación utilizada para elementos del puente en vista en planta y vista en elevación (ver Figura 4.4).

**Tabla 4.1.** Características generales del puente y de la ruta en la que se ubica  
Adaptado de: CONAVI (2015a).

<b>Ubicación</b>	Provincia, Cantón, Distrito	Cartago, Oreamuno, San Rafael
	Coordenadas (WGS84)	09°50'55,69"N de latitud / 83°53'51,13"O de longitud
	Río que cruza	Río Barquero
<b>Ruta Nacional en la que se ubica el puente</b>	Número de ruta	10
	Kilómetro de ubicación	6,153
	Tipo de ruta	Primaria
	Sección de control	30040



**Figura 4.1.** Ubicación geográfica del puente  
Adaptado de: Open Street Maps, (2023)

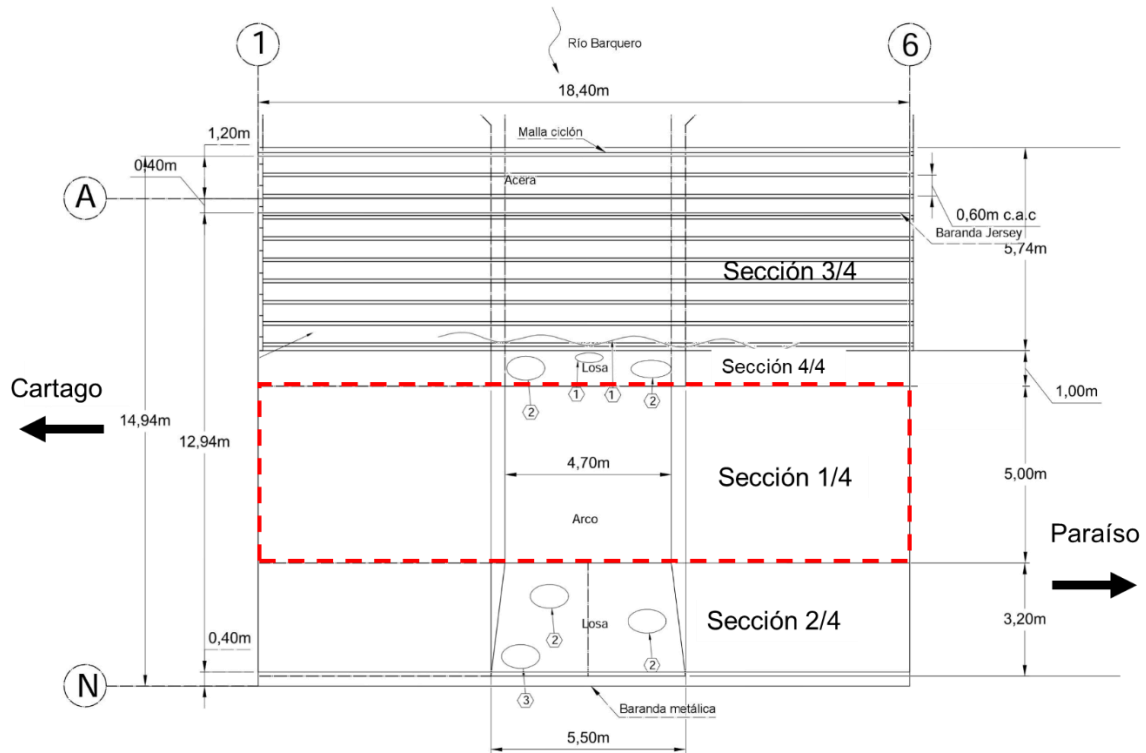




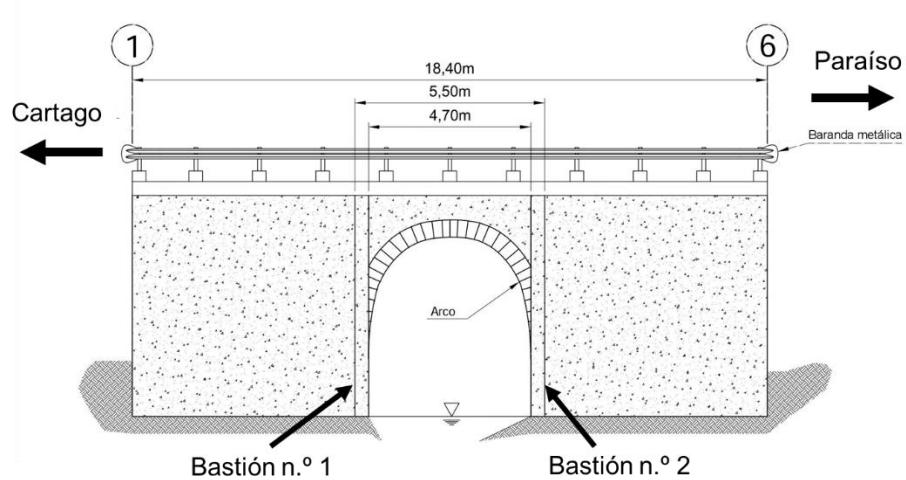
**Figura 4.2.** Vista a lo largo de la línea de centro del puente hacia Paraiso



**Figura 4.3.** Vista lateral del costado aguas abajo del puente



(a) Vista en planta (con proyección de secciones de ampliaciones del puente)



(b) Vista en elevación

**Figura 4.4.** Identificación utilizada para el puente, la cual coincide con lo indicado en la herramienta SAEP. Adaptado de esquemas de inventario preparados por el Instituto Tecnológico de Costa Rica (CONAVI, 2015b)





**Tabla 4.2.** Características generales del puente

Adaptado de: CONAVI (2015a).

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total del arco (m)	4,70
	Longitud total de vigas entre juntas de expansión (m)	18,40
	Ancho total (m) (incluye las 4 secciones de ampliación del puente)	14,94
	Ancho (m) de secciones del arco 1/4 y de las losas 2/4 y 4/4	9,20
	Ancho (m) de sección de vigas	5,74
	Ancho de calzada (m) (Incluye las 4 secciones de ampliación del puente)	12,94
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	3
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	4 (en este informe se considera cada sección paralela del puente como una superestructura aparte)
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura de sección paralela 1/4, tipo arco con elementos principales tipo arco de mampostería Superestructura de sección paralela 2/4, tipo losa con elementos principales tipo losa de concreto reforzado Superestructura de sección paralela 3/4, tipo viga con elementos principales tipo viga simplemente apoyada de concreto preesforzado. Superestructura de sección paralela 4/4, tipo losa con elementos principales tipo losa de concreto reforzado
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de bastiones y pilas	4 bastiones; 0 pilas
<b>Subestructura</b>	Tipo de bastiones	Bastión n.º 1 y n.º 2 de secciones paralelas 1/4, 2/4 y 4/4 tipo gravedad de mampostería Bastión n.º 1 de sección paralela 3/4 tipo voladizo de concreto reforzado Bastión n.º 2 de sección paralela 3/4 tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de apoyo en bastiones	Unión integral en todos los bastiones
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	No se tiene información



**Tabla 4.2.** Características generales del puente (continuación)

Adaptado de: CONAVI (2015a).

<b>Diseño y construcción</b>	Planos disponibles	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> De diseño	<input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos	<input checked="" type="checkbox"/> No
			<input type="checkbox"/> Como quedó construido ("As-Built")	<input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos	
			<input type="checkbox"/> De rehabilitación / reforzamiento / ampliación	<input type="checkbox"/> Completos <input type="checkbox"/> Incompletos	
	Año de diseño	No se tiene información			
	Año de construcción	No se tiene información			
	Especificación de diseño original	No se tiene información			
	Carga viva de diseño original	No se tiene información			
	Año de reforzamiento/rehabilitación	2009 (ampliación 3/4) (Chaverri-Jiménez, Salas-Chaves, Acosta-Hernández, 2009)			
Especificación utilizada para el reforzamiento/rehabilitación	No se tiene información				
Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/rehabilitación	No se tiene información				



## 5. PRINCIPALES OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN ESPECIAL

### 5.1. Deficiencias en los elementos: Cuerpo y cimentación del bastión n.º 1, del componente: subestructura de la sección paralela 1/4

En la Tabla 5.1, se presentan las deficiencias observadas en el elemento cuerpo y cimentación del bastión n.º 1 del componente: Subestructura de la sección paralela 1/4

**Tabla 5.1** Deficiencias identificadas en el elemento: cuerpo y cimentación del bastión n.º 1, del componente: Subestructura de la sección paralela 1/4.

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Cuerpo de bastiones	Desprendimiento de los bloques	<b>Falla inminente (6)</b>
	Pérdida de relleno confinado por la mampostería	
Fundaciones	Desprendimiento de los bloques	<b>Falla inminente (6)</b>
Observaciones		

En el 100 % del cuerpo del bastión n.º 1 de la sección paralela 1/4 del puente se observaron bloques de mampostería que se han desprendido de la estructura y han caído al cauce del río. Los bloques perdidos también formaban parte de la fundación del bastión n.º 1 en la sección paralela 1/4.

La pérdida de los bloques de mampostería en el bastión n.º 1 ha provocado que el relleno confinado se encuentre expuesto, y se han producido pérdidas del relleno.

La situación descrita fue provocada por la socavación en las fundaciones de ambos bastiones, afectando mayormente al bastión n.º 1 y no se observaron medidas de protección contra la socavación durante la inspección. En caso de que la pérdida de relleno confinado por los aletones y de bloques del arco de mampostería siga avanzando por la socavación, se puede generar una falla frágil del arco del puente en cualquier momento y el colapso inminente de la estructura. Lo anterior, representa una condición de peligro para 2 de los 3 carriles de la Ruta Nacional n.º 10 que pasa sobre el puente, ya que el colapso afectaría también las secciones paralelas 2/4 y 4/4.

(Continúa en la siguiente página)



**Tabla 5.1** Deficiencias identificadas en el elemento: cuerpo y cimentación del bastión n.º 1, del componente: Subestructura de la sección paralela 1/4. (Continuación)

**Observaciones (continuación)**

La sección paralela 3/4 aparenta ser independiente de las otras tres secciones, por eso se espera que no sea afectada por un colapso de la sección 1/4. Sin embargo, en caso de existir alguna conexión entre la sección 4/4 (tipo losa) y el tablero de la sección 3/4, la estabilidad de la sección 3/4 puede verse afectada.

**Evidencia fotográfica**





## 5.2. Deficiencias en los elementos: Sistemas de protección hidráulica de la sección paralela 1/4, del componente: Sistemas de protección

En la Tabla 5.2, se presentan las deficiencias observadas en el elemento sistemas de protección hidráulica de la sección paralela 1/4 del componente: Sistemas de protección.

**Tabla 5.2** Deficiencias identificadas en el elemento: cuerpo y cimentación del bastión n.º 1, del componente: Subestructura de la sección paralela 1/4.

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Sistemas de protección hidráulica	Socavación cimentaciones superficiales	<b>Falla inminente (6)</b>
Observaciones		

En el 100 % de las cimentaciones de ambos bastiones y sus aletones de la sección paralela 1/4 del puente se observó socavación con una profundidad de más de 1,50 m de altura, la cual pudo haber sido provocada por la restricción de la sección hidráulica del cauce que representa la sección paralela 1/4 (tipo arco).

En el bastión n.º 1 se observó que la socavación ha producido pérdida de contacto con el terreno bajo el cuerpo principal del bastión y los aletones. Esta situación ha provocado pérdida del 100 % de los bloques de mampostería del cuerpo del bastión n.º 1 (ver Sección 5.1 de este informe) y del 10 % del aletón aguas arriba en el mismo bastión. En el aletón del costado aguas abajo no se han perdido bloques, pero la cimentación ha perdido contacto en aproximadamente un 10 % de la longitud del aletón (medida de forma paralela a la carretera).

En el bastión n.º 2 se observa socavación de la cimentación, pero aún no se ha perdido contacto entre la base de los aletones y el cuerpo del bastión con el terreno, y no se observan pérdidas de bloques. No obstante, la profundidad de socavación permitió observar que el terreno bajo los cimientos puede continuar siendo erosionado por el río y provocar una situación similar a la observada en el bastión n.º 1.

La socavación observada puede generar inestabilidad en los cimientos del puente y eventualmente el colapso del puente.





**Tabla 5.2** Deficiencias identificadas en el elemento: cuerpo y cimentación del bastión n.º 1, del componente: Subestructura de la sección paralela 1/4 (continuación).

**Evidencia fotográfica**



(a) Socavación en bastión n.º 1



(b) Socavación en bastión n.º 2



## 6. COMPARACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PUENTE RESPECTO A LA REPORTADA EN INFORMES DE INSPECCIÓN ANTERIORES

El puente sobre el río Barquero en la Ruta Nacional n.º 10 ha sido evaluado anteriormente por el CONAVI. En la Tabla 6.1 se presenta el listado de las inspecciones anteriores que fueron registradas en la herramienta informática SAEP.

**Tabla 6.1.** Listado de inspecciones utilizadas para la comparación histórica de la condición del puente

Inspección n.º	Fuente de datos de inspección	Fecha de inspección
1	SAEP	3 de julio de 2015
2	SAEP	15 de noviembre de 2021
3	EIC-Lanamme-INF-1080-2023 (este informe)	17 de mayo de 2023

En la Tabla 6.2 se presenta una comparación de una de las deficiencias observadas durante la *inspección especial* relacionada con este informe EIC-Lanamme-INF-1080-2023, con la observada en las inspecciones previas del 2015 y del 2021, registradas en el SAEP. Es importante mencionar que las inspecciones del 2015 y del 2021 se realizaron conforme a la metodología del Manual de Inspección de Puentes del MOPT (MOPT, 2007) evaluando el grado de daño de los elementos en la herramienta informática SAEP. Con base en la información registrada por los inspectores en el SAEP (CONAVI 2015c y 2021), en la Tabla 6.2 se muestra la calificación del puente para las inspecciones del 2015 y del 2021, utilizando la metodología del Apéndice F del MP-2020 que permite convertir la calificación por grado de daño del SAEP con la calificación de la condición.



**Tabla 6.2.** Comparación entre evaluaciones históricas del componente Sistema de Protección

Elemento		Deficiencia a comparar	
Sistema de protección hidráulica		Socavación de cimentaciones superficiales	
<b>CE</b>			
Falla inminente (6)		Falla inminente (6)	
Falla inminente (6)		Falla inminente (6)	
Inspección n.º (ver Tabla 6.1) / Mes y año de evaluación			
1 / 2015		2 / 2021	
		3 / 2023	
Evidencia fotográfica			
			
Observaciones			
<p>La deficiencia de socavación de cimentaciones superficiales había sido detectada en inspecciones anteriores. Se observa un aumento en la severidad de la deficiencia, la cual no ha sido atendida mediante medidas de corrección o las medidas realizadas no fueron completamente efectivas. Debido a lo anterior, a partir de la inspección del 2021 se observan desprendimientos de bloques de mampostería de piedra del cuerpo del bastión n.º 1 y erosión del relleno detrás de este elemento que puede provocar el colapso del puente (ver secciones 5.1 y 5.2 de este informe).</p> <p>En la inspección que corresponde a este informe (2023) no se observaron medidas de atención ejecutadas para evitar el colapso del puente debido a la deficiencia por socavación y se evidencia un aumento en la profundidad de socavación del cauce respecto al 2021.</p>			





## 7. OBSERVACIONES RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL PUENTE

En la Tabla 7.1 se menciona otro aspecto, distinto a las deficiencias identificadas a través de la *inspección especial* realizada, relacionado con la gestión del puente.

**Tabla 7.1** Aspectos identificados relacionados con la gestión del puente.

Aspecto identificado de gestión
Ausencia de seguimiento y acciones ante hallazgos críticos en un puente de la Red Vial Nacional primaria
Observaciones
<p>A la fecha de la inspección realizada para este informe, no se tiene evidencia de acciones tomadas para garantizar la seguridad de los usuarios que transitan por el puente. Mediante el oficio DVP 38-2023-0217 del 5 de mayo de 2023, la Administración comunica al LanammeUCR sobre la inclusión del puente en la resolución de Riesgo Inminente emitida por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) para su pronta intervención. Las medidas que se puedan tomar con esta resolución de Riesgo Inminente, se consideran de mediano plazo, ya que dependen de la aprobación de un crédito internacional para su implementación. Sin embargo, debido a la situación que presenta el puente se recomienda actuar de forma inmediata para garantizar la seguridad de los usuarios (ver sección 9 de este informe).</p> <p>Como lección aprendida, se puede observar que la condición del puente en el 2015 pudo haber sido atendida de forma paliativa y temporal mediante restitución del contacto suelo-cimentación y protección del cauce, que son actividades que la Administración puede incluir en los contratos de conservación vial, los cuales estaban vigentes a la fecha de la primera inspección. Estas medidas de atención, se han observado en otros puentes de la Red Vial Nacional. Sin embargo, con fundamento en la condición de falla inminente, que se observa desde el 2015 en las inspecciones registrada en la herramienta SAEP del CONAVI, se desconoce si se realizó alguna medida para la atención de la estructura de manera paliativa, ante tal situación a la fecha de puede constatar que la condición del puente ha empeorado significativamente (ver sección 6 de este informe).</p>



## 8. CONCLUSIONES

En la Tabla 8.1 se enlistan las *principales deficiencias* por elemento que fueron identificadas a través de la *inspección especial* del puente sobre el río Barquero en la Ruta Nacional n.º 10. Asimismo, se presenta la condición resultante del elemento (CE) debido a esas deficiencias.

**Tabla 8.1.** Elementos con deficiencias y condición resultante del elemento

Elemento	Deficiencia/s observadas	Calificación de la condición del elemento (CE)
Cuerpo de bastiones	Bloques de mampostería de piedra desprendidos y perdidos del bastión n.º 1.	Falla inminente (6)
Fundaciones	Bloques de mampostería que se han desprendido de la cimentación del bastión n.º 1, esencialmente dejando al puente sin cimentación en un extremo.	Falla inminente (6)
Sistemas de protección hidráulica	Socavación con una profundidad mayor que 1,50 m de altura, la cual pudo haber sido provocada por la restricción de la sección hidráulica del cauce que representa la sección paralela 1/4 (tipo arco)	Falla inminente (6)

Adicionalmente a lo indicado en la tabla 8.1, no se observaron medidas de atención ejecutadas para mitigar la socavación y se evidencia un aumento en la profundidad de socavación a lo largo de las inspecciones realizadas en el 2015, el 2021 y el 2023.



Las deficiencias que se describen, relacionadas con el avance de la socavación en los cimientos de ambos bastiones y la falla del bastión n.º 1 del puente sobre el río Barquero, ubicado en la Red Vial Nacional primaria, ponen en riesgo la seguridad de los usuarios del puente.



## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los responsables de la atención del puente por parte del MOPT y CONAVI, realizar las acciones mencionadas posteriormente para evitar el avance de las *principales deficiencias* observadas. Las recomendaciones se dividen en acciones por realizar de forma inmediata, en el corto y el mediano plazo, por cada elemento evaluado, o se coloca “general” para recomendaciones que no están asociadas a un elemento del puente.

### 9.1. Recomendaciones inmediatas:

Las recomendaciones por realizar de forma inmediata se incluyen en la Tabla 9.1. El periodo inmediato se recomienda que sea aproximadamente dentro de los primeros 3 meses después de recibido este informe.

**Tabla 9.1.** Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente de forma inmediata

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
	<b>Gestión del puente:</b>	
General	Cerrar los dos carriles que pasan sobre las secciones paralelas 1/4 (tipo arco de mampostería), 2/4 y 4/4 (tipo losa, apoyadas sobre los aletones del arco) ya que la estructura presenta un riesgo muy alto de colapso.	The Manual for Bridge Evaluation, 3rd Ed. (AASHTO, 2018). Artículo 4.3.5.4. sobre acciones ante hallazgos críticos.
	Verificar que el tablero de la sección paralela 3/4 (tipo vigas de concreto presforzado) no se encuentre vinculado a las otras secciones, lo cual, evitaría daños en el tablero de esta sección ante un eventual colapso de las otras secciones del puente.	Hydraulic Engineering Circular No. 23 (HEC-23) Volumen 1, apartado 2.1.5 sobre instrucciones y planes de acción ante el cierre de un puente.
	Se recomienda implementar rutas alternas para los usuarios de esta ruta primaria y de alto volumen de tránsito. Valorar el uso de la ruta cantonal indicada como ruta alterna en el SAEP (CONAVI, 2015a).	



## 9.2. En el corto plazo:

Las recomendaciones por realizar en el corto plazo se incluyen en la Tabla 9.2. El periodo de corto plazo se recomienda que sea aproximadamente entre 3 meses y 12 meses después de recibido este informe. Estas recomendaciones se realizan con el fin de colaborar con la Administración en la definición de actividades temporales, necesarias para restituir el paso de forma segura sobre los carriles que se considera que deben ser cerrados.

**Tabla 9.2.** Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el corto plazo

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
Cuerpo de bastión	<b>Programa de <i>rehabilitación</i>:</b> Diseñar y construir una estructura temporal que permita restituir el segmento perdido del bastión n.º 1 y evite que continúe la socavación del relleno expuesto. Con esto se busca restituir el contacto entre la sección inferior del arco y el suelo con el fin de restablecer el paso por los carriles cerrados mientras se realizan las gestiones para la sustitución del puente.	Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes - MCV-2015 – Apartados relacionados con construcción de muros de contención de la sección 106: Estabilización de taludes. Además, las secciones 616: Restitución del contacto suelo-cimentación en puentes y 617: Protección de riberas
Fundaciones		Hydraulic Engineering Circular No. 23 (HEC-23) (FHWA, 2009) Volumen 1, apartado 2.4.2 sobre medidas estructurales para evitar el colapso por socavación.
Sistema de protección hidráulica	<b>Programa de <i>mantenimiento basado en la condición</i>:</b> Construir una protección hidráulica del cauce para reducir la velocidad de avance de la socavación y proteger la estructura existente de manera temporal.	Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes - MCV-2015 – Apartados relacionados con protección de riberas (sección 617) Hydraulic Engineering Circular No. 23 (HEC-23) (FHWA, 2009) Volumen 1, apartado 2.4.1 sobre medidas hidráulicas para modificar el flujo o resistir fuerzas erosivas debido al flujo.



### 9.3. En el mediano plazo:

Las recomendaciones por realizar en el mediano plazo se incluyen en la Tabla 9.3. El periodo de mediano plazo se recomienda que sea aproximadamente entre 12 meses y 24 meses después de recibido este informe

**Tabla 9.3.** Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el mediano plazo

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
General	<b>Programa de <i>sustitución</i>:</b> Sustituir el puente, diseñando y construyendo una estructura nueva.	ASHTO LRFD Bridge Design Specifications 9th Edition (AASHTO, 2020)
	Evaluar por medio de un análisis estructural, si en el diseño del nuevo puente se puede aprovechar la sección paralela 3/4. Esta sección fue construida entre el 2008 y el 2009, cuando se amplió la Ruta Nacional n.º 10 (Chaverri-Jiménez, Salas-Chaves y Acosta-Hernández, 2009).	Bridge Preservation Guide (FHWA, 2018) Para la evaluación de la sección hidráulica se recomienda consultar:
	En caso de que se determine que es conveniente mantener la sección paralela 3/4, se recomienda realizar el mantenimiento respectivo en conjunto con el nuevo proyecto.	Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica (SIECA, 2021) HEC-18, 5ta edición: <i>Evaluating Scour at Bridges</i> (FHWA, 2012)
	Realizar una evaluación hidráulica del cauce del río Barquero de manera que permita determinar si es necesario aumentar la sección hidráulica del puente.	

Estas recomendaciones deben ser evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y *rehabilitación* de la estructura. En caso de ser requerido se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionaron en los puntos anteriores.



## 10. REFERENCIAS

1. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation. 3th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. AASHTO (2020). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (9° ed.)*. Washington, D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials.
3. Chaverri-Jiménez, J., Salas-Chaves, M., Acosta-Hernández, E (2009). LM-AT-063-09 Informe de Auditoría Técnica Externa Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 10, Sección Cartago-Paraíso Licitación Pública 2006LN-45DI. Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1166>
4. CONAVI (2015a). *Actualización del Inventario técnico de los puentes de la Red Vial Nacional por medio del Sistema de Administración de Estructuras de Puente (SAEP)*. Consejo Nacional de Vialidad, San José, Costa Rica.
5. CONAVI (2015b). Reportes de inspección de inventario puente río Barquero 1/4, 2/4, 3/4 y 4/4. Sistema de Administración de estructuras de puentes (SAEP), Consejo Nacional de Vialidad. Disponible con usuario y contraseña provista por CONAVI en [https://saep.conavi.go.cr/SAEP\\_CONAVI\\_Web/](https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/)
6. CONAVI (2015c). Reportes de inspección de rutinaria puente río Barquero 1/4, 2/4, 3/4 y 4/4. Sistema de Administración de estructuras de puentes (SAEP), Consejo Nacional de Vialidad. Disponible con usuario y contraseña provista por CONAVI en [https://saep.conavi.go.cr/SAEP\\_CONAVI\\_Web/](https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/)
7. CONAVI (2021). Reportes de inspección de rutinaria puente río Barquero 1/4, 2/4, 3/4 y 4/4. Sistema de Administración de estructuras de puentes (SAEP), Consejo Nacional de Vialidad. Disponible con usuario y contraseña provista por CONAVI en [https://saep.conavi.go.cr/SAEP\\_CONAVI\\_Web/](https://saep.conavi.go.cr/SAEP_CONAVI_Web/)
8. FHWA (2009). Hydraulic Engineering Circular No. 23 Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures: Experience, Selection, and Design Guidance-Third Edition. Publication



- No. FHWA-NHI-09-112. Federal Highway Administration. USA. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/scourtech/counter.cfm>
9. FHWA (2012). *Hydraulic Engineering Circular No. 18 Evaluating Scour at Bridges Fifth Edition*. Publication No. FHWA-HIF-12-003. Federal Highway Administration. USA. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/hif12003.pdf>
10. FHWA (2018). *Bridge Preservation Guide: Maintaining a Resilient Infrastructure to Preserve Mobility*. Publication No. FHWA-HIF-18-022. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/preservation/guide/guide.pdf>
11. Monge-Chaves, A., Batalla-Otárola, M. (5 de mayo de 2023) [Oficio n.º DVP 38-2023-0217] Copia en posesión de la Unidad de Puentes del LanammeUCR.
12. MOPT. (2007). *Manual de Inspección de puentes*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
13. MOPT. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes\_MCV-2015*. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/847>
14. MOPT. (2020). *Manual de Puentes de Costa Rica – 2020 MP-2020*. Documento no publicado. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
15. SIECA. (2021) *Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica*. El Salvador: Secretaría de Integración Económica de Centroamérica. Disponible en: <https://web-sieca.s3.ca-central-1.amazonaws.com/comitran/archivos%20num%203/Manual%20Consideraciones%20T%C3%A9cnicas%20H%26H.pdf>





# ANEXO 1

## Glosario



- **Calificación de la condición:** Es un indicador de desempeño que se utiliza como una herramienta para comunicar a los responsables de la Administración, las partes interesadas y los demás tomadores de decisiones sobre el estado de los elementos y componentes de los puentes y de los puentes de forma global y sobre aquellas estructuras que representan un peligro a la seguridad de los usuarios o a la continuidad del servicio brindado. Está directamente relacionada con los programas de intervención que pueden ser necesarios en los elementos y componentes de los puentes y en los puentes de forma global.
- **Conservación de puentes:** Son las acciones o estrategias que previenen, retrasan o reducen el deterioro de los puentes o de los componentes de puentes, restablecen la función de puentes existentes, mantienen a los puentes en buena condición y extienden su vida útil. Acciones de *conservación* efectivas de puentes son necesarias para retrasar la necesidad de costosas *rehabilitaciones* o acciones de *sustitución*, por medio de la aplicación de estrategias de *conservación* en los puentes mientras estos están en una condición satisfactoria, regular o deficiente (ver tabla B-1) y antes del comienzo de deterioro serio. *Conservación* de puentes incluye actividades de *mantenimiento preventivo* tanto *cíclico* como *basado en la condición* (FHWA, 2018).
- **Evaluación:** Es la determinación de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la *inspección rutinaria* con el fin de brindar una calificación.
- **Inspección de inventario:** Tiene como propósito obtener un registro de las características de gestión básicas del puente, tales como las dimensiones y características de los elementos de la superestructura, subestructura, los accesos y accesorios, las características funcionales, el registro fotográfico, los planos y otros aspectos relacionados con la ubicación y la documentación relacionada con el puente. Se realiza una vez y se repite únicamente si el puente es rehabilitado o sustituido (MP-2020 Tomo I).
- **Inspección rutinaria:** Consiste en realizar observaciones y mediciones en elementos estructurales y no estructurales, accesorios, aspectos hidrológicos-hidráulicos, aspectos



de seguridad vial, aspectos geotécnicos, aspectos sísmicos, accesos, entre otros. Se realiza para determinar la condición estructural y funcional del puente, para identificar cualquier cambio con respecto a la condición inicial del puente, inmediatamente después de construido o con respecto a la condición registrada en inspecciones anteriores, para determinar si la estructura satisface los requisitos vigentes de servicio y para determinar las necesidades de *conservación* y *mejoramiento* para los distintos elementos y componentes del puente y para el puente de forma global. Se realiza regularmente cada 2 años, a menos que la Administración justifique otro intervalo de inspección (MP-2020 Tomo I).

- **Inspección detallada:** Es una inspección que se realiza a profundidad (“*close-up*” como se conoce en inglés) y al alcance de la mano de un inspector (“*hands on*” como se conoce en inglés), de alguno o de la totalidad de los elementos del puente, que tiene como objetivo identificar cualquier deficiencia no detectable a través de los procedimientos de *Inspección rutinaria* o donde se necesite ahondar más en detalle en lo observado. Se requiere de técnicas, equipo, métodos de acceso y análisis especializados para asegurar o profundizar en la existencia, el tipo, la extensión, la severidad o la causa de las deficiencias (MP-2020 Tomo I).
- **Inspección de urgencia:** Inspección que se efectúa tras el acontecimiento de un desastre natural, accidente, evento extraordinario o colapso. Por la naturaleza urgente de este tipo de inspecciones, se realiza una inspección general de la estructura, con el fin de detectar algún problema estructural que pueda poner en peligro el puente o el paso por el mismo y que permita emitir un criterio sobre la condición del puente (CONAVI, 2015a).
- **Inspección especial:** Inspección no programada usada para monitorear una deficiencia en particular ya conocida o de la cual se sospecha. Esta también puede ser usada para monitorear detalles especiales o características inusuales de un puente que no necesariamente tenga defectos (AASHTO, 2018).
- **Mantenimiento preventivo:** Es la estrategia planificada de tratamientos costo-efectivos a los elementos de un puente existente para extender su vida útil de servicio. Estas



actividades retardan futuros deterioros y evitan grandes gastos en *rehabilitación* o *sustitución* de puentes. *Mantenimiento preventivo* incluye actividades *cíclicas* o *programadas* y *actividades basadas en la condición* (FHWA, 2018).

- **Mantenimiento cíclico:** Actividades realizadas en un intervalo preestablecido y que buscan preservar las condiciones existentes de los componentes de un puente. La condición de los componentes no siempre es directamente mejorada como resultado de estas actividades, pero se espera que el deterioro sea retrasado (FHWA, 2018).
- **Mantenimiento basado en la condición:** Actividades realizadas en los componentes de un puente según sea necesario e identificado por medio del proceso de inspección de puentes. Este tipo de acciones mejora la condición de esa porción específica de los elementos, pero podría o no resultar en un incremento en su estado de condición (FHWA, 2018).
- **Mejoramiento de puentes:** Acción de intervención como parte de la gestión de puentes correspondiente a las actividades de *rehabilitación* o *sustitución* de puentes (MP-2020 Tomo I).
- **Principales deficiencias:** Aquellas deficiencias que se considera que representan un riesgo para los usuarios del puente.
- **Rehabilitación:** Involucra trabajos mayores requeridos para restablecer la integridad estructural de un puente, así como los trabajos necesarios para corregir la mayoría de defectos de seguridad. La *rehabilitación* no es considerada una tarea de *conservación de puentes*, pero se pueden combinar actividades de *conservación* en varios elementos mientras se lleva a cabo una *rehabilitación*. Estos proyectos requieren recursos significativos de ingeniería para el diseño, un extenso cronograma de ejecución, y un costo considerable (FHWA, 2018).
- **Sustitución:** Es el reemplazo total de un puente estructural o funcionalmente obsoleto, por medio de una estructura construida en el mismo corredor vial. La estructura de reemplazo deberá cumplir los estándares más actuales de geometría, estructurales y



constructivos, requeridos para los tipos y volumen proyectado de tránsito en el puente para su vida de diseño. Al igual que la *rehabilitación*, la *sustitución* no es considerada una actividad de *conservación de puentes*, y requiere recursos de ingeniería para el diseño, un sustancial y complejo cronograma de ejecución, y considerables costos. Costos de ciclo de vida y otros factores económicos deberán usualmente ser considerados cuando se sopesen ambas alternativas de *rehabilitación* y *sustitución* (FHWA, 2018).



## ANEXO 2

# Criterios para calificar la condición de los elementos evaluados en el puente



La *calificación de la condición* de los elementos de puente se realiza a partir de la severidad y extensión de las deficiencias observadas, de acuerdo con la metodología definida en el capítulo 8 y el Apéndice F del Manual de Puentes de Costa Rica 2020, Tomo I (conocido como MP-2020 Tomo I), el cual, está en proceso de aprobación y oficialización por parte del MOPT. El proceso de *evaluación* se realiza para los elementos del puente que fueron objeto de *evaluación* en la *inspección especial* con el siguiente procedimiento, el cual, no se encuentra dentro del alcance acreditado para la *inspección especial*:

1. Recopilación de información de deficiencias: Se recopila información de las deficiencias en los elementos del puente que fueron objeto de *evaluación* en la *inspección especial*, registrando el tipo, la severidad y la extensión de cada deficiencia observada.
2. Clasificación de los elementos de acuerdo con su función: Los elementos que fueron evaluados se clasifican en una de cuatro categorías, de acuerdo con la función que tengan en el sistema del puente y las posibles consecuencias de una deficiencia severa en el elemento. Esta clasificación define la calificación de condición máxima a la que puede llegar el elemento. Las categorías en las que se clasifican los elementos son las siguientes:

Categoría del elemento	Importancia relativa	Calificación de condición máxima
1- Elemento funcional secundario	1 (menor)	4 – Deficiente.
2- Elemento funcional primario	2	5 – Alarmante.
3- Elemento estructural secundario	3	5 – Alarmante.
4- Elemento estructural primario	4 (mayor)	6 – Falla inminente.

3. Clasificación de las deficiencias de acuerdo con el nivel de afectación a los elementos del puente: Las deficiencias que se observan en cada elemento se clasifican de acuerdo con el efecto que producen en el elemento donde se encuentren. Esta clasificación también determina la calificación de condición máxima que puede llegar a tener un elemento. Las categorías en las que se clasifican las deficiencias son las siguientes:



Categoría de la deficiencia	Importancia relativa	Calificación de condición máxima
1- Deficiencias que afectan la durabilidad del elemento	1 (menor)	4 – Deficiente
2- Deficiencias que pueden afectar la capacidad estructural u operativa del elemento	2 (mayor)	6 – Falla inminente

4. Calificación de la condición de cada deficiencia (Cd): Se asigna una calificación de condición a cada conjunto compuesto por severidad y extensión, teniendo en cuenta las dos clasificaciones que se definieron en los puntos 2 y 3 (función del elemento y efecto de la deficiencia) y la acción de intervención más recomendable para cada grado de daño de la deficiencia que se observó en un elemento particular. La extensión se puede categorizar en rangos, para determinar la *calificación de la condición*. En la Tabla B-1 se describe cada *calificación de la condición* y la acción de intervención recomendada a la que está relacionada.
5. Calificación de la condición de los elementos (CE): Para obtener la *calificación de la condición* de un elemento en particular, se comparan las calificaciones de condición obtenidas para todas las deficiencias que afectan a ese elemento, y se selecciona la calificación mayor. Esto se realiza para cada uno de los elementos del puente que fueron evaluados en la *inspección especial*.

En el informe de *inspección especial* no se busca obtener la *calificación de la condición* global del puente, sino, solamente de los elementos evaluados. Lo anterior, debido a que no se evalúan todos los elementos que componen el puente.





**Tabla A2.1.** Descripción de los niveles de *calificación de la condición* para elementos y programa de trabajo recomendado para su intervención

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	PROGRAMA DE TRABAJO RECOMENDADO PARA LA INTERVENCIÓN
1 SATISFACTORIA	Elementos sin deficiencias o con deficiencias leves que afectan únicamente la durabilidad del elemento. La estabilidad estructural y la seguridad vial están aseguradas.	- <i>Mantenimiento cíclico</i> de aspectos preestablecidos para el puente.
2 ACEPTABLE	Elementos con deterioros ligeros. Se observan deficiencias leves en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias moderadas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	- <i>Mantenimiento cíclico</i> de aspectos preestablecidos para el puente. - <i>Mantenimiento basado en la condición</i> de elementos aplica si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican como aceptables.
3 REGULAR	Deficiencias importantes, pero los componentes del puente aún funcionan de forma adecuada. Se observan deficiencias moderadas en elementos funcionales o estructurales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa, o deficiencias significativas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	- <i>Mantenimiento basado en la condición</i> de elementos.
4 DEFICIENTE	Deficiencias serias, pero, que no llegan a comprometer la estabilidad del puente. Se observan deficiencias moderadas en elementos estructurales primarios o deficiencias significativas en elementos estructurales secundarios o elementos funcionales que pueden afectar su capacidad estructural u operativa. O bien, se observan deficiencias severas que afectan únicamente la durabilidad del elemento.	- <i>Mantenimiento basado en la condición</i> de elementos. - <i>Rehabilitación</i> de elementos aplica si se considera que las acciones de mantenimiento no son efectivas para mejorar la condición del elemento, si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican como deficientes.
5 ALARMANTE	La estabilidad del puente podría estar comprometida en el corto plazo debido a deficiencias significativas en uno o varios elementos estructurales primarios del puente, o a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales secundarios o elementos funcionales.	- <i>Rehabilitación</i> de elementos. - <i>Sustitución</i> de elementos aplica si se considera que las acciones de <i>rehabilitación</i> no son efectivas para mejorar la condición de los elementos.
6 FALLA INMINENTE	Inestabilidad estructural del puente o de sus componentes. Riesgo alto de colapso de la estructura debido a deficiencias severas extendidas en uno o varios elementos estructurales primarios del puente. Daño irreversible que posiblemente requiera la <i>sustitución</i> del puente o al menos la <i>sustitución</i> de los elementos dañados.	- <i>Sustitución</i> de elementos. - <i>Sustitución</i> del puente aplica solo si hay deficiencias en 2 o más elementos estructurales primarios o si más del 25 % de elementos del puente califican con falla inminente.