



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

**Informe: EIC-Lanamme-1637-2022**

**Tipo de Informe: Asesoría**

## **INFORME SOBRE INSPECCIÓN DE PUENTES AFECTADOS POR TORMENTAS NATE Y ETA EN EL CANTÓN DE PURISCAL**

Preparado por:

**Unidad de Gestión Municipal**

**PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)**



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica

Junio 2022



**Información técnica del documento**

<b>1. Informe: EIC-Lanamme-1637-2022</b>		<b>2. Copia No. 1</b>
<b>3. Título y subtítulo:</b> Informe sobre inspección de puentes afectados por tormentas Nate y Eta en el cantón de Puriscal		<b>4. Fecha del Informe:</b> Junio 2022
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b>		
<b>7. Resumen</b> Este informe presenta los resultados de las inspecciones visuales ejecutadas entre los días 30 y 31 de mayo de 2022 a los puentes: San Vicente, Salvador Araya y Rio Rey; pertenecientes a la Red Vial Cantonal de Puriscal. Esto a partir de la solicitud planteada por parte de la Municipalidad de Puriscal a través del oficio MP-AM-UT-315-2022 de fecha 19 de mayo de 2022.		
<b>8. Palabras clave</b> Inspección de puentes, Puriscal	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Número de páginas: 18</b>
<b>11. Preparado por:</b> Ing. Josue Quesada Campos. M.Eng. Unidad de Gestión Municipal  _____ Fecha / /		
<b>12. Revisado por:</b> Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal  _____ Fecha / /	<b>13. Revisado por:</b> Lic. Nidia María Segura Jiménez Asesor legal LanammeUCR  _____ Fecha / /	<b>14. Aprobado por:</b> Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora PITRA  _____ Fecha / /





## Índice de Contenidos

<b>1. Introducción</b> .....	4
<b>2. Objetivos</b> .....	4
<b>3. Alcance del informe</b> .....	4
<b>4. Limitaciones</b> .....	5
<b>5. Diagnóstico de los puentes</b> .....	5
<b>5.1 Puente San Vicente</b> .....	5
<b>5.2 Puente Salvador Araya (Gamalotillo)</b> .....	10
<b>5.3 Puente Rio Rey</b> .....	13
<b>6. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	17
<b>7. Referencias</b> .....	19



## 1. Introducción

En el presente documento se presenta la respuesta al oficio MP-AM-UT-315-2022 de fecha 19 de mayo de 2022 en el cual se plantea una solicitud para *“realizar inspección detallada en los siguientes puentes que se ubican dentro del cantón de Puriscal y que han sido afectados en los últimos años por las tormentas Nate y Eta...”*. Por parte del Lanamme se plantea la posibilidad de aportar insumos importantes para este proceso apegándose al ámbito de acción delimitado por la Ley 8114 y sus reformas; específicamente se señala la imposibilidad de generar diseños para estos puentes en virtud de las funciones de fiscalización del Lanamme. Dentro de los insumos que se pueden aportar y que son parte de este informe se indican:

- Realizar un diagnóstico detallado de ambos puentes.
- Sugerir alternativas de intervención puntuales (a nivel de mantenimiento inmediato y mejoramiento/rehabilitación a mediano plazo).

Las recomendaciones planteadas en este informe son producto del proceso de inspección detallada de cada puente en sitio realizadas los días 30 y 31 de mayo de 2022, las mismas han sido realizadas por personal de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, como parte de la asesoría técnica solicitada por la Municipalidad de Puriscal y en apego a las funciones asignadas por la Ley 8114 y sus reformas a este laboratorio en materia de evaluación de obra vial.

## 2. Objetivos

- Presentar los principales deterioros de los puentes San Vicente, Salvador Araya y Río Rey con base en la visita de inspección realizada los días 30 y 31 de mayo de 2022.
- Proponer actividades de atención inmediata, mantenimiento y rehabilitación para los puentes San Vicente, Salvador Araya y Río Rey con base en el diagnóstico de deterioros generado.

## 3. Alcance del informe

En el presente informe se plantean actividades de intervención a nivel de mantenimiento y rehabilitación para cada una de las estructuras basándose en los deterioros que fueron documentados en la inspección visual y considerando los levantamientos de inventario realizados en el año 2018, según los lineamientos seguidos durante todo el proceso corresponden con los indicados en el Manual de Inspección de Puentes (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2007), del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

No se plantean diseños estructurales ni procedimientos constructivos específicos para cada caso, sino que se brinda una guía sobre el tipo de actividades que deberían considerarse para el mejoramiento de la condición de estos puentes, así como su orden de intervención considerando aspectos de seguridad estructural y funcional en conjunto con aspectos básicos de seguridad vial.

Debe entenderse que las recomendaciones brindadas en este documento requieren de procesos de diseño y análisis específicos en cada caso (especialmente las obras de rehabilitación) que deben ser llevadas a cabo por ingenieros civiles con experiencia en la intervención en puentes.

#### 4. Limitaciones

Los puentes objeto de este informe son estructuras que llevan muchos años en funcionamiento y de las cuales no existe documentación (planos constructivos) ni registros de intervenciones recientes. De ahí que los criterios que se plantean en cada caso corresponden a lo observable en cada caso (tipos de deterioro y extensión de los mismos).

Las recomendaciones brindadas corresponden a actividades usuales de mantenimiento y reparación de puentes a nivel cantonal y con base en la experiencia del personal de la Unidad de Gestión Municipal. Sin embargo, no se deben descartar otras alternativas que podrían ser planteadas a la Municipalidad por otros profesionales especialistas en la materia. No se han realizado ensayos a los materiales componentes de estos puentes, por lo que su respuesta a nivel de capacidad de soporte o similares es desconocida.

Para el caso de estructuras que se ubican en una clasificación de falla inminente o riesgo inaceptable es responsabilidad de la Municipalidad de Puriscal gestionar las acciones de limitación de carga o cierre según considere conveniente.

#### 5. Diagnóstico de los puentes

##### 5.1 Puente San Vicente

Este puente se ubica en las coordenadas (9.67473, -84.39735) sobre el Río San Vicente en la ruta cantonal 1-04-120 (ver figura 1) en el acceso a la localidad de San Vicente de Chires. El mismo tiene una longitud de 16 m y consiste en un puente de un único carril, con dos superestructuras de tipo viga simple (chasis de camión y vigas tipo I) con un espesor de losa de 0,14 m, apoyadas sobre bastiones tipo muro fabricados con concreto ciclópeo y una pila intermedia de columna sencilla de 3,3 m de altura en concreto.


El puente no posee barandas en los costados, ni iluminación, no hay señalización vial, ni elementos de contención en los accesos, ni tampoco aceras peatonales. En este camino presenta poco tránsito, pero representa el principal acceso a la localidad y sobre el mismo se da el paso de camiones hacia el centro poblacional por lo que el puente representa un activo muy importante.



**Figura 1:** Ubicación del puente San Vicente y vista general.  
Fuente: Google Earth y LanammeUCR

Producto de la inspección en campo se identificaron deterioros y deficiencias que se considera deben ser atendidos por la Municipalidad de Puriscal, en la siguiente tabla se resumen los mismos:

**Tabla 1:** Deterioros y deficiencias identificadas en Puente San Vicente

Deterioro o deficiencia identificada	Comentario
 <p data-bbox="440 1745 708 1770">Socavación de bastiones</p>	<p data-bbox="935 1010 1386 1234">Se identifica socavación por debajo de la fundación en ambos bastiones del puente. En el caso del bastión de margen izquierda el proceso es mayor al ubicarse en una zona de mayor velocidad de flujo por la contracción que se genera en río producto de la presencia de la pila.</p> <p data-bbox="935 1268 1386 1394">Se recomienda ejecutar labores de reposición del material socavado de fundación y construcción de obras de protección.</p> <p data-bbox="935 1428 1386 1652">Debe tomarse en cuenta que al tratarse de bastiones construidos con concreto ciclópeo es posible que se den desprendimientos parciales de rocas y aparición de agrietamientos en el cuerpo del bastión si no se soluciona la condición de socavación actual.</p>



Socavación de pila central

Se identifica un proceso de socavación en la pila central del puente que se extiende a ambos costados de la pila.

La acumulación de desechos en la entrada de la pila genera turbulencias que aceleran el proceso de remoción de material (principalmente arenoso).

Se considera necesario ejecutar labores de limpieza y remoción de desechos de forma periódica y construir obras de protección para la fundación de esta pila.

Se recomienda consultar el boletín “Alternativas de mitigación y prevención de la socavación en puentes cantonales” (LanammeUCR, 2022) para implementar las medidas de reforzamiento de cimentaciones que pueden aplicarse tanto en la pila como en los bastiones.



Separación entre aletón y cuerpo de bastión margen izquierda

Existe una grieta de separación entre el cuerpo principal del bastión y el aletón de margen izquierda (sector aguas arriba).

Este agrietamiento puede generar un desprendimiento del aletón con la consiguiente pérdida del relleno de aproximación.

Al tratarse de un concreto ciclópeo es posible que se requiera colocar un refuerzo externo (encamisado) para evitar una mayor afectación.



Deterioro de losa

La losa del puente presenta desprendimiento de agregados, agrietamientos y zonas con reparaciones puntuales por huecos que se han formado.

La condición en general de la superestructura justifica su sustitución, sin embargo, se recomienda ejecutar labores de reparación cuando se presenten agujeros en la losa.



Corrosión en superestructura

En el caso de este puente se tienen dos superestructuras, una de las cuales está compuesta por un chasis de camión que presenta oxidación y corrosión en la totalidad del área (se desconoce la capacidad real de soporte de un elemento de este tipo).

En el caso de la segunda superestructura se tienen vigas tipo I de acero que presentan oxidación en la totalidad del área y zonas con corrosión que han generado agujeros en la sección de las vigas.

El nivel de deterioro de estos elementos metálicos justifica su sustitución, pues los daños presentes no pueden ser solucionados mediante técnicas de mantenimiento.



Reducción de sección en apoyo de vigas principales

En una de las vigas principales del puente se tiene una condición riesgosa de reducción de sección en la zona de apoyo.

Esta reducción genera una importante concentración de esfuerzos que pueden generar fisuras y agrietamientos en la unión soldada.

Se considera necesario realizar una sustitución de este elemento.





Acumulación de vegetación

En múltiples elementos del puente se tiene una acumulación importante de vegetación, esto favorece los procesos de oxidación y corrosión en elementos metálicos.

Se recomienda aplicar labores de limpieza y remoción de vegetación en la totalidad del puente. Esta es una actividad que debe realizarse de forma periódica.



Ausencia de barandas y elementos básicos de seguridad vial

No hay barandas en el puente, esta es una situación sumamente peligrosa para los usuarios de la vía. Al realizar la inspección varios vecinos de la zona indicaron la ocurrencia de accidentes que han terminado con ciclistas, motociclistas y peatones en el cauce.

En los bordes del puente se tienen varillas de acero que sobresalen de la losa, esto genera una condición riesgosa para los usuarios de la vía (lesiones, daño en llantas).

Si bien se ha mencionado que la superestructura de este puente presenta condiciones que justifican su sustitución se considera prioritario colocar un sistema de contención adecuado (barandas) con extensión que permita canalizar el tránsito hacia el puente para evitar un accidente grave, así como, demarcación vertical para regular el acceso vehicular

## 5.2 Puente Salvador Araya (Gamalotillo)

Este puente se ubica en las coordenadas (9.598111, -84.46213) sobre el Río Gamalotillo en la ruta cantonal 1-04-142. El mismo tiene una longitud de 20.9 m y consiste en un puente de un único carril, con vigas de acero de tipo I de 0,69 m de altura y con una superficie de ruedo en madera. La subestructura consiste en bastiones tipo gravedad fabricados con concreto y una pila intermedia de columna doble de 2,5 m de altura en concreto (ver figura 2).


El puente no posee barandas en los costados, ni iluminación, no hay señalización vial, ni elementos de contención en los accesos, ni tampoco aceras peatonales. En este camino presenta poco tránsito y comunica principalmente fincas agrícolas por lo que recibe tránsito de vehículos pesados ocasionalmente.



**Figura 2:** Ubicación del puente Salvador Araya y vista general.  
Fuente: Google Earth y LanammeUCR

Producto de la inspección en campo se identificaron deterioros y deficiencias que se considera deben ser atendidos por la Municipalidad de Puriscal, en la siguiente tabla se resumen los mismos:

**Tabla 2:** Deterioros y deficiencias identificadas en Puente Salvador Araya

Deterioro o deficiencia identificada	Comentario
 <p data-bbox="386 1885 748 1917">Condición de superficie de ruedo</p>	<p data-bbox="922 1373 1388 1661">Este puente cuenta con tablonces de madera como superficie de ruedo. Muchos de ellos presentan fracturas y desprendimientos que generan un riesgo considerable para los usuarios (vehículos motorizados, peatones). Se considera necesario realizar una sustitución completa de los tablonces del puente para asegurar que su uso sea seguro.</p> <p data-bbox="922 1696 1388 1917">El puente no cuenta con barandas lo cual es una condición insegura para los usuarios. Se recomienda en ambos costados del puente un sistema de contención adecuado (barandas) con extensión que permita canalizar el tránsito hacia el puente para evitar un accidente</p>



	grave, así como, demarcación vertical para regular el acceso vehicular.
 <p>Vigas principales con oxidación, corrosión y deformaciones</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación generalizada y zonas con corrosión inicial. En el caso de la viga del sector aguas arriba se presenta una deformación longitudinal considerable en la zona cercana al bastión de margen izquierda (posiblemente por impacto).</p> <p>La deformación de la viga principal amerita una intervención mayor en la cual debe valorarse su reemplazo al menos en la sección entre el bastión de margen izquierda y la pila central.</p> <p>Las vigas principales requieren de una limpieza profunda que remueva la oxidación superficial, posteriormente se debería aplicar un sistema de protección anticorrosión.</p>
	<p>En la pila central del puente se tiene presencia de desechos arrastrados por el río. Estos desechos favorecen el proceso de socavación local que se presenta en esta pila.</p> <p>Es necesario realizar una limpieza de estos desechos e implementar estas actividades de forma periódica, pues en la inspección del 2018 se observó esta misma situación.</p> <p>Debido al nivel del cauce no fue posible observar si la socavación local ha incrementado en esta pila. Se recomienda realizar una inspección de este aspecto en época seca para poder evaluar si es necesario implementar obras de protección.</p>





Socavación local en pila central



Socavación en bastiones

En el bastión de margen izquierda se está presentando un proceso de erosión del talud de protección, esta situación se puede agravar durante crecientes del río.

Fue posible observar turbulencias locales que pueden acelerar el proceso de socavación.

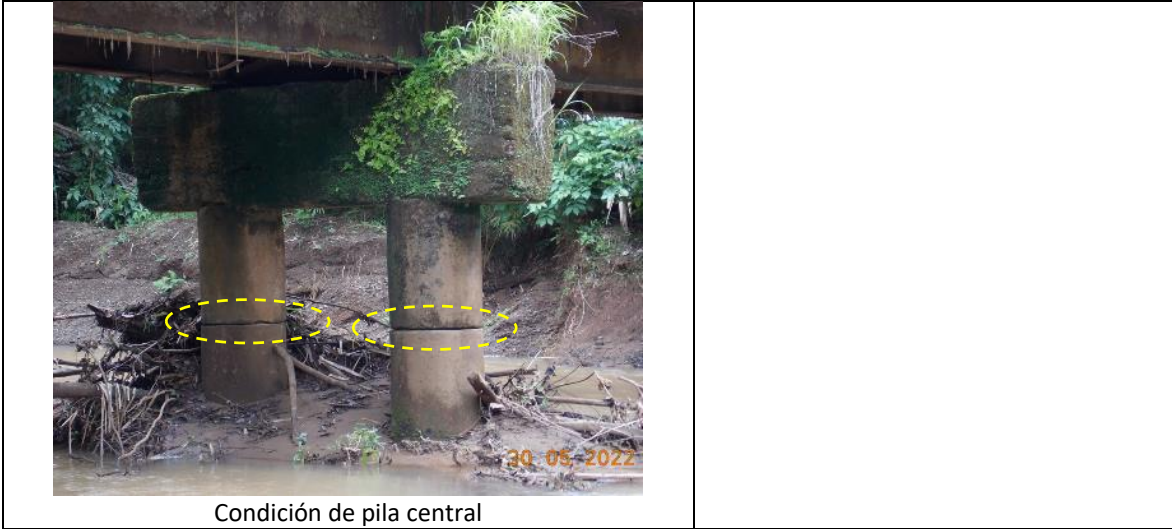
Es importante mencionar que en este río se realizaron labores de dragado y esto pudo modificar las condiciones de cauce. En la imagen aérea es posible ver que el borde del cauce actualmente tiende a desplazar material de la zona de apoyo del bastión.

Se recomienda implementar obras de protección en esta margen para evitar una mayor erosión que podría comprometer la estabilidad del bastión.

Las columnas de la pila central están construidas a partir de alcantarillas. Esta situación es inadecuada, pues se genera un plano de falla en la unión entre las alcantarillas.

Se recomienda considerar la construcción un encamisado alrededor de las columnas para reducir la posibilidad de que se forme un plano de falla en estas uniones.





### 5.3 Puente Rio Rey

Este puente se ubica en las coordenadas (9.65176, -84.30657) sobre el Río Rey en la ruta cantonal 1-04-124. El mismo tiene una longitud de 25.6 m y consiste en un puente de un único carril, con dos superestructuras de vigas simples de acero tipo I de 0,70 m de altura en una sección y de 0,53 m en el segundo tramo. Sobre estas vigas se tiene una losa de 0,24 m de espesor. La subestructura consiste en bastiones tipo muro fabricados con concreto y una pila intermedia de columna sencilla de 2,6 m de altura en concreto (ver figura 3).

El puente no posee barandas en los costados, ni iluminación, no hay señalización vial, ni elementos de contención en los accesos, ni tampoco aceras peatonales. En este camino comunica el sector de Playón (Parrita) y la comunidad de Zapatón (Puriscal) constituyendo el principal acceso a la localidad de Bajo Rey.



**Figura 3:** Ubicación del puente Rio Rey y vista general.

Fuente: Google Earth y LanammeUCR

Producto de la inspección en campo se identificaron deterioros y deficiencias que se considera deben ser atendidos por la Municipalidad de Puriscal, en la siguiente tabla se resumen los mismos:

**Tabla 3: Deterioros y deficiencias identificadas en Puente Río Rey**

Deterioro o deficiencia identificada	Comentario
	<p>Se presenta un proceso de socavación y pérdida del relleno de aproximación de gran dimensión en el bastión de la margen derecha del río. Esta condición es sumamente peligrosa para los usuarios de la vía, puesto que el material de soporte es muy susceptible a colapsar.</p> <p>Se considera necesario que la Municipalidad de Puriscal ejecute medidas inmediatas para asegurar que el relleno no ceda interrumpiendo la comunicación terrestre con estas comunidades.</p>
	<p>Como se puede observar en las vistas aéreas el río actualmente tiene un proceso de desplazamiento del cauce hacia la margen derecha generando que el material de esta margen se vaya perdiendo de forma gradual. El bastión actualmente se ubica al menos a 3 metros dentro de la línea de borde de margen que esta demarcando el río, por lo que es esperable que si no se realizan acciones de protección el relleno de aproximación sea arrastrado por el caudal ante una creciente (ya el aletón del sector aguas abajo se ha perdido).</p>
	<p>Se pueden aplicar acciones de recuperación del margen que implicarían la modificación del caudal actual del río, además de obras propiamente en la zona del bastión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de espolones en la margen derecha para reorientar el cauce hacia la margen izquierda tratando de reencauzar el flujo principal hacia el centro del río.</li> </ul>



Socavación y pérdida de relleno de aproximación en acceso de margen derecha

- Construir un enrocado a ambos lados del bastión y reponer el relleno de aproximación perdido.

Para las acciones anteriores es necesario asesorarse con un especialista en hidrología, se pueden tomar las recomendaciones contenidas en el boletín “Alternativas de mitigación y prevención de la socavación en puentes cantonales” (LanammeUCR, 2022).

Al momento de la inspección el acceso al puente se realizaba sobre unos tabloncillos sostenidos por troncos apoyados en el terreno inestable. Se recomienda a la Municipalidad de Puriscal intervenir de forma inmediata esta zona del puente para evitar un accidente grave (condición de falla inminente).



En el bastión de margen izquierda se presentan deterioros similares a los que se observaron en el bastión de margen derecha previo a la falla del aletón. Se identifica:

- Socavación del cuerpo principal del bastión.
- Separación entre el aletón de concreto (aguas abajo) y el cuerpo principal.
- Deformaciones excesivas y socavación en el muro de gaviones del sector aguas arriba.
- Erosión en la margen izquierda del río.
- Acumulación de sedimentos y desechos en las vigas del puente en la zona de apoyo (indicador de que el cauce del río impacta la superestructura del puente durante las crecientes).

Si bien en este bastión no se presenta un daño tan significativo como en la margen derecha, se está presentando el mismo proceso de progresión en los daños, por lo



Deterioros en el bastión de margen izquierda



Socavación local en la pila central y ancho de asiento limitado

que es esperable que se tenga una afectación del relleno de aproximación de este acceso en un corto plazo.

Se recomienda aplicar las mismas medidas de protección del bastión citadas en el punto anterior a esta margen (enrocado).

Es importante mencionar que estas medidas propuestas tendrían un carácter temporal, pues es claro a partir de las fotografías aéreas que el cauce del río ha modificado su trayectoria y este proceso obligaría a la sustitución de este puente por una estructura de mayor longitud y mayor altura libre al río para asegurar un paso seguro y continuidad de la vía.

En el caso de la pila central se identificó una acumulación de material de desecho que favorece el proceso de socavación local que se había señalado en la inspección anterior de este puente.

Adicionalmente se observa que se realizaron trabajos de colocación de concreto en la zona superior de la pila, sin embargo, el ancho de asiento de las vigas en la sección más corta del puente sigue siendo escaso.

Se recomienda realizar labores de remoción de los desechos para evitar un mayor daño por socavación.



 <p>Vigas con oxidación e inicios de corrosión</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación en gran parte de su superficie e inicios de corrosión, particularmente en el tramo más largo de puente.</p> <p>Se recomienda realizar una limpieza general de la superficie de las vigas y aplicar un sistema de protección contra la corrosión (esto si no se decide sustituir el puente).</p>
  <p>Ausencia de barandas y daños en la losa</p>	<p>El puente no tiene barandas ni elementos básicos de seguridad vial, esto representa una situación de mucho riesgo para los usuarios de la vía. Algunos vecinos informaron durante la inspección que algunos motociclistas han caído al cauce.</p> <p>Se recomienda colocar en ambos costados del puente un sistema de contención adecuado (barandas) con extensión que permita canalizar el tránsito hacia el puente para evitar un accidente grave, , así como, demarcación vertical para regular el acceso vehicular (aún si se decide sustituir el puente).</p> <p>La losa del puente ha presentado deterioros por agrietamiento y agujeros, se observan reparaciones puntuales. Esto es un indicativo de que el concreto de la losa tiende a deteriorarse bajo las cargas de tránsito.</p>

## 6. Conclusiones y recomendaciones

- Se han inspeccionado tres puentes vehiculares pertenecientes a la red vial cantonal de la Municipalidad de Puriscal en atención a la solicitud planteada en el oficio MP-AM-UT-315-2022. **En los tres puentes se han identificado condiciones riesgosas tanto a nivel estructural como funcional que ameritan intervenciones inmediatas para evitar afectaciones mayores a la población y posibles accidentes de gravedad.**
- En el caso del puente San Vicente se identificaron problemas de socavación en ambos bastiones y pila central, deterioros en la losa, oxidación y corrosión en vigas principales,



reducción de sección en vigas cerca de la zona de apoyo, ausencia de barandas y elementos básicos de seguridad vial.

- La inspección en el puente Salvador Araya en Gamalotillo reveló problemas graves en la condición de la superficie de ruedo, oxidación y corrosión en vigas principales, deformación longitudinal de una de las vigas, socavación local en la pila central y en los bastiones (principalmente en el bastión de margen izquierda) y vulnerabilidad en las columnas de la pila central.
- **En el puente sobre el río Rey se presenta una condición de falla inminente del relleno de aproximación en la margen derecha. La atención de esta situación se considera prioritaria para evitar la ocurrencia de un accidente grave o una interrupción de la continuidad de la vía.** Otros problemas identificados en este puente fueron: daños por socavación y erosión en el bastión de margen izquierda, socavación y ancho de asiento limitado en la pila central, oxidación y corrosión inicial en vigas del puente, ausencia de barandas y daños en la losa.
- Se han incorporado algunas recomendaciones generales para la atención de estos puentes, sin embargo, es responsabilidad de la municipalidad generar los planes de atención, diseñar las soluciones y gestionar la ejecución de las obras. No se omite manifestar que es posible que algunos de estos puentes deban ser sustituidos por estructuras nuevas en vista de la cantidad y severidad de los daños presentados.
- Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos a la municipalidad tome las medidas necesarias y oportunas que considere necesarias. Por lo que será la municipalidad la que deba establecer la forma en cómo se realizará la intervención de estos puentes.
- Se recomienda desarrollar un Plan de Mantenimiento de Puentes que incluya actividades rutinarias y periódicas, aplicando una revisión general anual de los puentes para definir las tareas necesarias. Para ello se recomienda tomar en consideración el Capítulo 6 Conservación de estructuras mayores del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras Y Puentes (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015).



## 7. Referencias

LanammeUCR. (2022). *Alternativas de mitigación y prevención de la socavación en puentes cantonales*. San Pedro: UCR.

Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: MOPT.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. San José: Ministerio de Obras Publicas.

Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., & Loría-Salazar, L. G. (2015). *Actualización de los criterios de evaluación visual de*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.