



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-0292-2023

INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL

PUENTE SOBRE EL RÍO ZAPOTE RED VIAL CANTONAL DE UPALA



Preparado por:
Unidad de Puentes
Programa de Ingeniería Estructural



San José, Costa Rica
9 de marzo, 2023



Página intencionalmente dejada en blanco



1. Informe: EIC-Lanamme-INF-0292-2023		2. Versión n.º 1
3. Título y subtítulo: INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL PUENTE SOBRE EL RÍO ZAPOTE RED VIAL CANTONAL DE UPALA		4. Fecha del Informe 9 de marzo de 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		
6. Palabras clave 2023, Puentes Red Vial Cantonal de Upala, Informe de inspección especial, EIC-Lanamme-INF-XXXX-202x, Puente río Zapote, río Zapote, Unidad de Puentes.		
7. Información general Este informe de <i>inspección especial</i> del puente sobre el río Zapote en Red Vial Cantonal de Upala, 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 www.eca.or.cr . Este informe de inspección de puentes tiene validez únicamente en su forma íntegra y original, sin ningún tipo de alteración y debidamente suscrito digitalmente por todos los funcionarios señalados. No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del director del LanammeUCR. La firma n.º 10 y n.º 11 no se encuentra dentro del proceso de acreditación.		
8. Inspección e informe por: Inspector nivel 3 - Unidad de Puentes	9. Revisado y aprobado por: Coordinador Unidad de Puentes	10. Revisión legal por: Asesoría Legal LanammeUCR
11. Aprobado por: Coordinador Programa de Ingeniería Estructural		



Página intencionalmente dejada en blanco



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta la *inspección especial* del puente sobre el río Zapote, ubicado en la Red Vial Cantonal de Upala, la cual se realizó a solicitud de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos de Atención de Emergencias (CNE) debido al daño evidente que presentan las cerchas rigidizadoras del puente colgante.

Durante la inspección, se observaron deficiencias en condición de Falla inminente (6), dada la inestabilidad estructural del puente debido a deformaciones severas por pandeo en las cuerdas superiores de ambas cerchas rigidizadoras del puente (ver Tabla 5.1).

Con base en los resultados obtenidos de la inspección, se recomienda incluir la estructura en un programa de atención que incluya actividades de *mejoramiento*, además de evaluaciones estructurales que permitan definir el proceso de rehabilitación que requiere el puente (ver Tabla 7.1).



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0292-2023

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

Página 6 / 33

Página intencionalmente dejada en blanco



TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	OBJETIVOS	10
3.	ALCANCE DEL INFORME	11
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUENTE	12
5.	PRINCIPALES OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN ESPECIAL	16
5.1.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: ELEMENTOS PRINCIPALES, DEL COMPONENTE: SUPERESTRUCTURA TIPO COLGANTE	16
5.2.	DEFICIENCIAS EN EL ELEMENTO: APOYOS, DEL COMPONENTE: SUBESTRUCTURA	18
6.	CONCLUSIONES.....	20
7.	RECOMENDACIONES	21
8.	REFERENCIAS.....	23
	ANEXO 1 GLOSARIO	25
	ANEXO 2 CRITERIOS PARA CALIFICAR LA CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS EVALUADOS EN EL PUENTE.....	30



Página intencionalmente dejada en blanco



1. INTRODUCCIÓN

Este informe de *inspección especial* del puente sobre el río Zapote en la Red Vial Cantonal de Upala, 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.

La *inspección especial* del puente se llevó a cabo el día 19 de enero del 2023, y se realizó a solicitud de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos de Atención de Emergencias (CNE) mediante el oficio CNE-UGPR-OF-1577-2022 enviado al LanammeUCR el día 11 de noviembre del 2022, debido al daño evidente que presentan las cerchas rigidizadoras del puente colgante.

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.”

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) 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

Se realizó 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 Superestructura tipo colgante:
 - Elementos principales.
- Elementos pertenecientes al componente Subestructura:
 - Conexión placa base de las columnas de las torres.

El informe contempla la revisión de información relevante incluida en los planos de diseño puente.

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.



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

Ubicación	Provincia, Cantón, Distrito	Alajuela, Upala, Yolillal
	Coordenadas (WGS84)	10°55'38"N de latitud / 84°57'59"O de longitud
	Río que cruza	Río Zapote
Ruta en la que se ubica el puente	Tipo de ruta	Cantonal
Características básicas del puente	Longitud (m)	56 (entre juntas)
	Tipo de superestructura	Superestructura n.º 1, tipo colgante
	Número de tramos	1
	Año de construcción	2021
	Cantidad de torres	2
	Tipo de torre	Torre n.º 1 y n.º 2, tipo marco de acero
	Tipo de cimentación en torres	Torre n.º 1 y n.º 2, cimentación profunda

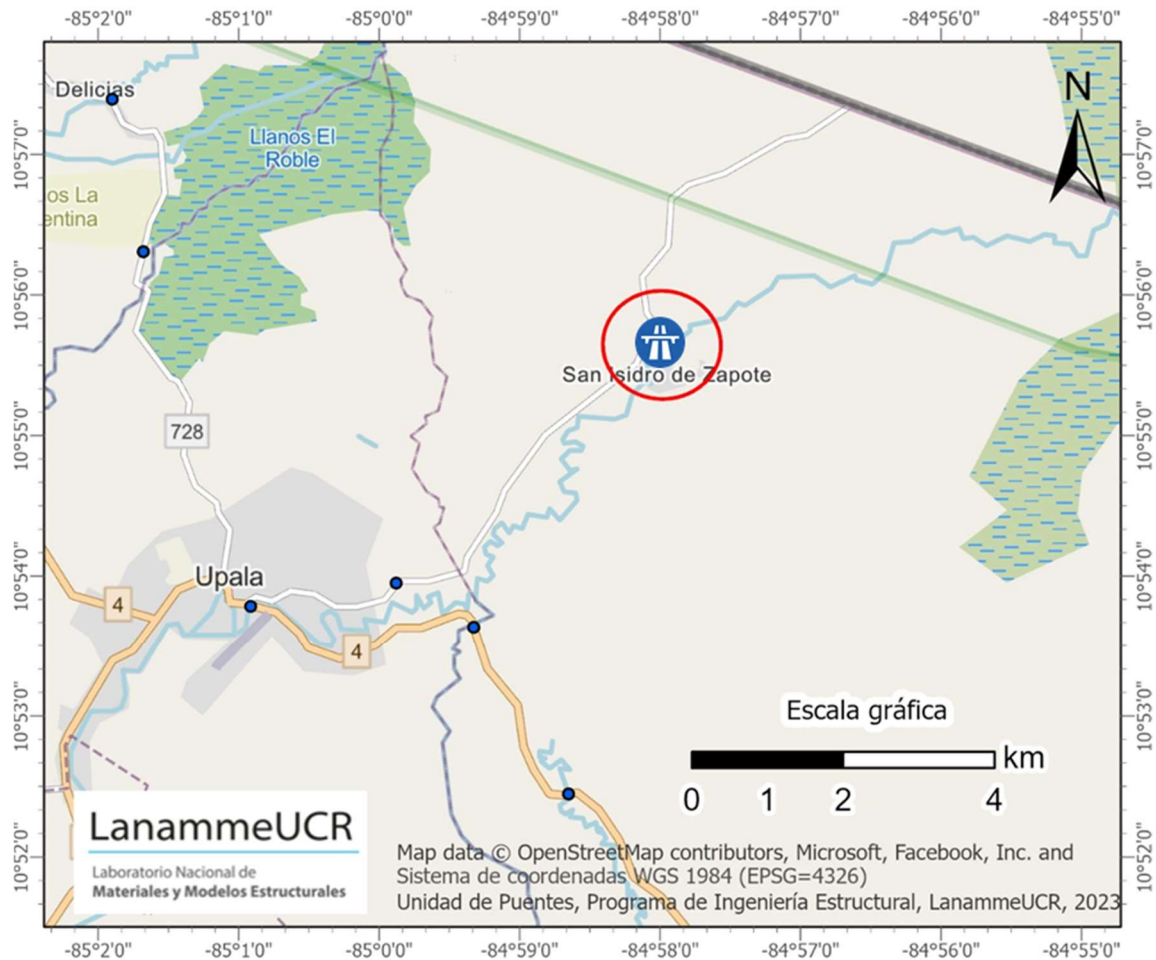


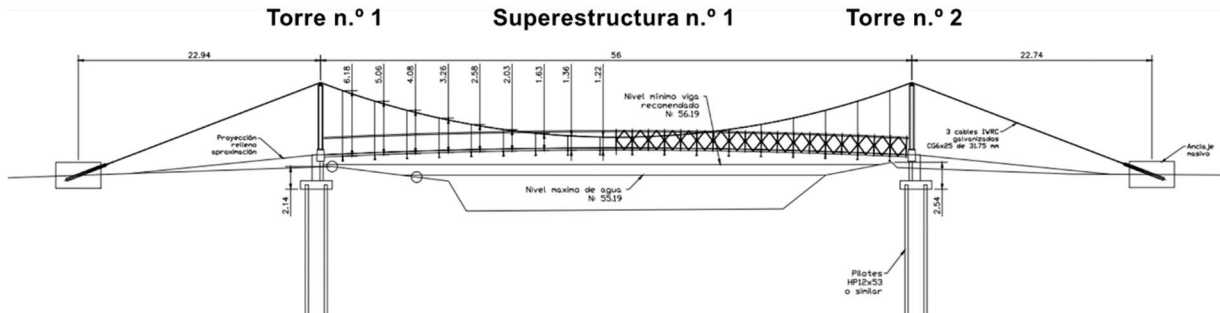
Figura 4.1. Ubicación geográfica del puente
Adaptado de: Open Street Maps, (2023)



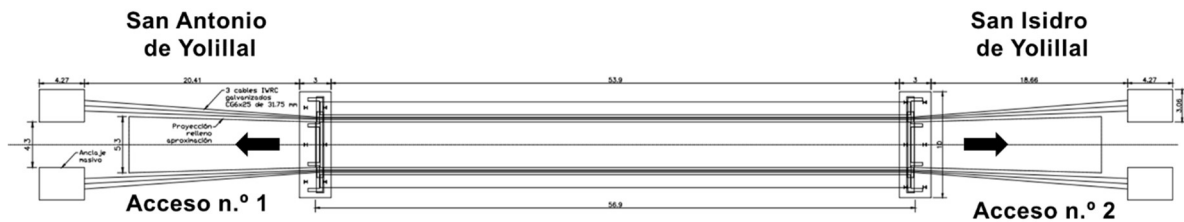
Figura 4.2. Vista a lo largo de la línea de centro del puente hacia San Isidro de Yolillal



Figura 4.3. Vista lateral del costado aguas abajo del puente



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación

Figura 4.4. Vista en planta y en elevación con la identificación utilizada para el puente.
Adaptado de: ALCA Ingeniería y Arquitectura S.A. (2021).

5. PRINCIPALES OBSERVACIONES DE LA INSPECCIÓN ESPECIAL

5.1. Deficiencias en el elemento: elementos principales – cerchas rigidizadoras, del componente: superestructura tipo colgante

En la Tabla 5.1, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: elementos principales – cerchas rigidizadoras del componente: superestructura tipo colgante.

Tabla 5.1 Deficiencias identificadas en el elemento: elementos principales – cerchas rigidizadoras, del componente: superestructura tipo colgante.

Elemento	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Elementos principales – cerchas rigidizadoras [41101]	Deformación	Falla inminente (6)

Observaciones

Entre aproximadamente el 10 % y 15 % de la longitud de ambas cerchas rigidizadoras de la superestructura n.º 1 hay elementos de la cuerda superior, elementos diagonales y elementos verticales que se encuentran severamente deformados por pandeo lateral de la cuerda superior. En el caso de la cuerda superior se evidencia que existen fallas de uniones soldadas en las zonas donde se presenta la deformación por pandeo. Se requiere realizar una evaluación estructural para identificar las posibles causas del pandeo observado durante la visita, el cual afecta el comportamiento estructural de ambas cerchas rigidizadoras, así como para identificar la forma de rehabilitar el puente.

Evidencia fotográfica





Tabla 5.1 Deficiencias identificadas en el elemento: elementos principales – cerchas rigidizadoras, del componente: superestructura tipo colgante (*cont.*).

Evidencia fotográfica





5.2. Deficiencias en el elemento: conexión placa base de las columnas de las torres, del componente: subestructura

En la Tabla 5.2, se presentan las deficiencias observadas en el elemento: conexión placa base de las columnas de las torres del componente: subestructura.

Tabla 5.2 Deficiencias identificadas en el elemento: conexión placa base de las columnas de las torres, del componente: subestructura.

Elemento/s	Deficiencia o aspecto evaluado	Calificación de la condición debida a la deficiencia
Conexión placa base de las columnas de las torres	Condición de conexión	Regular (3)
Observaciones		
<p>Se encontró en sitio almohadillas elastoméricas bajo las placas de asiento de las cuatro columnas de las torres, las cuales no se encuentran indicadas en los planos de diseño del puente. Por tanto, se desconoce la razón de su incorporación en la construcción del puente. Todas las almohadillas elastoméricas presentan deformación en sus bordes, y adicionalmente las almohadillas de la torre n.º 2 presentan desgarres según se muestra en la evidencia fotográfica, lo que ha generado espacios vacíos entre la placa de acero de las columnas y la superficie del pedestal de concreto. Estas deficiencias demuestran que las cargas que transmiten las placas de asiento de las columnas a sus respectivos pedestales, posiblemente hayan excedido la capacidad de las almohadillas.</p> <p>Asimismo, una de las arandelas de presión de los pernos de anclaje de la columna ubicada aguas arriba de la torre n.º 2 se encuentra suelta, lo que demuestra que la base de la columna presenta movimiento posiblemente producto de la colocación de la almohadilla.</p>		



Tabla 5.2 Deficiencias identificadas en el elemento: conexión placa base de las columnas de las torres, del componente: subestructura (*cont.*).

Evidencia fotográfica





6. CONCLUSIONES

En la Tabla 6.1 se enlistan las *principales deficiencias* por elemento que fueron identificadas a través de la *inspección especial* del puente sobre el río Zapote en Red Vial Cantonal de Upala. Asimismo, se presenta la condición resultante del elemento (CE) debido a esas deficiencias.

Tabla 6.1. Elementos con deficiencias y condición resultante del elemento

Elemento	Deficiencia/s observadas	Calificación de la condición del elemento (CE)
Elementos principales [41101]	Deformación severa por pandeo en elementos de ambas cerchas rigidizadoras. Asimismo, falla de uniones soldadas en las zonas donde se presenta la deformación por pandeo.	Falla inminente (6)
Conexión placa base de las columnas de las torres	Se encontró en sitio almohadillas elastoméricas bajo las placas de asiento de las cuatro columnas de las torres, las cuales no se encuentran indicadas en los planos de diseño del puente. Todas las almohadillas elastoméricas presentan desgarres y deformación en sus bordes, lo que ha generado espacios vacíos entre la placa de acero de las columnas y la superficie del pedestal de concreto. Asimismo, se evidencia que una de las arandelas de presión de los pernos de anclaje de la columna ubicada aguas arriba de la torre n.º 2 se encuentra suelta, lo que demuestra que la base de la columna presenta movimiento posiblemente producto de la colocación de la almohadilla.	Regular (3)



7. RECOMENDACIONES

Para la correcta rehabilitación del puente, se recomienda a los responsables de la atención del puente por parte de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Upala (UGTVM) realizar las acciones incluidas en la Tabla 7.1 de manera inmediata (plazo no mayor a 6 meses):

Tabla 7.1. Recomendaciones y referencias bibliográficas de respaldo para la atención del puente en el corto plazo

Elemento	Recomendación	Referencias bibliográficas
General	<p>Gestión del puente: Mantener la restricción para el tránsito de vehículos pesados sobre el puente hasta que se determine las razones por las cuales se presentaron las deficiencias encontradas y se realicen las acciones correctivas necesarias para garantizar el paso seguro de los vehículos sobre el puente.</p>	
Elementos principales [41101]	<p>Programa de Mejoramiento: Realizar una evaluación de capacidad de carga con el fin de determinar el nivel de seguridad del puente y definir las medidas para rehabilitar la superestructura. Asimismo, a partir de los resultados obtenidos en dicha evaluación determinar si el pandeo de la cuerda superior se produjo debido a una sobrecarga del puente o por falta de capacidad de las cerchas rigidizadoras.</p>	The Manual for Bridge Evaluation (AASHTO, 2018) – Sección 6 relacionada con las evaluaciones de capacidad de carga
Conexión placa base de las columnas de las torres	<p>Evaluación estructural: Identificar si las almohadillas elastoméricas fueron concebidas como elementos permanentes del puente, comparar su capacidad de carga con respecto a las cargas actuantes de las columnas de las torres y proponer un proceso de reparación o sustitución según los resultados de esta evaluación.</p>	



Estas recomendaciones deben ser evaluadas por los profesionales que la UGTVM Upala asigne como responsables de la *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.



8. REFERENCIAS

1. AASHTO (2018). *The Manual for Bridge Evaluation. 3th Edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. ALCA Ingeniería y Arquitectura S.A. (2021). Puente sobre el río Zapote. Versión: Planos finales de diseño [PDF]. Comisión Nacional de Emergencias.
3. CONAVI (2015). *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.
4. MOPT. (2020). *Manual de Puentes de Costa Rica – 2020_MP-2020*. Documento no publicado. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

EIC-Lanamme-INF-0292-2023

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

Página 24 / 33

Página intencionalmente dejada en blanco



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, 2015).
- **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

- 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.
- 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.