

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 1/43	VERSIÓN 03

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UP-PN12-2016

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO AGUAS CLARAS RUTA NACIONAL No. 32

Preparado por:
**Unidad de Puentes
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica
 13 de junio, 2016

 <p data-bbox="191 310 373 342">LanammeUCR</p>	<p data-bbox="456 117 1170 212">Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p data-bbox="631 254 992 285">INFORME DE INSPECCIÓN</p>	<p data-bbox="1295 153 1390 247">Código: RC-444</p>
<p data-bbox="402 321 922 352">CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016</p>	<p data-bbox="1029 321 1175 352">Página 2/43</p>	<p data-bbox="1260 321 1422 352">VERSIÓN 03</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 3/43	VERSIÓN 03

1. Informe: LM-PI-UP-PN12-2016		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO AGUAS CLARAS RUTA NACIONAL No.32		4. Fecha del Informe 13 de junio, 2016	
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
6. Notas complementarias Ninguna			
7. Resumen <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el río Aguas Claras en la Ruta Nacional No. 32, es un producto de la Unidad de Puentes del PITRA - LanammeUCR para valorar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114.</i> <i>Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como SERIA. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura evaluada se realizan recomendaciones generales relacionadas con cada aspecto evaluado en este informe.</i>			
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional No.32, Río Aguas Claras, Evaluación		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 43
11. Inspección e informe por: Ing. Esteban Villalobos Vega Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 13/06/2016			
14. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR <hr/> Fecha: 13/06/2016	15. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 13/06/2013	16. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA <hr/> Fecha: 13/06/2013	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 4/43	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 5/43	VERSIÓN 03

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS.....	7
3. ALCANCE DEL INFORME.....	7
4. DESCRIPCIÓN	8
5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE	13
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
7. REFERENCIAS.....	37
ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	39

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 6/43	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 7/43	VERSIÓN 03

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación visual de la condición del puente sobre el río Aguas Claras, en la Ruta Nacional No. 32, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del PITRA - LanammeUCR para evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. La evaluación de la condición en sitio se realizó los días 26 de marzo de 2015 y 03 de febrero de 2016.

2. OBJETIVOS

- a) Realizar el inventario del puente utilizando la información incluida en los planos de diseño originales y verificar la información durante la inspección estructural realizada en sitio.
- b) Efectuar una evaluación visual de todos los componentes estructurales y no estructurales para valorar su estado de deterioro.
- c) Evaluar la seguridad vial para reducir el riesgo de de accidentes de tránsito y disminuir su severidad.
- d) Proporcionar recomendaciones generales para mantenimiento y/o reparación.
- e) Brindar una calificación de la condición del puente basado en la evaluación visual de sus componentes

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición se limita a presentar recomendaciones generales para mejoras, mantenimiento y reparación del puente así como de estructuras o elementos conexos a éste con base en observaciones realizadas en sitio durante una evaluación visual. Se entiende por evaluación de la condición el reconocimiento visual de todos los elementos estructurales y no estructurales del puente a los cuales se tiene acceso por parte de un ingeniero calificado con el fin de evaluar su estado de deterioro al día de la visita al sitio.

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 7 de 43
----------------------------	---------------------------------------	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 8/43	VERSIÓN 03

Como resultado de la evaluación se brinda una calificación al puente según su estado de deterioro, de acuerdo con una metodología desarrollada por la Unidad de Puentes, en el informe LM-PI-UP-05-2015. En el Anexo A se puede consultar un diagrama que resume los criterios y la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición.

Como complemento a la evaluación visual de los componentes estructurales del puente, es preferible disponer de los planos de diseño del puente con el fin de comprender el sistema estructural del mismo. Lo que se busca es recolectar información que permita completar los formularios de inventario, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico y/o visual a algunos componentes del puente.

En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural o hidráulica del puente o la capacidad soportante del suelo se recomienda realizar una evaluación estructural detallada complementada con ensayos no destructivos, un análisis hidrológico e hidráulico y un estudio geotécnico.

4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 32, en la sección de control 70471 y cruza el río Aguas Claras. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito de Matina, del cantón de Matina, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°02'47,61"N de latitud y 83°19'31,53"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica MATINA 1:50 000.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 9/43
		VERSIÓN 03



Figura A. Ubicación del puente en la hoja cartográfica MATINA 1:50 000.

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 8135 vehículos por día en la sección de control donde se ubica el puente, según el Anuario de tránsito 2013, publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

La Tabla 1 resume las características básicas del puente y las figuras B y C presentan dos de las vistas principales del puente, la vista a lo largo de la línea de centro y una vista lateral respectivamente.

Para éste puente en particular, si se tuvo acceso a los planos del diseño original. La figura D muestra la identificación utilizada en este informe cuando se hace referencia a ciertos elementos del puente, la cual también coincide con la que se utiliza en los planos.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 10/43	VERSIÓN 03

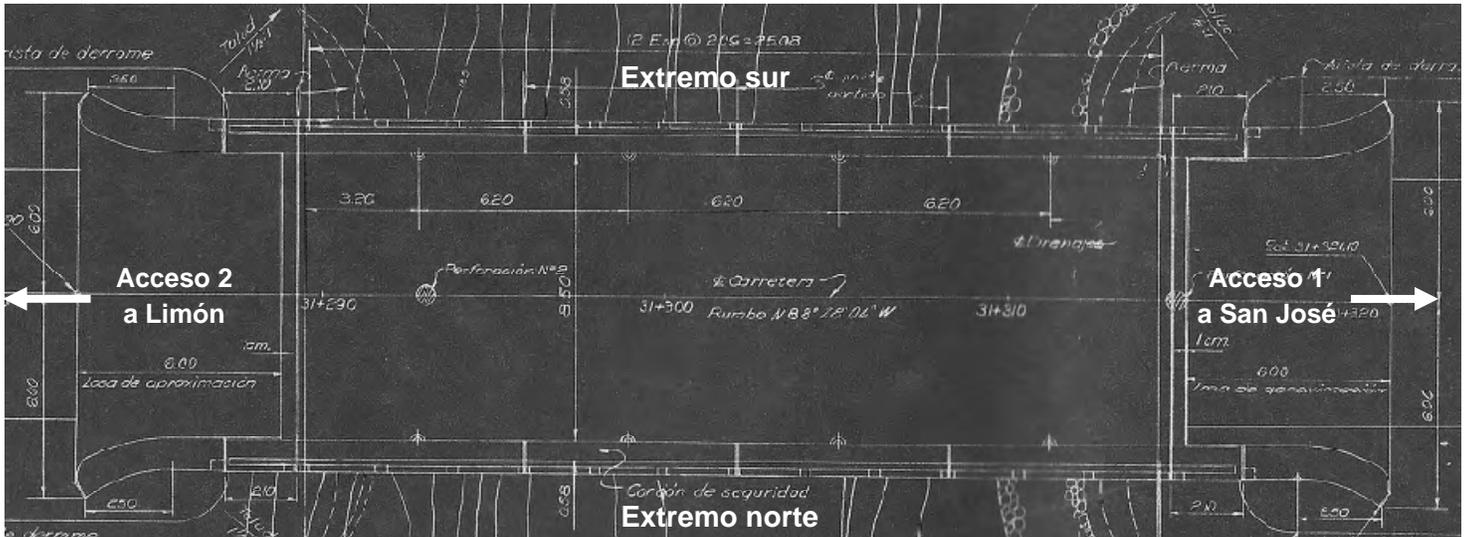


Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro

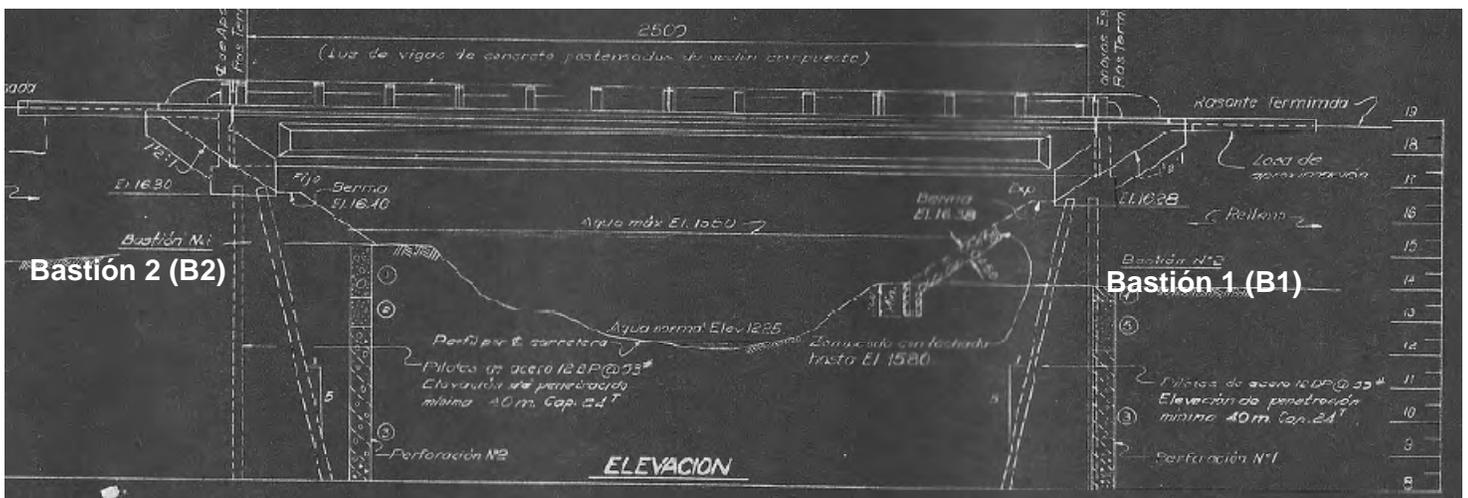


Figura C. Vista lateral

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 11/43
		VERSIÓN 03



(a) Planta



(b) Elevación

Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el Río Aguas Claras.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 12/43

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	25,60
	Ancho total (m)	10,34
	Ancho de calzada (m)	8,6
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Tipo viga simple con vigas principales tipo I de concreto preesforzado
	Tipo de tablero	Losas de concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: apoyo expansivo Bastión 2: apoyo fijo
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 0
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2, tipo cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: pilotes de acero tipo H
Diseño y construcción	Año de diseño	1968
	Año de construcción	1974-1978
	Especificación de diseño original	A.A.S.H.O. 1965
	Carga viva de diseño original	HS20-44
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No hay antecedentes de rehabilitación
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No hay antecedentes de rehabilitación
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No hay antecedentes de rehabilitación

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 13/43	VERSIÓN 03

5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE

Los resultados de la evaluación del puente se presenta en 4 áreas: (a) Seguridad vial, (b) Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (c) Superestructura y (d) Subestructura. De esta manera se describe la condición del puente de una manera simple y ordenada y al mismo tiempo se ofrecen recomendaciones para realizar mantenimiento, mejoras y reparaciones y si fuera necesario se recomienda la realización de inspecciones detalladas y estudios especializados. Estas observaciones y recomendaciones se resumen en las Tablas No.2 a No.5 las cuales se presentan a continuación.

En la tabla se presenta los valores asignados de Grado de deficiencia (GD) y la Condición Evaluada (CE) resultante para cada elemento del puente, los cuales, se refieren al estado de deterioro observado el día de la evaluación. Estos valores se asignan de acuerdo con el elemento más dañado que se observa en cada ítem de evaluación, sin embargo, la atención de la estructura se debe realizar haciendo un análisis integral de todos los daños detallados en la evaluación que se presenta en este informe.

En el Anexo A se puede observar el procedimiento para determinar la calificación del puente. En las casillas correspondientes a GD y CE pueden aparecer valores numéricos o las siguientes expresiones: "NI" cuando el elemento no pudo ser inspeccionado por dificultades de acceso o "NA" cuando el elemento no es aplicable o no se encontraba en el tipo de puente evaluado.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 14/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	<p>La barrera vehicular fue diseñada previo o durante el período de los años 1974-1978 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la Ruta Nacional No. 32 actualmente. Por eso, hay evidencia de que la barrera no cumplía con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2014, según el tipo de carretera, la velocidad y el tipo de vehículos que transitan por la Ruta Nacional No. 32 actualmente (Ver Figura 1), y por lo tanto existe el riesgo de que ante el impacto de un vehículo la barrera vehicular no se desempeñe adecuadamente.</p> <p>Además se observaron daños por colisión en los pretilos rígidos noreste y suroeste, que coinciden con los sentidos de tránsito. (Ver Figura 1), los cuales implican pérdida de recubrimiento del acero lo cual aumenta su vulnerabilidad al deterioro. El caso noreste era el pretil rígido más dañado con acero de refuerzo expuesto (Ver Figura 1).</p>	1	2	<p>Se recomienda reparar los daños por colisión observados. Si se decide sustituir o intervenir la losa del puente según lo indicado en <i>4.1 Tablero</i>, realizar una evaluación para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras de contención vehicular de AASHTO LRFD 2014, con el fin de decidir si se debe sustituir, rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones o si sólo se deben reparar los daños por colisión observados.</p>
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	<p>Los guardavías no estaban anclados al pretil rígido del puente ni al terreno en las terminaciones (Ver Figura 1). Adicionalmente el número de elementos verticales de soporte (postes) eran insuficientes (Ver Figura 1).</p> <p>Las deficiencias descritas aumentan el riesgo de un funcionamiento inadecuado en caso de colisión vehicular en esa zona (Ver Figura 1).</p>	2	2	<p>Anclar adecuadamente los guardavías al pretil rígido del puente y al terreno en las terminaciones, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 15/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 2 Estado de la seguridad vial (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES		
2.3. Aceras y sus accesos	El puente no tenía aceras, sino un bordillo de seguridad con una ancho efectivo de 0,60m el cual es menor al ancho de 1,20m recomendado por la ley 7600. El día de la visita de fiscalización no se evidenció tráfico peatonal.	1	2	Evaluar la necesidad de construir aceras que cumplan con los requisitos de la Ley 7600 y con las medidas de seguridad vial de la Sección 13 del AASHTO LRFD 2014.		
2.4. Identificación	El puente no tenía rótulos en ninguno de los accesos.	1	1	Colocar rótulos en ambos accesos que indiquen además del nombre del puente el número de la ruta.		
2.5. Señalización	No habían captaluces a lo largo de la línea de centro del puente (Ver Figura 2).	3	3	Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro y marcadores de objetos en los accesos del puente.		
<ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	Se observó que tanto la línea centro como las líneas de borde se encontraban en mal estado y por lo tanto es de esperar que su nivel de retro-reflexión sea muy bajo (Ver Figura 2). No se observaron marcadores de objeto en ninguno de los accesos (Ver Figura 1). Las deficiencias mencionadas aumentan el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente en condiciones de poca visibilidad.			Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces.		
2.6. Iluminación	El puente no tenía iluminación.			0	1	Se considera que no es evidente la necesidad de iluminación siempre y cuando se mejore la condición indicada en 2.5. <i>Señalización</i> .

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 16/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	La superficie de rodamiento es la superficie superior de la losa de concreto del puente, la cual presentaba desgaste superficial evidente por la exposición del agregado grueso (Ver Figuras 7 y 8). El progreso del desgaste superficial del concreto aumenta el riesgo de que el acero de refuerzo de la losa quede con insuficiente recubriendo o incluso expuesto y además aumenta la vulnerabilidad de los vehículos a accidentes al disminuir la fricción durante el frenado.	NA	NA	Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento. Ver recomendaciones del punto 4.1. <i>Tablero</i> .
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	Se observó acumulación de sedimentos en los bordillos del puente (ver Figura 2), lo cual aumenta el riesgo de acumulación de agua sobre la superficie, lo cual podría provocar el hidropneumático de los vehículos. La longitud de los ductos de salida del sistema de drenaje era insuficiente según las recomendaciones de AASHTO LRFD. 2014 (ver Figura 3). La descarga directa de agua sobre elementos estructurales aumenta su vulnerabilidad al deterioro.	1	1	Limpiar los bordillos y ductos de drenaje del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica. Evaluar la necesidad de colocar extensiones en las salidas de los orificios de drenaje de la superestructura que cumplan con los requerimientos de la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 17/43
		VERSIÓN 03

Tabla No. 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.3. Juntas de expansión	<p>Las juntas de expansión de ambos accesos habían perdido por completo el material de sello entre el bastión y la superestructura . Lo anterior provocaba que el concreto tanto de la viga cabezal del bastión como de la superestructura evidenciara deterioro, la junta acumulación de sedimento (Ver Figura 5) y el bastión filtración de agua (Ver Figura 15). Con el paso de vehículos pesados sobre las juntas de expansión se escuchaban sonidos fuertes.</p> <p>El mal estado o ausencia del sello de las juntas de expansión así como la acumulación de sedimento aumentan la vulnerabilidad de las juntas y de los elementos conexos a daños por condiciones de servicio, condiciones ambientales y eventos sísmicos, aumentando con ello paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	3	3	<p>Limpiar las obstrucciones observadas en las juntas de expansión.</p> <p>Reparar el deterioro evidenciado por el concreto de los bordes de las juntas.</p> <p>Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente.</p>
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.
3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	<p>En ambos accesos se identificó pérdida del material del relleno de aproximación en los taludes laterales y en los taludes al frente de los bastiones (Ver el punto 5.3. <i>Cimentaciones</i>), siendo el caso más crítico el del acceso 1 (Ver Figura 5).</p> <p>La pérdida de material de los rellenos de aproximación aumenta el riesgo de daños a las losas de aproximación.</p>	2	3	<p>Restituir el relleno de aproximación y conformar los taludes de manera tal que se evite la pérdida de material. Revisar el estado de las losas de aproximación para determinar las acciones a seguir.</p> <p>Ver recomendaciones de 3.7. <i>Sistema de drenaje de os accesos</i>.</p> <p>Ver recomendaciones de 5.3. <i>Cimentaciones</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 18/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.6. Losa de aproximación	<p>Las losas de aproximación de ambos accesos estaban cubiertas por una sobrecapa de asfalto no incluida en planos constructivos, que en la zona de las juntas de expansión generaban discontinuidades al paso de vehículos debido a su deterioro (Ver Figura 4). El uso parcial de sobrecapas de asfalto produce diferencias de elevación en la superficie de rodamiento de los vehículos que aumentan el riesgo de daño en los elementos conexos debido al aumento en el impacto de las llantas de los vehículos</p> <p>En los bordillos de seguridad de ambos accesos se observó daño por aplastamiento del concreto y deflexión excesiva (Ver Figura 12). Ver también observaciones de 5.1. <i>Apoyos en bastiones</i>. El daño observado aumenta el riesgo de deterioro del acero de refuerzo del bordillo de seguridad en los accesos.</p> <p>Ver 3.5. <i>Rellenos de aproximación y taludes de accesos</i>.</p>	1	2	<p>Evitar colocar sobrecapas de asfalto sobre las losas de aproximación de concreto, a menos que los planos de una readecuación para el puente indique lo contrario por consideraciones de diseño. Ver también recomendaciones de 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p> <p>Reparar los daños observados en los bordillos de seguridad de ambos accesos. Ver también recomendaciones de 5.1. <i>Apoyos en bastiones</i>.</p> <p>Ver recomendaciones de 3.5. <i>Rellenos de aproximación y taludes de accesos</i>.</p>
3.7. Muros de retención de los accesos	Los desniveles se resolvieron por medio de taludes y por lo tanto no se observó la existencia de muros de contención.	NA	NA	No hay recomendaciones.
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	El puente no contaba con un sistema de drenaje en los accesos (ver Figura 1). La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos aumenta el riesgo de erosión de los taludes de los rellenos de aproximación. Ver el punto 3.5. <i>Rellenos de aproximación y taludes de accesos</i>	NA	NA	Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
3.9. Vibración	La vibración del puente es considerable ante el tránsito de vehículos pesados y no era amortiguada inmediatamente.	NA	NA	No hay recomendaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 19/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura de vigas de concreto.

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm (ver Figura 6). La superficie superior de la losa presentaba desgaste superficial y una alta incidencia de desprendimientos del agregado grueso del concreto (Ver figura 7). Se evidenció una abertura superior de las juntas de construcción de más de 1,50mm en algunos casos (ver Figura 8). En la zona inferior sureste de la losa se observó una reparación aún con la formaleta de madera la cual evidenciaba humedad (Ver Figura 9).</p> <p>El agrietamiento observado y el deterioro superficial de las juntas de construcción aumenta la vulnerabilidad a que el daño progrese en ambas superficies (superior e inferior) y aumenta el riesgo de deterioro del acero de refuerzo de la losa.</p>	1	3	<p>Realizar una evaluación estructural y sísmica del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de sustituir o no la losa.</p> <p>En caso de que se decida no sustituir la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro.</p> <p>Remover la formaleta del extremo sureste para verificar el estado de la reparación efectuada en la losa y de acuerdo a lo observado tomar las acciones en caso de ser necesario.</p>
4.2. Vigas principales de concreto	<p>En el extremo este de varias de las vigas principales de concreto se observaron desprendimientos de concreto y corrosión del acero de refuerzo (Ver Figura 10).</p> <p>La condición descrita para aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	1	3	Realizar la reparación del daño observado.
4.3. Vigas Diafragma	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 20/43

Tabla No. 5. Estado de conservación de la subestructura.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones	<p>En la mayoría de los apoyos se observó deformación permanente (rotación) de los pernos siendo el caso más crítico el de los pernos del bastión B2 (Ver Figura 11), que precisamente son los apoyos fijos del puente. Esta deformación se vió también reflejada en los bordillos de seguridad de ambos accesos, los cuales evidenciaron daños por aplastamiento del concreto así como deflexión excesiva (Ver Figura 12). Adicionalmente ambos bastiones evidenciaron rotación, siendo el caso más crítico el del bastión B2 (Ver Figura 13). Los daños descritos son evidencia de daños debido a la componente longitudinal sísmica.</p> <p>Las zonas de los apoyos mostraban acumulación de sedimentos y desechos sólidos (Ver Figura 11 y 14).</p> <p>Las placas de acero así como los pernos de los apoyos mostraban corrosión y en algunos casos el estado de deterioro era severo incluyendo pérdida importante de la sección transversal (Ver Figura 11(b)).</p> <p>Las almohadillas elastoméricas de los apoyos mostraban deterioro (Ver Figura 11). La humedad constante en la zona de apoyos acelera el proceso de corrosión del acero de los elementos metálicos de anclaje y el deterioro de las almohadillas elastoméricas. El deterioro del material elastomérico y el estado avanzado de corrosión de las placas y pernos podría producir un mal funcionamiento del apoyo y generar esfuerzos que podrían conllevar a daños en la superestructura.</p>	2	4	<p>Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014, los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013) y el Manual de rehabilitación sísmica FHWA (2006) para definir las medidas de intervención necesarias en el puente tomando en cuenta el comportamiento y daño observado.</p> <p>Se recomienda sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente.</p> <p>Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.</p> <p>Ver la recomendación del punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	VERSIÓN 03
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 21/43

Tabla No. 5. Estado de conservación de la subestructura (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.2. Bastiones y aletones	<p>En el bastión B1 se observó rotación del orden de 1° producto de la acción sísmica (Ver Figura 13(b)). En el caso del bastión B2 la rotación era más crítica con un valor mayor a 1° que coincide con la ubicación de los apoyos fijos del puente (Ver Figura 13(a)). La rotación observada en los bastiones aumenta su vulnerabilidad ante futuros eventos sísmicos y el riesgo de daño por la acción de las cargas de servicio. Ver 5.1 <i>Apoyos en bastiones</i>.</p> <p>Se observaron manchas de humedad por filtración de agua a través de las juntas de expansión así como acumulación de sedimentos y desechos sólidos (Ver Figuras 14 y 15). El contacto constante de los bastiones con la humedad podría acelerar su deterioro.</p>	2	4	<p>Realizar una evaluación estructural y sísmica del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de intervenir los bastiones tomando en cuenta la rotación observada.</p> <p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>.</p>
5.3. Cimentaciones	<p>Las cimentaciones de ambos bastiones presentaban socavación y pilotes expuestos, siendo el caso más severo el del bastión B1 (Ver Figuras 15 y 16). Además, el bastión B1 presentaba agrietamiento en una de las interfases pilote-bastión (Ver figura 15). Ver 5.1 <i>Apoyos en bastiones</i> y 5.2 <i>Bastiones y aletones</i>.</p> <p>Los pilotes son de acero y al estar expuesto evidenciaban corrosión (Ver Figura 16.)</p> <p>La exposición de las cimentaciones disminuye su capacidad de soporte, viéndose comprometida la estabilidad del bastión y por ende de toda la estructura.</p> <p>La exposición de los pilotes de acero aumenta su vulnerabilidad a la corrosión lo cual en el tiempo aumenta el riesgo de pérdida importante de sección transversal y por lo tanto de capacidad.</p>	2	4	<p>Realizar una evaluación hidrológica-hidráulica del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de intervenir las cimentaciones tomando en cuenta su vulnerabilidad a la socavación.</p> <p>Independientemente del grado de intervención que se decida realizar en las cimentaciones, se recomienda que de inmediato se repare el grado de socavación observado para evitar que este siga avanzando, procurando no reconstruir la vulnerabilidad actual a la socavación. Ver la recomendación del punto 5.2 <i>Bastiones y aletones</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 22/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 6. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	La longitud de asiento es de 1050mm como mínimo., la cual es mayor a la longitud mínima requerida en la sección 4.7.4.4 de la norma AASHTO LRFD 2014 y considerando la importancia del puente según los <i>Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes del 2013</i> , que es de 480mm.	0	1	Ver la recomendación del punto 5.1 <i>Apoyos en bastiones</i> .
6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte)	El puente contaba con bloques de concreto en los extremos de las secciones transversales de ambos bastiones (Ver figura 15).	1	2	Aún y cuando se observaron bloques de concreto transversal, dados los daños descritos en 5.1 <i>Apoyos en bastiones</i> como consecuencia de la acción sísmica, se recomienda evaluarlos para determinar si requieren acciones correctivas.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 23/43	VERSIÓN 03

Tabla No. 6. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica
(continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.3. Protección de taludes de relleno	El puente no contaba con taludes en los rellenos de aproximación.	NA	NA	No hay recomendaciones.
6.4. Protección de taludes frente al bastión	<p>Los taludes frente a ambos bastiones carecían de algún tipo de protección y se observó socavación de las cimentaciones (Ver Figura 15). En los planos se especificaba un "zampeado" con lechada en el acceso 1 pero sin llegar al cabezal del bastión.</p> <p>La erosión del talud frente a los bastiones podría incrementar aún más la socavación del relleno alrededor de los pilotes aumentando su vulnerabilidad a dañarse.</p>	2	3	Seguir la recomendación del punto 5.3 <i>Cimentaciones</i> .
6.5. Cauce del río	No se observaron problemas con el cauce del río el día de la evaluación visual del puente.	NA	NA	No hay recomendaciones. Ver la recomendación del punto 5.3 <i>Cimentaciones</i> .

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 24/43	VERSIÓN 03



Figura 1. Pretiles rígidos del puente dañados por colisión, ausencia de marcadores de objeto y sistema de drenajes, y detalles constructivos inadecuados de guardavías en ambos accesos. Caso del acceso 1.

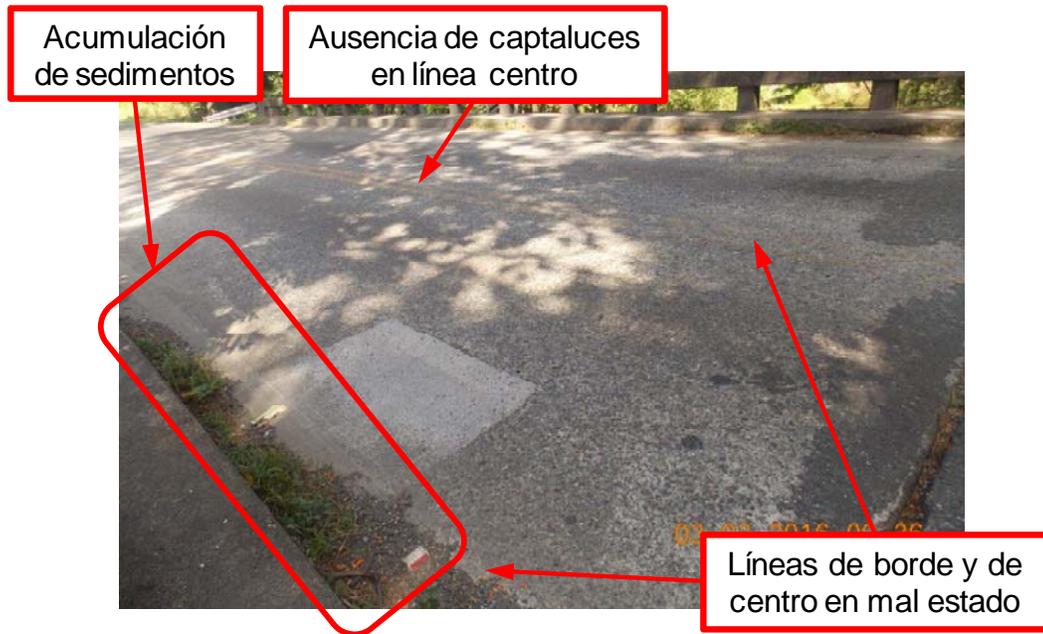


Figura 2. Estado de conservación deficiente de la señalización así como acumulación de sedimentos en los bordillos.

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 24 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 25/43



Figura 3. Longitud insuficiente de los ductos de drenaje según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 del AASHTO LRFD 2014.

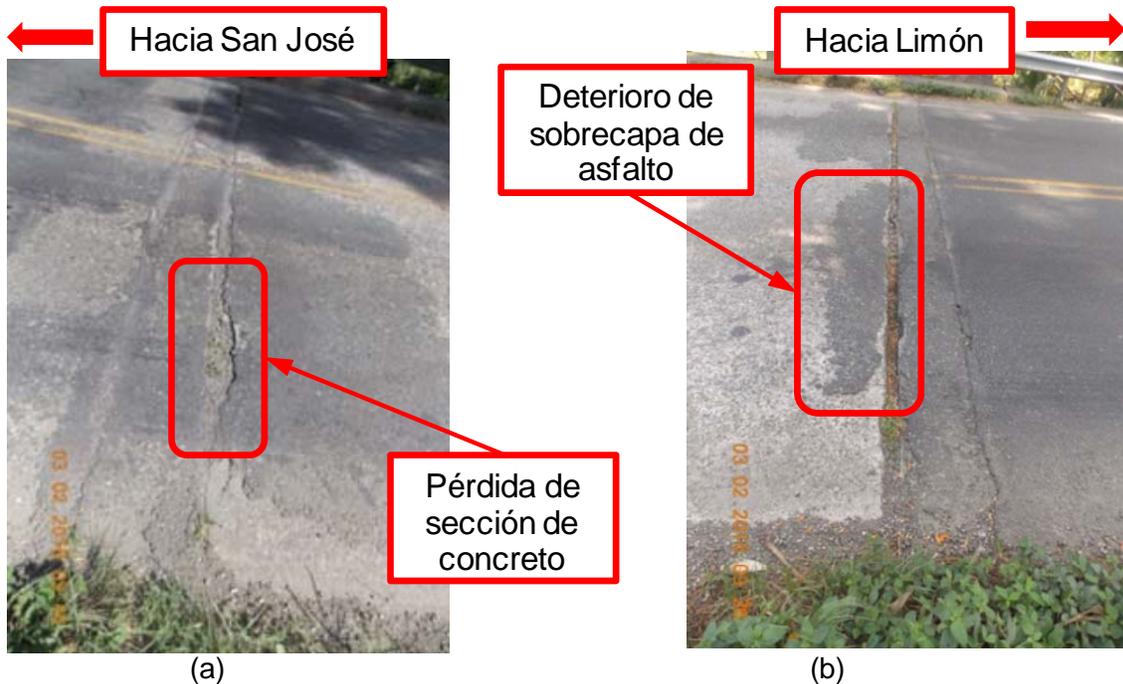


Figura 4. Estado de deterioro de las juntas de expansión en los accesos con pérdida total del material de sello y acumulación de sedimentos: (a) Caso del acceso 1 (San José); (b) Caso del acceso 2 (Limón).

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 26/43	VERSIÓN 03



Figura 5. Pérdida de material del relleno de aproximación del acceso 1.



Figura 6. Agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm observado en la superficie inferior de la losa de concreto.

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 26 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016		Página 27/43



Figura 7. Desgaste superficial de losa de concreto así como desprendimientos del agregado grueso del concreto señalados en rojo.



Figura 8. Abertura superior de más de 1,50mm de las juntas de construcción.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 28/43	VERSIÓN 03



Figura 9. Reparación de la losa en el extremo sureste cuya formaleta evidencia humedad.



Figura 10. Desprendimiento de concreto y corrosión de acero de refuerzo en extremo de viga principal.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 29/43

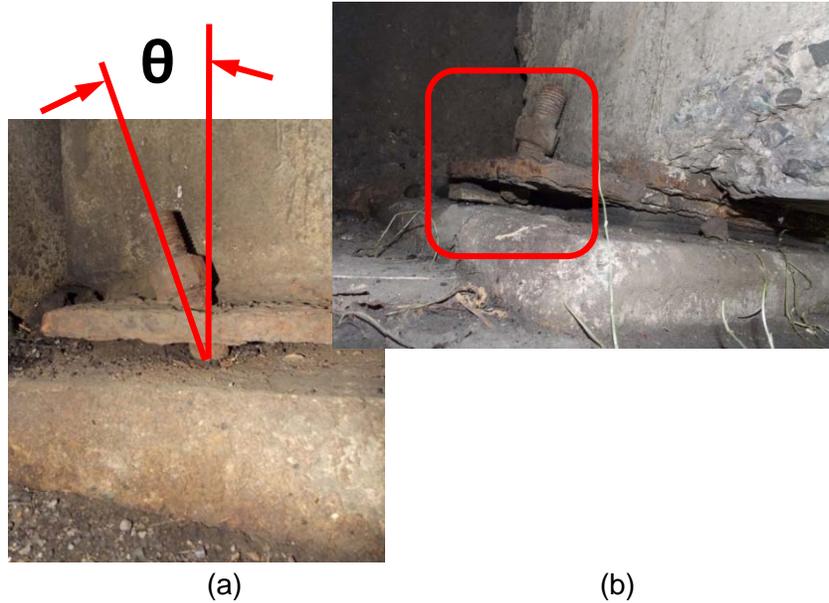


Figura 11. Estado de deterioro y corrosión de los apoyos, así como deformación de los pernos de anclaje debido a la acción sísmica, caso del bastión B2: (a) Deterioro y deformación permanente del perno; (b) Pérdida completa de una longitud del perno.

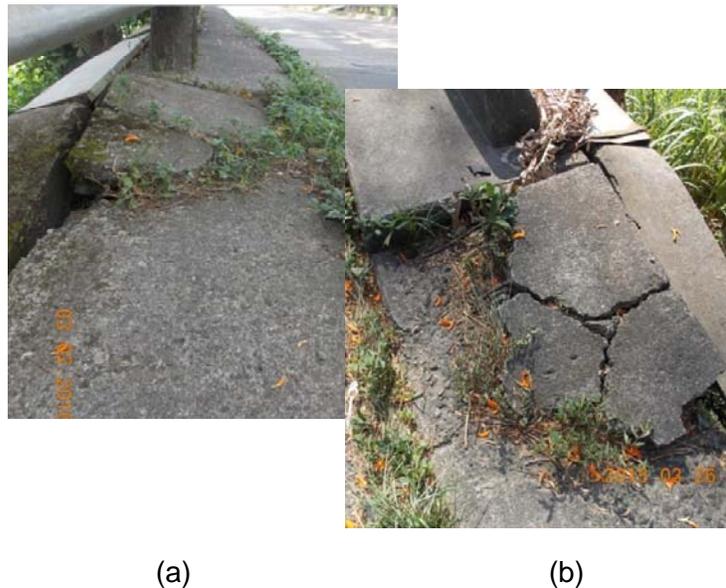


Figura 12. Evidencia de daño sísmico longitudinal en los accesos: (a) Acceso sureste; (b) Acceso suroeste.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 30/43

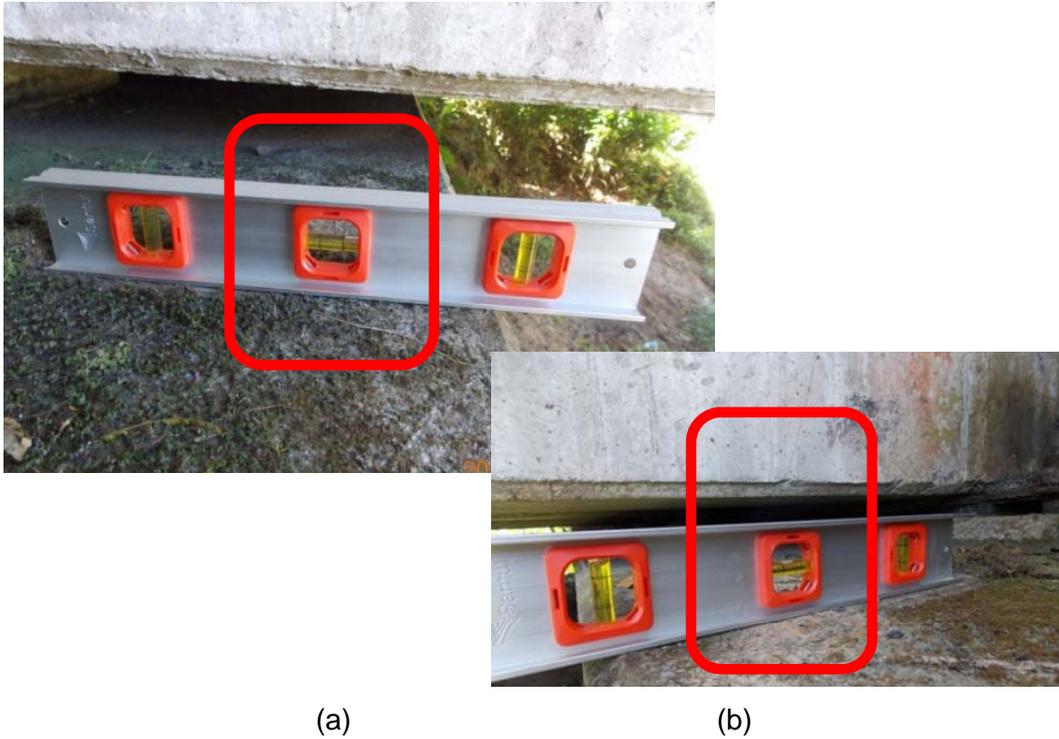


Figura 13. Rotación de ambos bastiones: (a) Bastión B2 el cual es el caso más crítico; (b) Bastión B1 con rotación de aproximadamente 1°.



Figura 14. Acumulación de humedad y desechos sólidos, caso del bastión 2 (B2).

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 30 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 31/43	VERSIÓN 03

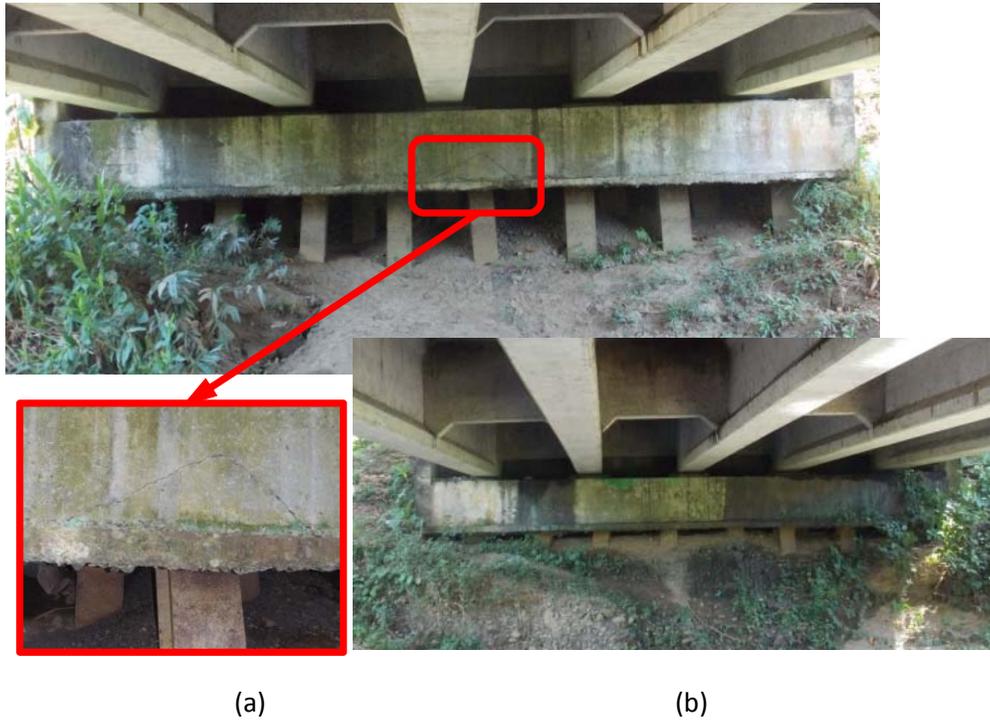


Figura 15. Manchas de humedad y socavación de las cimentaciones: (a) Bastión B1 con detalle de grieta en conexión pilote-bastión; (b) Bastión B2.



Figura 16. Detalle nivel de socavación y de pilote expuesto con corrosión, caso del bastión B1.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 32/43	VERSIÓN 03

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente sobre el río Aguas Claras ubicado en la Ruta Nacional No. 32. Las Tablas No. 2 a No. 5 resumen la condición de deterioro del puente y proveen algunas recomendaciones generales.

Con base en lo observado y la metodología descrita en el ANEXO A, se concluye que el estado de conservación del puente es considerado como SERIA:

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
4	SERIA	Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios	<u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa

La calificación anterior se brindó por lo siguiente:

- a. La acción de la componente longitudinal sísmica provocó que en la mayoría de los apoyos se observara deformación permanente (rotación) de los pernos siendo el caso más crítico el de los pernos del bastión B2 que precisamente son los apoyos fijos del puente. Esta deformación se vio también reflejada en los bordillos de seguridad de ambos accesos, los cuales evidenciaron daños por aplastamiento del concreto así como deflexión excesiva. Adicionalmente ambos bastiones evidenciaron rotación, siendo el caso más crítico el del bastión B2 con una rotación mayor a 1°.
- b. Las cimentaciones de ambos bastiones presentaban socavación y pilotes expuestos en su conexión con la cimentación, siendo el caso más severo el del bastión B2.

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 32 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 33/43	VERSIÓN 03

- c. En ambos accesos se identificó pérdida del material del relleno de aproximación en los taludes laterales y en los taludes al frente de los bastiones siendo el caso más crítico el del acceso 1.
- d. Corrosión de las placas de acero y pernos de los apoyos en algunos casos en un estado muy avanzado con pérdida de sección, así como deterioro de las almohadillas elastoméricas.
- e. Los daños, ausencia del sello y obstrucciones de las juntas de expansión.
- f. Ausencia de captaluces en la línea de centro. Respecto a la demarcación horizontal, se observó que tanto la línea centro como las líneas de borde se encontraban en mal estado y por lo tanto es de esperar que su nivel de retroreflexión sea muy bajo. No se observaron marcadores de objeto.

Además, se observó lo siguiente:

- g. Hay evidencia de que la barrera no cumplía con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2014. Además se observaron daños por colisión en los pretilos rígidos noreste y suroeste del puente.
- h. Los guardavías no estaban anclados al pretil rígido del puente ni al terreno en las terminaciones . Adicionalmente el número de elementos verticales de soporte (postes) eran insuficientes .
- i. Ausencia de aceras.
- j. Desgaste superficial de la losa de concreto y una alta incidencia de desprendimientos del agregado grueso del concreto.
- k. Longitud insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje, según las recomendaciones de AASHTO LRFD 2014.

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 33 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 34/43	VERSIÓN 03

- I. Acumulación de sedimentos en los bordillos.
- m. Las losas de aproximación de ambos accesos estaban cubiertas por una sobrecapa de asfalto no incluida en planos constructivos, que en las juntas de expansión generaban discontinuidades al paso de vehículos debido a su deterioro.
- n. Ausencia de un sistema de drenaje en los accesos.
- o. La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm. En la zona inferior sureste de la losa se observó una reparación aún con la formaleta de madera la cual evidenciaba humedad
- p. En el extremo este de varias de las vigas principales de concreto se observaron desprendimientos de concreto y corrosión del acero de refuerzo

Por lo tanto, con el propósito de resolver los problemas observados se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014, los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013) y el Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006) para definir las medidas de intervención necesarias en el puente incluyendo los daños observados debido a la acción sísmica en los apoyos, bastiones y accesos, y la evaluación de los bloques de concreto en los extremos de las secciones transversales de ambos bastiones.
2. En caso de que como resultado de la evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente se decida no sustituir la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro. Remover la formaleta del extremo sureste para verificar el estado de la reparación efectuada en la losa y de acuerdo a lo observado tomar las acciones en caso de ser necesario.

Informe LM-PI-UP-PN12-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 34 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 35/43	VERSIÓN 03

3. Reparar los daños por colisión observados en los pretilos rígidos de los accesos. En caso de que se decida rehabilitar o intervenir la losa de concreto, realizar una evaluación detallada para verificar si la barrera vehicular del puente cumple con las especificaciones para barreras de contención vehicular de AASHTO LRFD 2014, con el fin de decidir si se debe sustituir, rehabilitar a una barrera que cumpla con las especificaciones o si sólo se deben reparar los daños por colisión observados.
4. Anclar adecuadamente los guardavías al pretil rígido del puente y al terreno en las terminaciones, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
5. Evaluar la necesidad de construir aceras que cumplan con los requisitos de la Ley 7600 y con las medidas de seguridad vial de la Sección 13 del AASHTO LRFD 2014.
6. Realizar una evaluación hidrológica-hidráulica del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de intervenir las cimentaciones tomando en cuenta su vulnerabilidad a la socavación. Independientemente del grado de intervención que se decida realizar en las cimentaciones, se recomienda que de inmediato se repare el grado de socavación observado para evitar que este siga avanzando, procurando no reconstruir la vulnerabilidad actual a la socavación.
7. Restituir el relleno de aproximación y conformar los taludes de manera tal que se evite la pérdida de material. Revisar el estado de las losas de aproximación para determinar las acciones a seguir.
8. Evitar colocar sobrecapas de asfalto sobre las losas de aproximación de concreto, a menos que los planos de una readecuación para el puente indique lo contrario por consideraciones de diseño. Reparar los daños observados en los bordillos de seguridad de ambos accesos.
9. Se recomienda sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente. Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 36/43	VERSIÓN 03

10. Limpiar las obstrucciones observadas en las juntas de expansión. Reparar el deterioro evidenciado por el concreto de los bordes de las juntas. Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y ambientales del puente.
11. Colocar rótulos en ambos accesos que indiquen además del nombre del puente el número de la ruta.
12. Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro y marcadores de objetos en los accesos del puente. Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces.
13. Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.
14. Limpiar los bordillos y ductos de drenaje del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica. Evaluar la necesidad de colocar extensiones en las salidas de los orificios de drenaje de la superestructura que cumplan con los requerimientos de la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014.
15. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
16. Realizar la reparación del desprendimiento de concreto y corrosión del acero de refuerzo observado en el extremo este de varias de las vigas principales de concreto.

Estas recomendaciones se asume que serán 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.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 37/43	VERSIÓN 03

7. REFERENCIAS

1. AASHTO (2014). *LRFD Bridge Design Specifications. Seventh Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. CFIA (2013). *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
3. MOPT (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes: CR-2010*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
4. MOPT (2013). *Anuario de Información de Transito 2013*. Dirección de Planificación Sectorial. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
5. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015). *Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
6. Valverde-González, G.(2011). *Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera*. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 38/43	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 39/43	VERSIÓN 03

ANEXO A

Criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 40/43	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

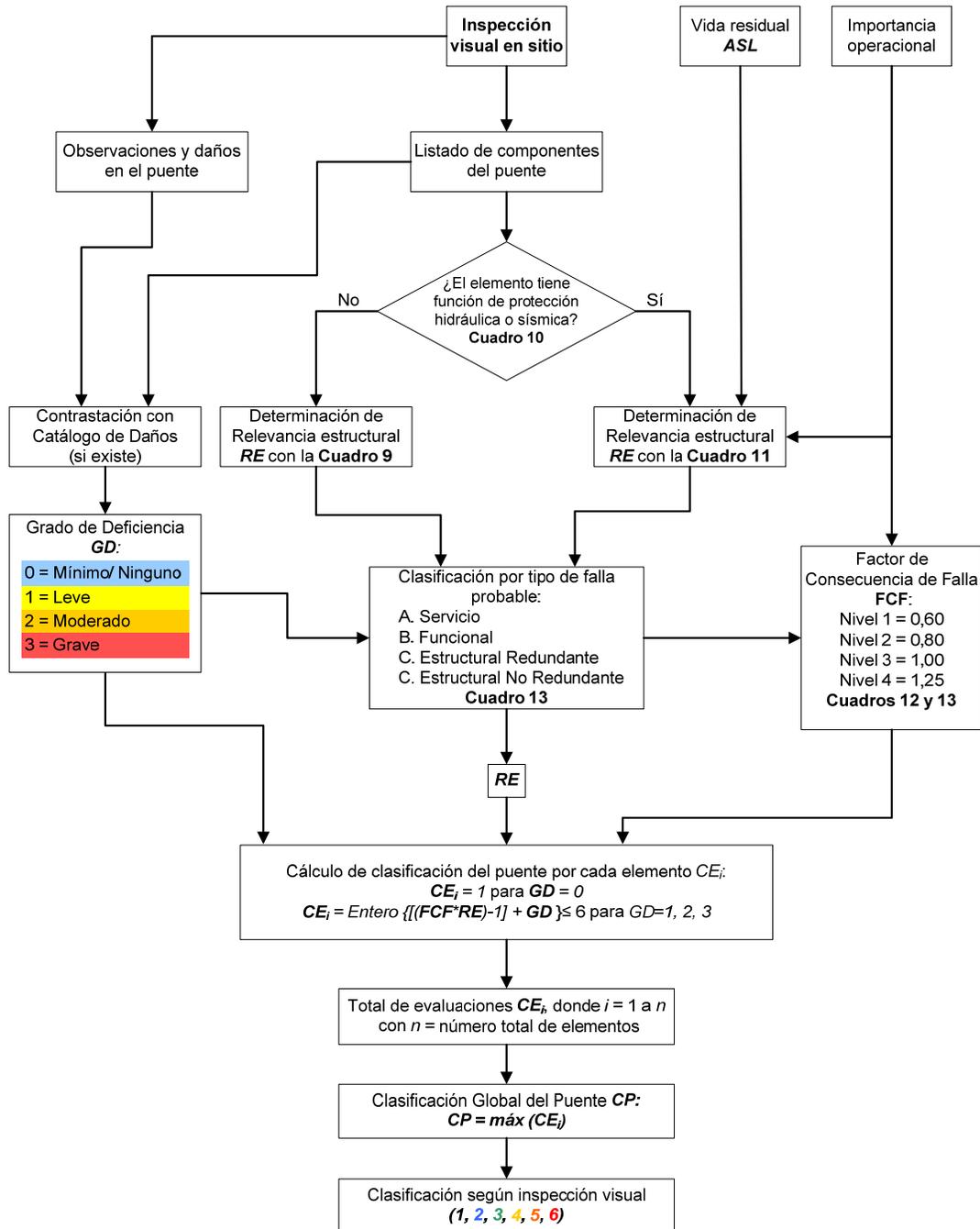


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 42/43	VERSIÓN 03

Tabla A-1. Descripción de los niveles de calificación cualitativa de la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
1	SATISFACTORIA	Estado bueno. Sin daño o daños son leves. La estabilidad estructural, seguridad vial y durabilidad están asegurados	Mantenimiento rutinario (Se asume que está programado para todos los puentes de la Red Vial Nacional)
2	REGULAR	Deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad o progresión del daño. Deficiencias en aspectos de seguridad vial	Reparaciones se programan en conjunto con el siguiente mantenimiento rutinario del puente
3	DEFICIENTE	Deficiencia importante pero los componentes del puente funcionan aún de forma adecuada. Daño o defecto en seguridad vial peligroso	Es necesario programar la reparación previo al próximo mantenimiento rutinario
4	SERIA	Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios	<u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa
5	ALARMANTE	Situación crítica. La estabilidad del puente puede estar comprometida en un periodo de tiempo corto gracias a la progresión del daño. Procurar reparación o tratamiento inmediato para asegurar estabilidad y evitar daños irreversibles en los elementos	<u>Atención prioritaria.</u> Se debe señalar la condición estructural peligrosa del puente y los trabajos de reparación son prioritarios. Evaluar la capacidad estructural residual del puente para juzgar si es necesario restringir la carga permitida
6	RIESGO INACEPTABLE o FALLA INMINENTE	Condición de deterioro inaceptable en puentes de importancia muy alta o situación de puente inestable con riesgo alto de colapso de la estructura. Daño severo en un elemento crítico o daños severos extendidos sobre varios elementos principales. Daño irreversible que posiblemente requiera el cambio del puente o la sustitución de elementos dañados	<u>Atención inmediata.</u> Cerrar el puente o restringir el paso de vehículos pesados (según criterio de la Administración). Evaluar necesidad de colocación de soportes temporales o un puente temporal. Estudio estructural del puente y propuesta de reparación o cambio del puente

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN12-2016	Página 43/43	VERSIÓN 03

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

Nombre del puente	Puente río Aguas Claras (RN 32)	Importancia Operacional (LDSP 2013)	Crítico	Código Importancia	CR
Fecha Evaluación	03/02/2016	TPD (veh/día)	8135	Edad (años)	42
Año de construcción o diseño	1974	Vida de diseño según código (años)	50	Vida de servicio remanente (LDSP 2013)	8 ASL1

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS	TIPO DE FALLA	FCF	CE _i
Barrera vehicular (puente)	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.1	B	0,8	2
Barrera vehicular (accesos)	1	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.2	A	0,6	2
SEGURIDAD Aceras	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.3	B	0,8	2
VIAL Señalización Vial	1	3	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.5	A	0,6	3
Rotulación Carga/Altura Máxima	1	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.4	A	0,6	1
Iluminación	1	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.6	A	0,6	1
ACCESORIOS Superficie de rodamiento (puente)	No Aplica		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.1			
Sistema de drenaje del puente	1	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.2	A	0,6	1
Juntas de expansión	1	3	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.3	A	0,6	3
ACCESOS Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.4	A	0,6	1
Relleno de aproximación	2	2	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.5	B	0,8	3
Losa de aproximación	2	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.6	B	0,8	2
Muros de contención en accesos	No Aplica		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.7			
SUPERES-Tablero	3	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	C	1	3
TRUCTURA Vigas principales de concreto	3	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.2	C	1	3
TIPO VIGAS Vigas diafragma de concreto	2	0	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.3	B	0,8	1
Apoyos	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.1	C	1	4
SUBESTRUC- Aletones	2	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	B	0,8	1
TURA Bastiones: Viga cabezal	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	C	1	4
Bastiones: Cuerpo	No Aplica	0				
Bastiones: Cimentación	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.3	C	1	4
ELEMENTOS Longitud de asiento (pedestales)	2	0	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	B	1	1
DE Llaves de corte	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6,2	B	1	2
PROTECCIÓN Cadenas/ anclajes/ postensión externa	No Aplica					
SÍSMICA Dispositivos especiales	No Aplica					
ELEMENTOS Protección de taludes de rellenos	No Aplica		Ver Tabla No. 6; Elemento 6.3	B		
DE Escollera de protección	2	2	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	B	1	3
PROTECCIÓN Protección de socavación en pilas	No Aplica					

CP =	4
	Condición Seria

Figura A-2. Metodología para evaluar la condición del puente