

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 1/45	VERSIÓN 03

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UP-PN13-2016

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

Preparado por:
**Unidad de Puentes
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica
 13 de junio, 2016

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 2/45	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-PN13-2016		Página 3/45 VERSIÓN 03

1. Informe: LM-PI-UP-PN13-2016		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO ESCONDIDO 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 Escondido 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 Escondido, Evaluación		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 45
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	

	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE INSPECCIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016</p>	<p>Página 4/45</p>	<p>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-PN13-2016	Página 5/45	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.....	34
7. REFERENCIAS.....	40
ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	41

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 6/45	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-PN13-2016	Página 7/45	VERSIÓN 03

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación visual de la condición del puente sobre el río Escondido, 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 25 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-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 7 de 45
----------------------------	---------------------------------------	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 8/45	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 Escondido. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito de Carrandi, del cantón de Matina, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°01'29,45"N de latitud y 83°13'29,71"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica MOIN 1:50 000.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 9/45	VERSIÓN 03



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

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 9074 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 INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 10/45	VERSIÓN 03



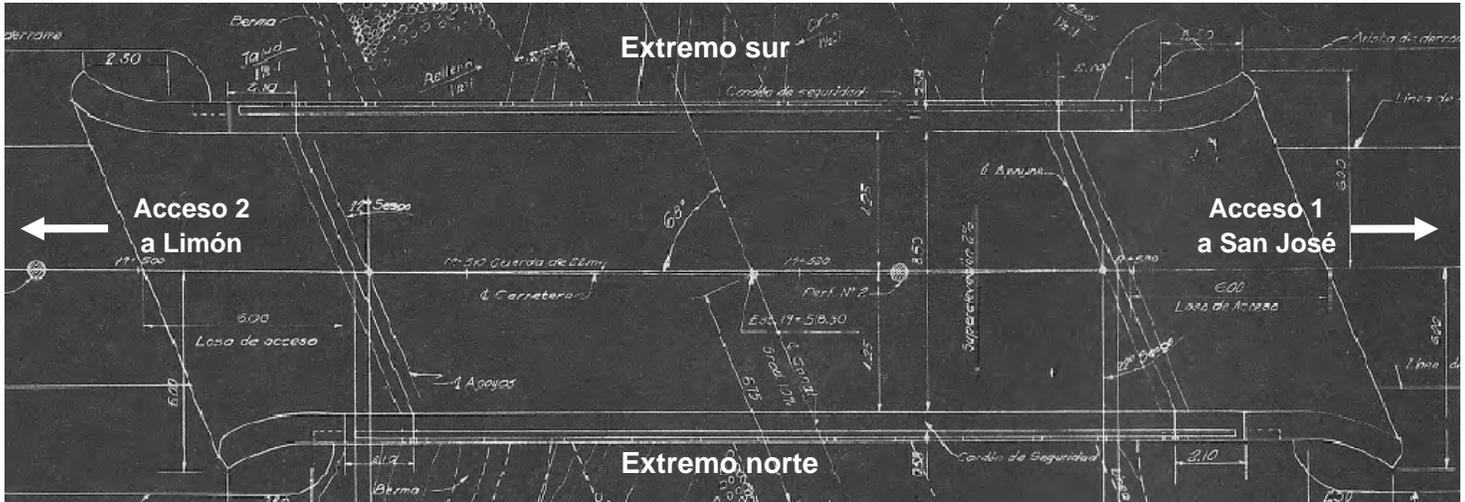
Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro



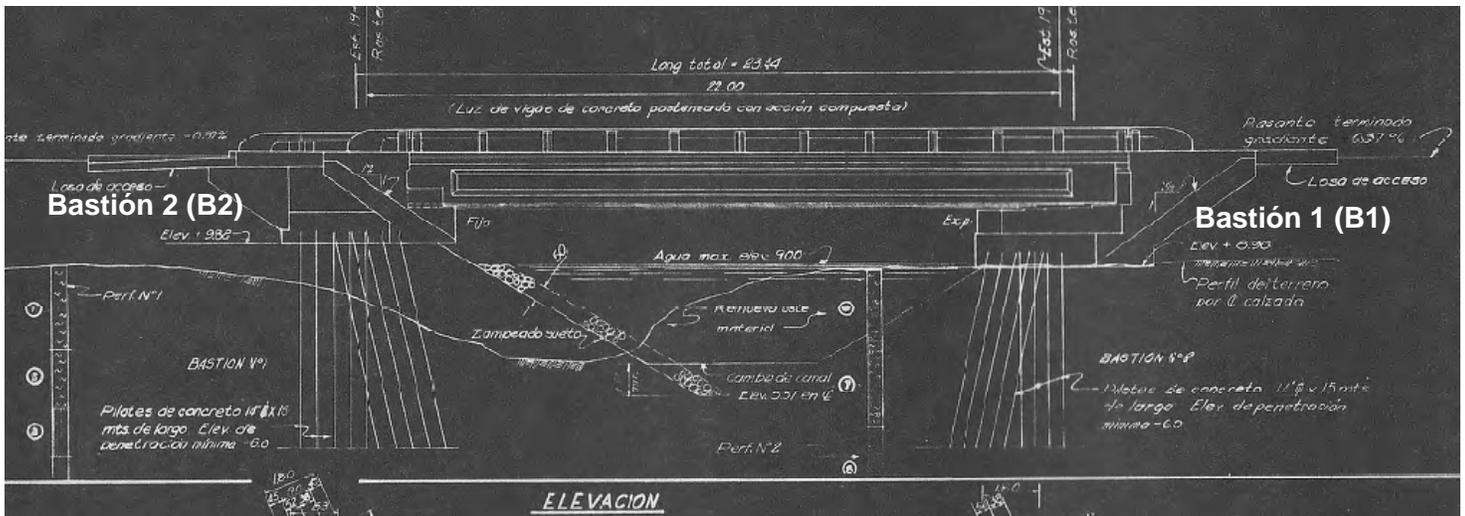
Figura C. Vista lateral

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 10 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 11/45	VERSIÓN 03



(a) Planta



(b) Elevación

Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el río Escondido.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 12/45

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	22,7
	Ancho total (m)	10,32
	Ancho de calzada (m)	8,6
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Sesgado (22°)
	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	Losa 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	Bastión 1: cimentación sobre pilotes de concreto reforzado Bastión 2: pilotes de concreto reforzado
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-PN13-2016	Página 13/45	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.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 14/45

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 en 1968 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>	2	3	<p>Se recomienda reparar los daños por colisión observados.</p> <p>Si se decide rehabilitar la losa del puente según lo indicado en 4.1 <i>Tablero</i>, 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.</p>
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	<p>El tipo de terminal que se utilizó en los guardavías implica un riesgo para los usuarios en caso de impacto frontal con la terminación (Ver figura 2). Adicionalmente, los guardavías no estaban anclados al pretil rígido del puente, lo cual aumenta el riesgo de un funcionamiento inadecuado en caso de colisión vehicular en esa zona (Ver figura 2).</p>	2	2	<p>Anclar los guardavías al pretil rígido del puente y brindar una terminal que no represente un peligro para los usuarios de la vía en caso de una colisión frontal, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).</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-PN13-2016	Página 15/45

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.3. Aceras y sus accesos	<p>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.</p> <p>El día de la visita de fiscalización no se evidenció tráfico peatonal de importancia, pero el puente se ubica en una zona con varios poblados en ambos accesos por lo que hay probabilidades de que se presenten situaciones de tráfico peatonal mayores.</p>	1	2	<p>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, según las condiciones de tráfico peatonal y vehicular del puente acorde con su vida útil.</p>
2.4. Identificación	<p>El puente tenía rótulos en ambos accesos pero no se indicaba el número de la ruta.</p>	0	1	<p>Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en los rótulos.</p>
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<p>No habían captaluces a lo largo de la línea de centro del puente (Ver figura 3).</p> <p>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 retrorreflexión sea muy bajo (Ver figura 3).</p> <p>No se observaron marcadores de objeto en ninguno de los accesos (Ver figura 2).</p> <p>Las deficiencias mencionadas aumentan el riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente en condiciones de poca visibilidad.</p>	3	3	<p>Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro y marcadores de objetos en los accesos del puente.</p> <p>Pintar las líneas de centro y de borde en el puente de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010.</p> <p>Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces.</p>
2.6. Iluminación	<p>El puente no tenía iluminación.</p>	0	1	<p>Se considera que no es evidente la necesidad de iluminación siempre y cuando se mejore la condición indicada en 2.5. <i>Señalización</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 16/45	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	<p>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 8 y 9). 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.</p>	NA	NA	<p>Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.</p>
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	<p>Se observó acumulación de sedimentos en los bordillos del puente (ver figura 3), lo cual aumenta el riesgo de acumulación de agua sobre la superficie, lo cual podría provocar el hidropneumático de los vehículos.</p> <p>La longitud de los ductos de salida del sistema de drenaje era insuficiente según las recomendaciones de AASHTO LRFD. 2014 (ver figura 4). La descarga directa de agua sobre elementos estructurales aumenta su vulnerabilidad al deterioro.</p>	1	1	<p>Limpiar los bordillos y ductos de drenaje del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.</p> <p>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.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 17/45	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 el material de relleno entre la losa de aproximación y la viga cabezal del bastión, y en el caso del material de sello entre el bastión y la superestructura este se encontraba en mal estado (caso del acceso 2) o se había perdido por completo (caso del acceso 1). 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 6).</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	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 18/45	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 las juntas de expansión generaban discontinuidades al paso de vehículos debido a su deterioro (Ver figura 5). 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 los accesos se observó daño por aplastamiento del concreto siendo los casos más severos el sector noroeste y sureste del puente (Ver figuras 13(a) y 17). 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>	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>
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 2). La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos aumenta el riesgo de erosión de los taludes de los rellenos de aproximación.	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 perceptible ante el tránsito de vehículos pesados.	NA	NA	No hay recomendaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 19/45	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 7). La superficie superior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm (ver figura 8). En ambas superficies se observó un alta incidencia de desprendimientos localizados de concreto (ver figuras 7 y 8). Se evidenció además una abertura superior de las juntas de construcción de más de 1,50mm en algunos casos (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>	2	4	<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>
4.2. Vigas principales de concreto	<p>En el extremo este de una de las vigas principales de concreto se identificó agrietamiento aleatorio en el ala inferior de la sección "I" con un espesor de hasta 0,3mm (Ver figura 10).</p> <p>La condición descrita para la viga principal aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	1	3	Realizar la reparación del agrietamiento observado.
4.3. Vigas Diafragma	<p>En varias de las vigas diafragma del extremo oeste del puente se observó agrietamiento diagonal con evidencia de eflorescencia en una de ellas (Ver figura 11).</p> <p>La condición descrita para las vigas diafragma aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	1	2	Determinar primero la extensión del daño y luego realizar la reparación respectiva.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 20/45	VERSIÓN 03

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones	<p>Las zonas de los apoyos mostraban acumulación de sedimentos y piedras (Ver figura 6 y 12). Ver la observación del punto 6.5 <i>Cauce del río</i>.</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 12).</p> <p>Las almohadillas elastoméricas de todos los apoyos mostraban deterioro (ver figura 12). 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.</p> <p>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 las superestructuras.</p>	2	4	<p>Se recomienda limpiar la zona de los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.</p> <p>Ver la recomendación del punto 6.5 <i>Cauce del río</i>.</p> <p>Ver la recomendación del punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>.</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>
	<i>Continúa en la página siguiente.</i>			<i>Continúa en la página siguiente.</i>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 21/45	VERSIÓN 03

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones <i>(Continuación)</i>	<p>El sesgo con el que fue diseñado y construido el puente provocó que ante la acción sísmica la superestructura tendiera a rotar con respecto a un eje vertical (Ver figura 18). Lo anterior generó en parte que los pernos de los apoyos evidenciaran una deformación considerable (Ver figura 12). Adicional a los apoyos, esta rotación se evidenció también en la parte superior del puente provocando daño por aplastamiento del concreto de los bordillos de seguridad aguas abajo y desplazamiento lateral aguas arriba en el caso del Acceso 1, y viceversa en el caso del Acceso 2 (Ver figura 13 y figura 18).</p> <p>El sesgo que posee el puente aumenta su vulnerabilidad ante la acción sísmica y el riesgo de sufrir daños.</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>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 22/45
		VERSIÓN 03

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.2. Bastiones y aletones	<p>Se observaron manchas de humedad por filtración de agua a través de la junta de expansión en el bastión B1 y acumulación de sedimentos y piedras (ver figura 6). El contacto constante de los bastiones con la humedad podría acelerar su deterioro.</p> <p>En el bastión B1 se observó rotación ($>1^\circ$) con sentido hacia el Acceso 1 producto de la acción sísmica (Ver figura 14). En el caso del bastión B2 la rotación era del orden de 1°. 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.</p> <p>Se observó una grieta diagonal de 0,18mm de ancho en el sector norte de la pared del cabezal del bastión 2 (ver figura 15). La condición descrita aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	2	4	<p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>. Ver la recomendación del punto 6.5 <i>Cauce del río</i>.</p> <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 del bastión B1 y el agrietamiento diagonal del bastión B2.</p>
5.3. Cimentaciones	<p>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 (Ver figura 16 y figura 17). Además, el bastión B1 presentaba una sección de concreto de la cimentación dañada y desprendida (Ver figura 17).</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>	1	3	<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. 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.</p> <p>Ver la recomendación del punto 6.4 <i>Protección de taludes frente al bastión</i>. Ver la recomendación del punto 6.5 <i>Cauce del río</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 23/45	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 650mm 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 del sesgo del puente, se recomienda evaluarlos para determinar si requieren acciones correctivas.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 24/45 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	Los desniveles se resolvieron por medio de taludes y no se observaron daños.	0	1	No hay recomendaciones.
6.4. Protección de taludes frente al bastión	La protección del talud frente al bastión B2 construida de gaviones se encontraba deteriorada habiendo perdido en algunos casos la malla de alambre de acero (ver figura 16). 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.	1	2	Reparar la protección del talud frente al bastión B2. Ver la recomendación del punto 6.5 <i>Cauce del río.</i>
6.5. Cauce del río	No se observaron problemas con el cauce del río el día de la evaluación visual del puente. Las superficies superiores de los cabezales de los bastiones estaban cubiertas por piedras de río, lo cual era evidencia de que el agua llega hasta ese nivel durante una crecida y por ende el borde libre inferior es menor al valor de 1,5m requerido por el MOPT para una creciente con un período de retorno de 100 años (Ver figura 6), lo cual aumenta el riesgo de que la superestructura se dañe por el impacto de objetos arrastrados por la corriente del río, aumenta la vulnerabilidad de erosión de los taludes frente a los bastiones y aumenta el riesgo de deterioro de los apoyos.	NA	NA	Realizar un análisis hidrológico de la cuenca y un análisis hidráulico del puente para determinar las medidas a seguir. <i>Ver 6.4. Protección de taludes frente al bastión.</i>

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 24 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 25/45	VERSIÓN 03



(a)



(b)

Figura 1. Pretiles rígidos del puente dañados por colisión: (a) Caso suroeste; (b) Caso noreste con acero de refuerzo expuesto.



Figura 2. Ausencia de marcadores de objeto y sistema de drenajes, y detalles constructivos inadecuados de guardavías en ambos accesos. Caso del acceso 1.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 25 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 26/45	VERSIÓN 03



Figura 3. Estado de conservación deficiente de la señalización así como acumulación de sedimentos en los bordillos.

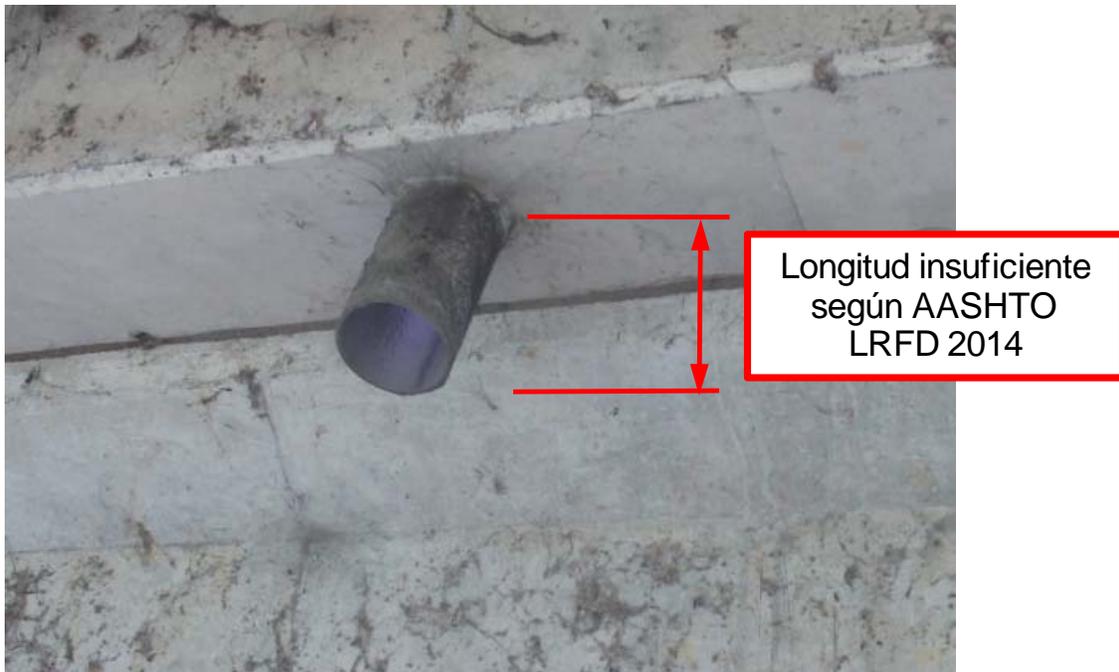


Figura 4. Longitud insuficiente de los ductos de drenaje según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 del AASHTO LRFD 2014.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 27/45	VERSIÓN 03

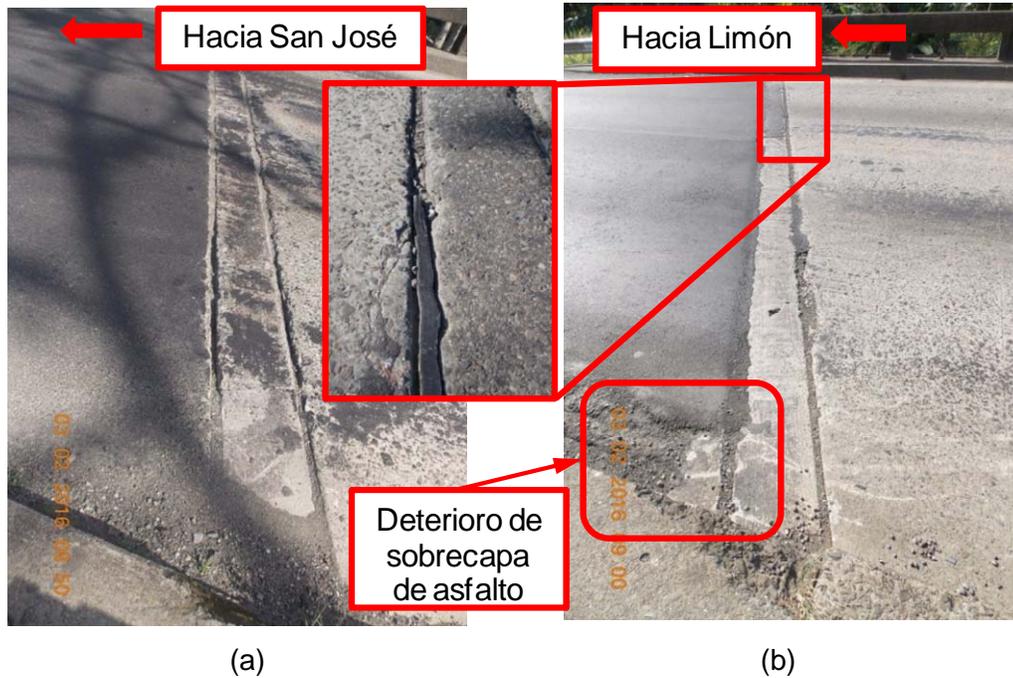


Figura 5. Estado de deterioro de las juntas de expansión en los accesos con pérdida total o deterioro del material de sello: (a) Caso del acceso 1 (San José); (b) Caso del acceso 2 (Limón).



Figura 6. Piedras de río y sedimentos sobre viga cabezal del bastión B1 lo cual evidencia que el borde libre es menor al valor de 1,5m requerido por el MOPT.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 27 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 28/45	VERSIÓN 03

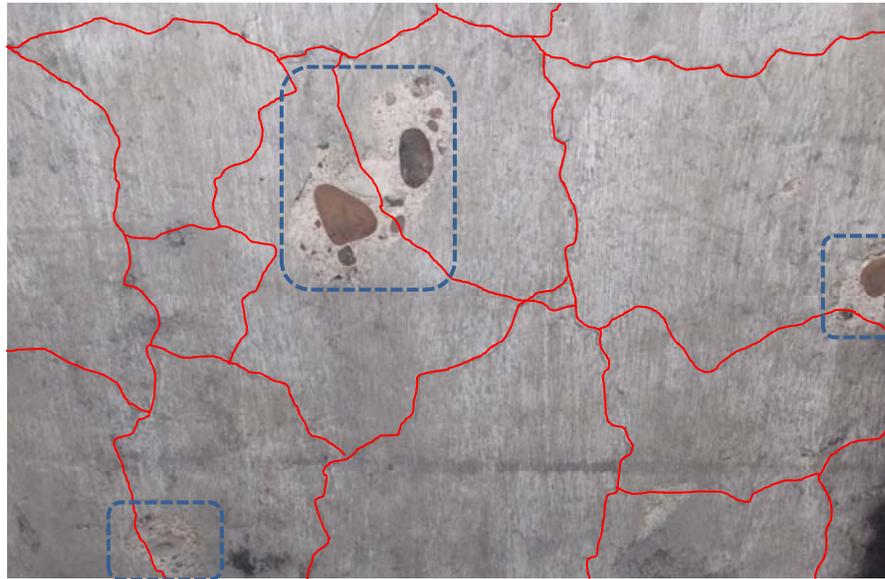


Figura 7. Desprendimientos (Señalados en azul) y agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm observado en la superficie inferior de la losa de concreto.

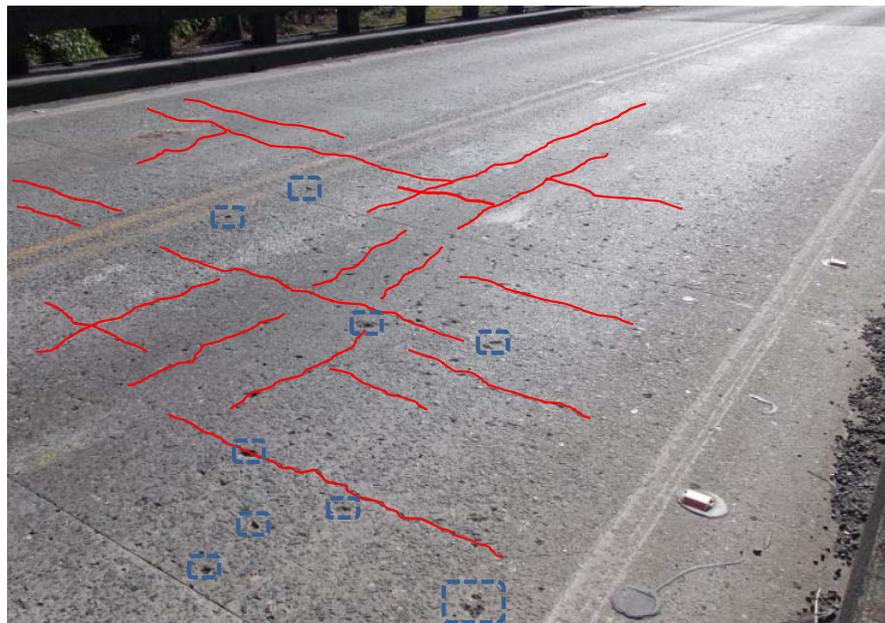


Figura 8. Desprendimientos (algunos señalados en azul) y agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm observado en la superficie superior de la losa de concreto.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 28 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 29/45	VERSIÓN 03



Figura 9. Abertura superior de más de 1,50mm de las juntas de construcción así como evidencia de desgaste superficial de la superficie de rodamiento.



Figura 10. Agrietamiento aleatorio de hasta 0,3mm en el ala inferior de la sección este de una de las vigas principales.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 29 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 30/45	VERSIÓN 03



Figura 11. Agrietamiento diagonal con evidencia de eflorescencia en viga diafragma del extremo oeste del puente.

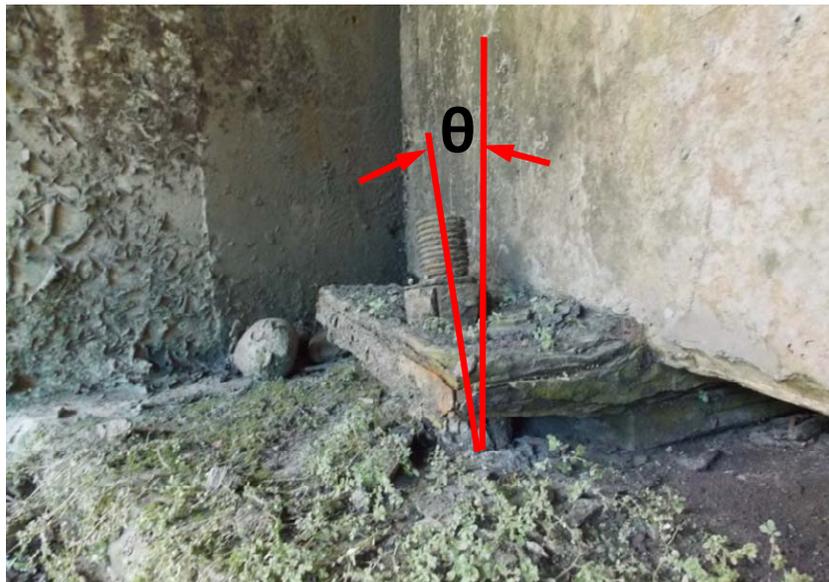


Figura 12. Estado de deterioro y corrosión de los apoyos, así como deformación de los pernos de anclaje debido a la acción sísmica.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 31/45

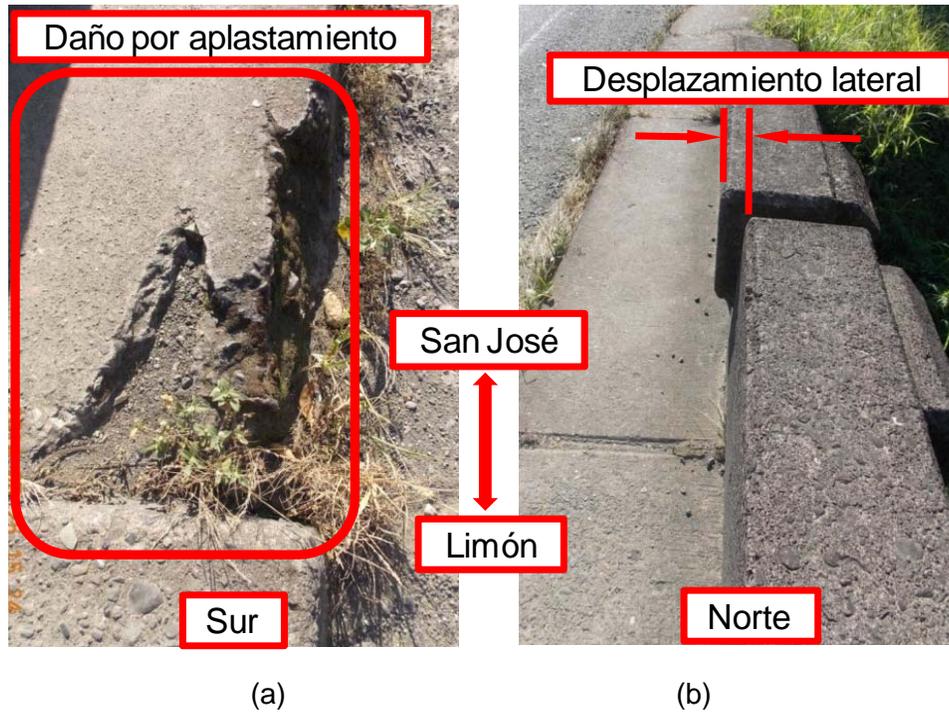


Figura 13. Evidencia de daño sísmico debido al sesgo, caso de Acceso 1: (a) Daño por aplastamiento del concreto de la acera aguas abajo; (b) Desplazamiento lateral aguas arriba.



Figura 14. Rotación con sentido hacia el Acceso 1 del bastión B1.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 31 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 32/45	VERSIÓN 03



Figura 15. Agrietamiento diagonal de 0,18mm de ancho en el sector norte de la pared del cabezal del bastión 2 (B2).

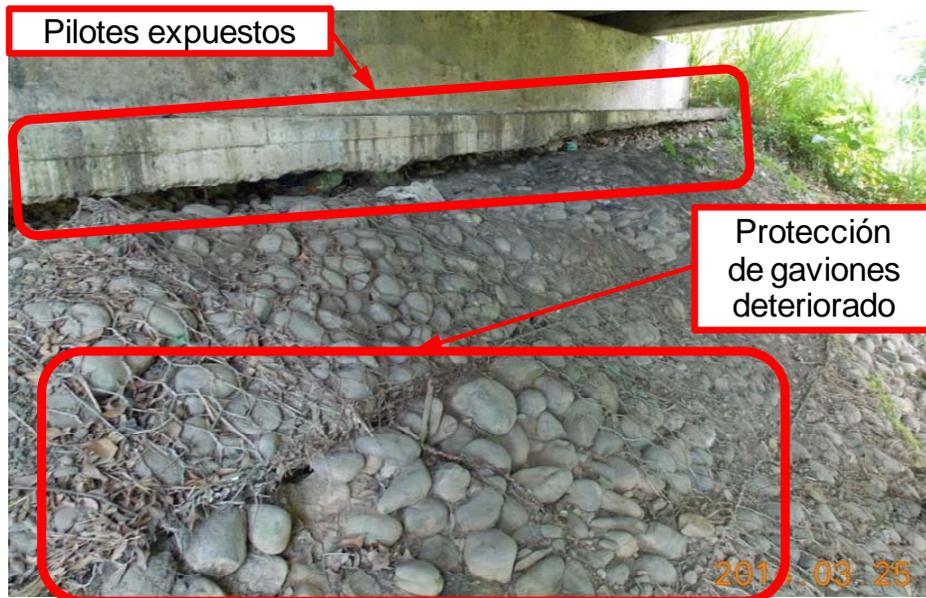


Figura 16. Deterioro de la protección de gaviones del talud así como socavación y pilotes expuestos, bastión B2.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 32 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 33/45

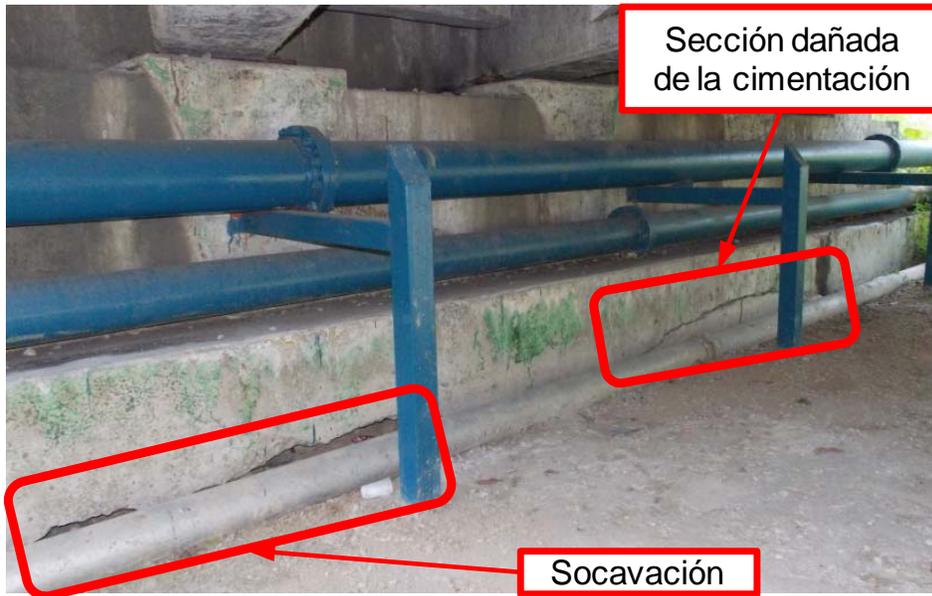


Figura 17. Sección de concreto dañada y desprendida en la cimentación así como evidencia de socavación, caso del bastión B1.

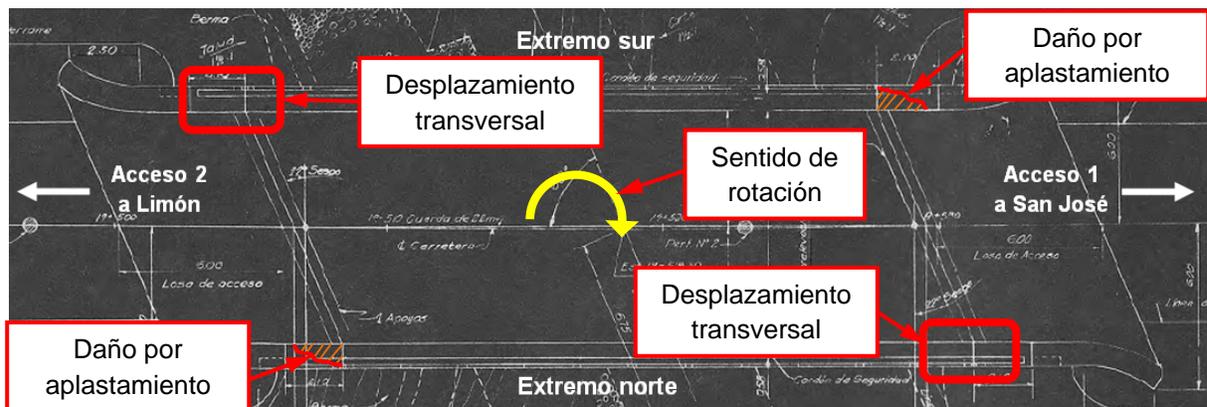


Figura 18. Sección de concreto dañada y desprendida en la cimentación así como evidencia de socavación, caso del bastión B1.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 34/45	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 Escondido 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. El agrietamiento y deterioro en la superficie superior e inferior de la losa del puente.
- b. El sesgo con el que fue diseñado y construido el puente provocó que ante la acción sísmica la superestructura tendiera a rotar con respecto a un eje vertical. Lo anterior provocó deformación considerable en parte de los pernos de los apoyos, desplazamiento lateral del puente y daño por aplastamiento en los bordillos de seguridad de ambos accesos.
- c. Corrosión de las placas de acero y pernos de los apoyos en algunos casos en un estado muy avanzado, así como deterioro de las almohadillas elastoméricas.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 35/45	VERSIÓN 03

- d. Se observó rotación ($>1^\circ$) en el bastión B1, una rotación del orden de 1° en el bastión B2, así como manchas de humedad por filtración de agua a través de la junta de expansión en el bastión B1 y acumulación de sedimentos y piedras.
- e. Los daños, ausencia del sello y obstrucciones de las juntas de expansión.
- f. Se observó evidencia de que el borde libre inferior del puente es menor al valor de 1,5m requerido por el MOPT para una creciente con un período de retorno de 100 años.
- g. 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.

Además, se observó lo siguiente:

- h. 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.
- i. En los guardavías de los accesos se utilizó un tipo de terminal riesgoso para los usuarios en caso de impacto frontal. Además, estos no estaban anclados al pretil rígido del puente.
- j. Ausencia de aceras.
- k. 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 retrorreflexión sea muy bajo. No se observaron marcadores de objeto.
- l. Desgaste superficial de la losa de concreto.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 36/45	VERSIÓN 03

- m. Longitud insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje, según las recomendaciones de AASHTO LRFD 2014.
- n. Acumulación de sedimentos en los bordillos.
- o. 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.
- p. Ausencia de un sistema de drenaje en los accesos.
- q. En el extremo este de una de las vigas principales de concreto se identificó agrietamiento aleatorio en el ala inferior de la sección "I" con un espesor de hasta 0,3mm.
- r. En varias de las vigas diafragma del extremo oeste del puente se observó agrietamiento diagonal con evidencia de eflorescencia en una de ellas
- s. La protección del talud frente al bastión B2 construida de gaviones se encontraba deteriorada habiendo perdido en algunos casos la malla de alambre de acero.

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 la losa de concreto, el sesgo y los consecuentes daños observados debido a la vulnerabilidad sísmica, la necesidad de intervenir los bastiones tomando en cuenta la rotación del bastión B1 y el agrietamiento diagonal del bastión B2, y la evaluación de los bloques de concreto en los extremos de las secciones transversales de ambos bastiones.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 36 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 37/45	VERSIÓN 03

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.
3. Reparar los daños por colisión observados en los pretiles rígidos de los accesos. En caso de que se decida rehabilitar o intervenir la losa de concreto, 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.
4. Anclar los guardavías de los accesos al pretil rígido del puente y brindar una terminal que no represente un peligro para los usuarios de la vía en caso de una colisión frontal, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
5. En caso de que se decida rehabilitar o intervenir la losa del puente, se recomienda 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, según las condiciones de tráfico peatonal y vehicular del puente acorde con su vida útil.
6. Realizar un análisis hidrológico de la cuenca y un análisis hidráulico del puente para determinar las medidas a seguir en caso de que el borde libre inferior sea menor al valor de 1,5m requerido por el MOPT para una creciente con un período de retorno de 100 años, y para determinar 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. 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.

Informe LM-PI-UP-PN13-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 37 de 45
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 38/45	VERSIÓN 03

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. 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.
10. Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en los rótulos.
11. 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.
12. Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.
13. 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.
14. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
15. Realizar la reparación del agrietamiento observado en el extremo este de una de las vigas principales de concreto.
16. Determinar primero la extensión del daño en varias de las vigas diafragma del extremo oeste del puente y luego realizar la reparación respectiva.
17. Reparar los daños observados en los bordillos de seguridad de ambos accesos.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 39/45	VERSIÓN 03

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-PN13-2016	Página 40/45	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-PN13-2016	Página 41/45	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-PN13-2016	Página 42/45	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

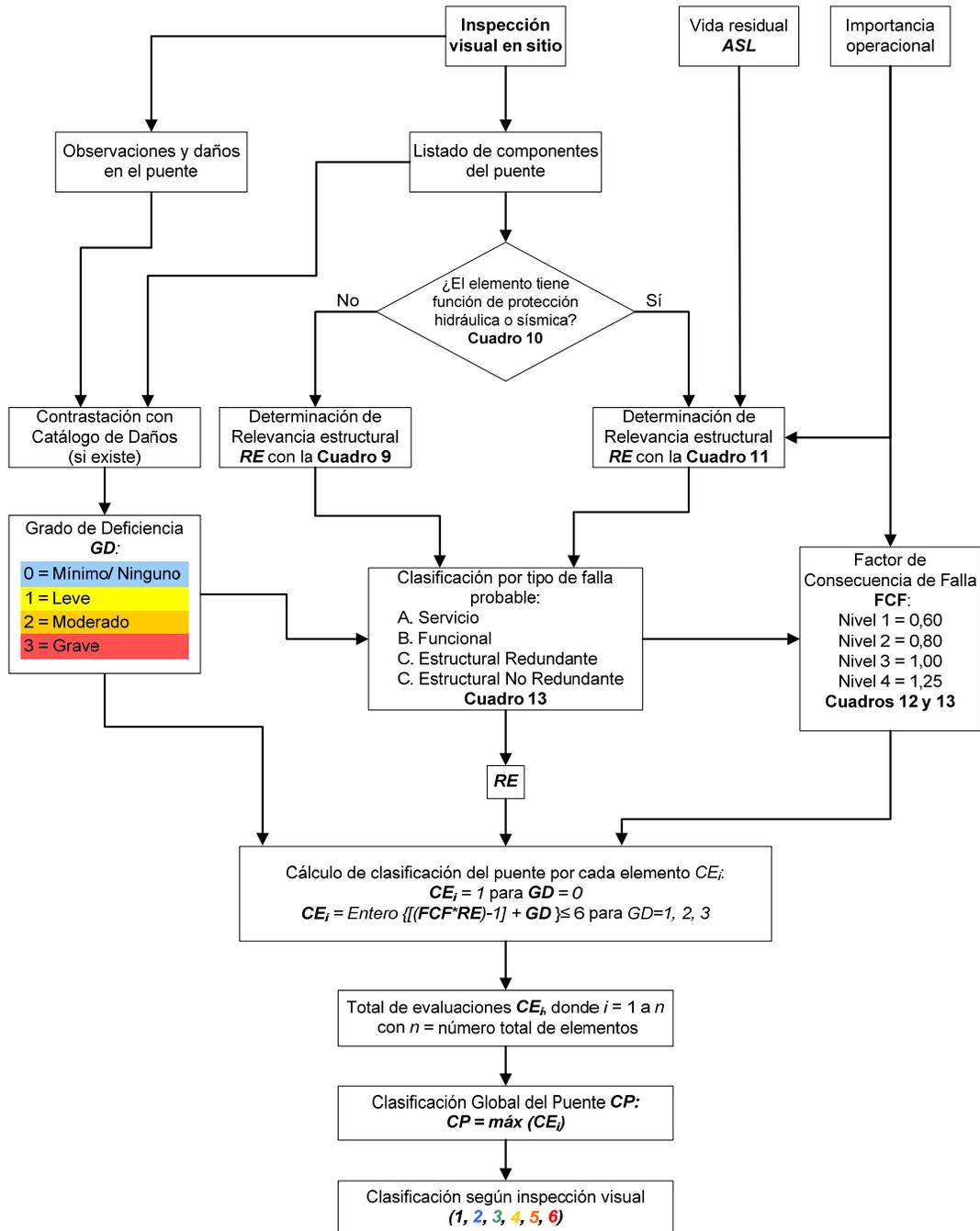


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN13-2016	Página 44/45	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-PN13-2016	Página 45/45	VERSIÓN 03

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

Nombre del puente	Puente río Escondido (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	
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.1	B	0,8	3
	Barrera vehicular (accesos)	1	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.2	A	0,6	2
	Aceras	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.3	B	0,8	2
	Señalización Vial	1	3	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.5	A	0,6	3
	Rotulación Carga/Altura Máxima	1	0	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	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.5	B	0,8	1
	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	2	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	C	1	4
TRUCTURA	Vigas principales de concreto	3	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.2	C	1	3
TIPO VIGAS	Vigas diafragma de concreto	2	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.3	B	0,8	2
SUBESTRUC-TURA	Apoyos	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.1	C	1	4
	Aletones	2	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	B	0,8	1
	Bastiones: Viga cabezal	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	C	1	4
	Bastiones: Cuerpo	No Aplica	0				
	Bastiones: Cimentación	3	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.3	C	1	3
ELEMENTOS DE	Longitud de asiento (pedestales)	2	0	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	B	1	1
	Llaves de corte	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6,2	B	1	2
PROTECCIÓN SÍSMICA	Cadenas/ andajes/ postensión externa	No Aplica					
ELEMENTOS DE	Dispositivos especiales	No Aplica					
	Protección de taludes de rellenos	2	0	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.3	B	1	1
PROTECCIÓN	Escollera de protección	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	B	1	2
PROTECCIÓN	Protección de socavación en pilas	No Aplica					

CP =	4
	Condición Seria

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