

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 1/43	VERSIÓN 03

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UP-PN11-2016

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO MADRE 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		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 2/43	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-PN11-2016	Página 3/43

1. Informe: LM-PI-UP-PN11-2016		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO MADRE 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 Madre 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 Madre, Evaluación		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 43
11. Inspección e informe por: Ing. Esteban Villalobos Vega Unidad de Puentes			
Fecha: 13/06/2016			
14. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR	15. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes	16. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA	
Fecha: 13/06/2016	Fecha: 13/06/2016	Fecha: 13/06/2016	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 4/43	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-PN11-2016		Página 5/43

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.....	33
7. REFERENCIAS.....	38
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-PN11-2016	Página 6/43	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 7/43	VERSIÓN 03

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación visual de la condición del puente sobre el Rio Madre, 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-PN11-2016	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-PN11-2016	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 70080 y cruza el río Madre. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito único del cantón de Limón, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 9°59'41,9"N de latitud y 83°09'33,6"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica RÍO BANANO 1:50 000.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 9/43

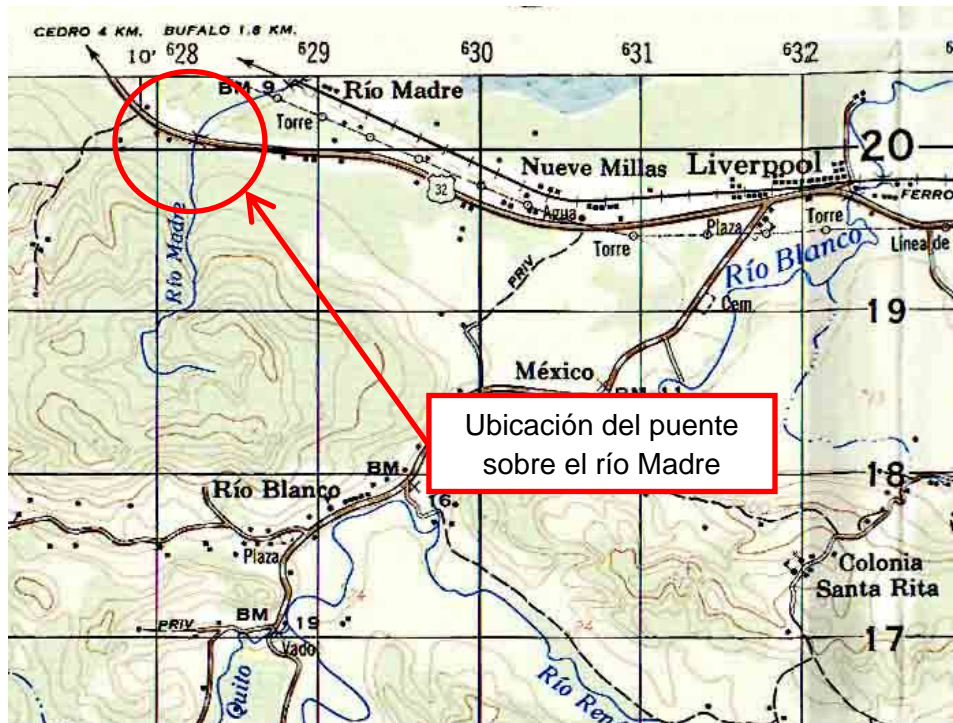


Figura A. Ubicación del puente en la hoja cartográfica RIO BANANO 1:50 000.

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 7297 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-PN11-2016	Página 10/43	VERSIÓN 03



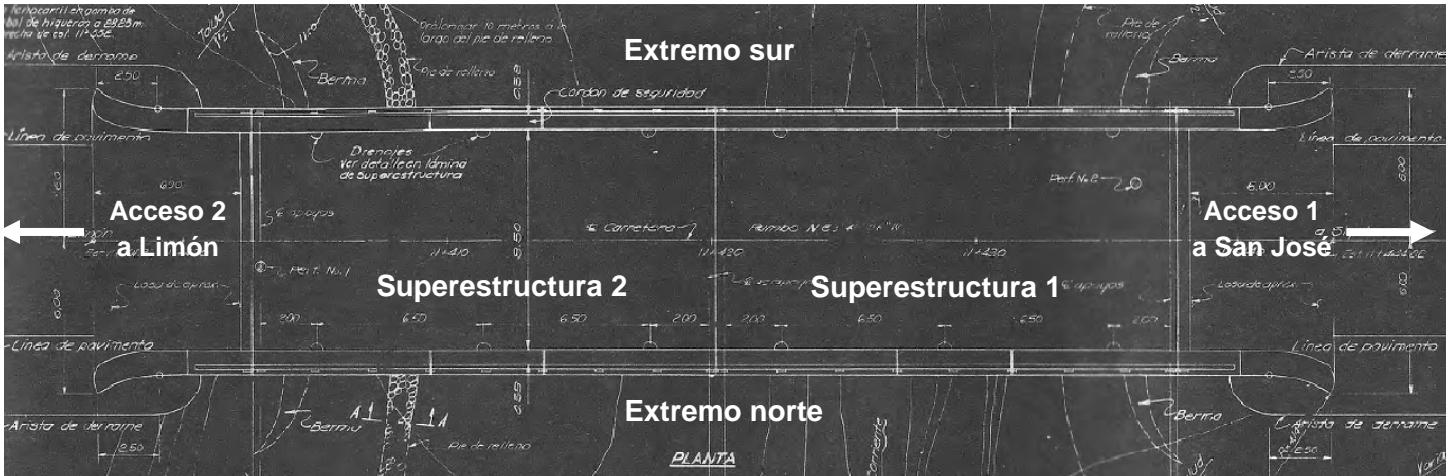
Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro



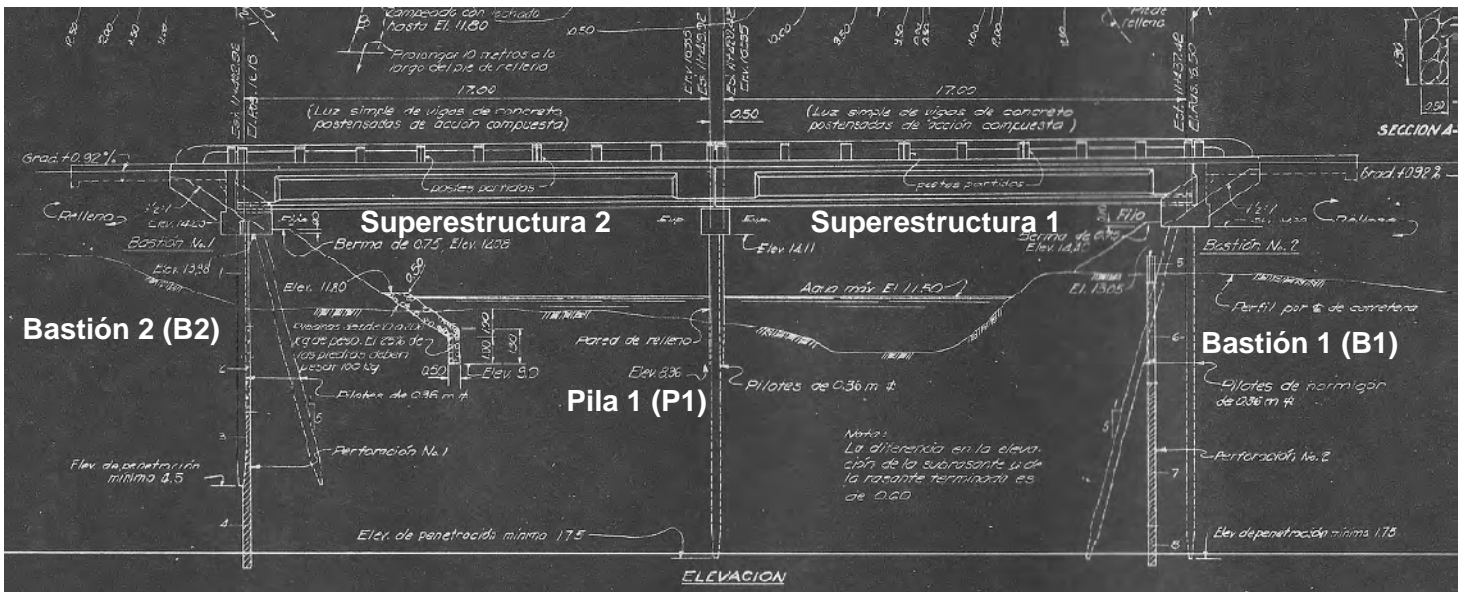
Figura C. Vista lateral

Informe LM-PI-UP-PN11-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 10 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>INFORME DE INSPECCIÓN</p>	<p>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016</p>	<p>Página 11/43</p>



(a) Planta



(b) Elevación

Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el Río Madre.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016		Página 12/43

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	35,7
	Ancho total (m)	10,36
	Ancho de calzada (m)	8,6
	Número de tramos	2
	Alineación del puente	Recta
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	2
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructuras 1 y 2, tipo viga simple con vigas principales tipo I de concreto preesforzado
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: apoyos fijos
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: apoyo inicial y final expansivos
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 1
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2, tipo cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	Pila 1, tipo muro sobre pilotes
	Tipo de cimentación	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-PN11-2016	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-PN11-2016	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 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 la barrera de contención del lado sur (Ver figura 1), los cuales implican pérdida de recubrimiento del acero lo cual aumenta su vulnerabilidad al deterioro.</p>	2	3	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.
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	El día de la evaluación se observó que se estaba iniciando el proceso de colocación de guardavías en ambos accesos.	0	1	En la siguiente evaluación revisar que los guardavías se hayan instalado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	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 0,61m el cual es menor al ancho de 1,20m recomendado por la ley 7600.	1	2	El puente se ubica en un punto de la ruta en donde se evidencia actualmente tráfico peatonal mínimo y por lo tanto no son requeridas las aceras que cumplan dicha ley. En caso de que se decida sustituir o intervenir la losa del puente según lo indicado en 4.1 <i>Tablero</i> , se recomienda evaluar la necesidad de construir aceras y barandas en el puente para el tránsito peatonal que cumpla con los requisitos de la Ley 7600, proyectando para la nueva vida útil de la estructura la posibilidad de un aumento en el tráfico peatonal.
2.4. Identificación	El puente tenía rótulos en ambos accesos pero no se indicada el número de la ruta.	0	1	Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en los rótulos.
2.5. Señalización	<p>No habían captaluces a lo largo de la línea de centro del puente (Ver figura 3).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto <p>Se observaron captaluces en estado regular a lo largo de las líneas de borde pero había acumulación de sedimentos alrededor de los mismos. (ver figura 3).</p> <p>Respecto a la demarcación horizontal, se observó decoloración completa de la línea centro y las líneas de borde se encontraban en mal estado (ver figura 3).</p> <p>No se observaron marcadores de objeto. (ver figura 2)</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. Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces.</p>
2.6. Iluminación	El puente no tenía iluminación.	0	1	No es evidente la necesidad de iluminación ya que el tráfico peatonal durante la inspección fue mínimo.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	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 figura 10).	NA	NA	Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	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 hidroplaneo 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 4). 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.
3.3. Juntas de expansión	En el caso del material de sello entre el bastión y la superestructura este se encontraba en muy mal estado (caso del acceso 1) o se había perdido por completo (caso del acceso 2). Lo anterior provocaba que el concreto tanto de la viga cabezal del bastión como de la superestructura evidenciara deterioro y la junta acumulación de sedimento (Ver figura 5). La junta de expansión sobre la pila 1 evidenciaba mal estado o pérdida del sello, por lo que presentaba deterioro y agrietamiento del concreto así como acumulación de sedimento (Ver figura 6). <i>Continúa en la siguiente página.</i>	3	3	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.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	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 (<i>continuación</i>)	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.	3	3	<i>Ver recomendaciones en la página anterior.</i>
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	Se observó una inclinación o pendiente en la losa de aproximación con respecto al nivel de la losa de concreto del puente cuyo origen podría deberse a asentamientos en los rellenos de aproximación (<i>Ver 3.6. Losa de aproximación</i>).	1	2	<i>Ver recomendaciones de 3.6. Losa de aproximación.</i>
3.6. Losa de aproximación	Durante la evaluación visual del 25 de marzo de 2015 se pudo observar que la losa de aproximación tenía una inclinación o pendiente con respecto al nivel de la losa del puente; sin embargo los planos constructivos indican que deberían tener el mismo nivel. De las figuras 2 y 5 de la evaluación visual del 03 de febrero de 2016 se puede observar que se colocó mezcla asfáltica para dejar un mismo nivel entre los accesos y el puente. El espesor de esta capa asfáltica sobre la losa de aproximación es variable del orden de 1cm en promedio por lo que es vulnerable al deterioro por el paso de vehículos y sería de esperar una vida útil corta. <i>Continúa en al siguiente página.</i>	1	2	Se recomienda evaluar la necesidad de corregir el nivel de la losa de aproximación de concreto para evitar el deterioro continuo de las sobrecapas asfálticas que se colocan y el consecuente aumento del efecto del impacto de los vehículos sobre los elementos de los accesos.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	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 (<i>continuación</i>)	En los bordillos de seguridad del sector norte de ambos accesos se observó una grieta de 45° de inclinación en planta, de todo el ancho de los elementos y con evidencia de desprendimiento del concreto (Ver figura 7). El daño observado aumenta el riesgo de deterioro del acero de refuerzo del bordillo de seguridad en los accesos.	1	2	Reparar los daños observados en los bordillos de seguridad del sector norte de ambos accesos.
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.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	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 9).</p> <p>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 10).</p> <p>Adicionalmente se observó deterioro superficial de las juntas de construcción de la losa (Ver figura 10).</p> <p>El agrietamiento y deterioro observado aumenta la vulnerabilidad a que el daño progrese en ambas superficies (superior e inferior) y aumenta el riesgo de corrosión 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>Las vigas ubicadas en el extremo sureste del acceso 2 (Limón) presentaban nidos de piedra superficiales (ver figura 11(a)) y en la parte posterior (extremo este) mostraban acero de refuerzo expuesto con estado avanzado de corrosión y evidencia de recubrimiento insuficiente (Ver figura 11(b)).</p> <p>La condición descrita para las vigas aumenta la vulnerabilidad al deterioro del acero de refuerzo.</p>	1	3	Realizar la reparación del concreto de las vigas con nidos de piedra y corregir el acero expuesto y con recubrimiento insuficiente de la parte posterior de las mismas.
4.3. Vigas Diafragma	No se observaron daños en las vigas diafragma tanto de los extremos como internas.	0	1	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 20/43	VERSIÓN 03

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas (longitud de asiento, estado del apoyo)	<p>Las zonas de los apoyos tanto de los bastiones como de la pila mostraban acumulación de sedimentos y piedras (Ver figura 8 y 12(a)). Ver la observación del punto 6.6. <i>Cauce del río</i>.</p> <p>Las placas de acero así como los pernos de los apoyos tanto de los bastiones como de la pila, mostraban corrosión y en algunos casos el estado de deterioro era muy avanzado, principalmente en el caso de los apoyos del bastión B1 (ver figura 12(b)).</p> <p>Las almohadillas elastoméricas de todos los apoyos mostraban señales de degradación. Se observó que las almohadillas se habían deformado a compresión a tal punto que las placas de acero se deformaron al quedar apoyadas en los pernos de anclaje (ver figura 12(a)).</p> <p>La humedad constante en la zona de apoyos de la pila y bastiones 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 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 6.6. <i>Cauce del río</i>.</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		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 21/43	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 las juntas de expansión principalmente en los extremos del cabezal y acumulación de sedimentos y piedras (ver figura 13). Ver la observación del punto 6.6. <i>Cauce del río</i>.</p> <p>El contacto constante de los bastiones con la humedad podría acelerar su deterioro.</p> <p>En ambos bastiones se identificó una leve rotación con respecto a su eje transversal horizontal (ver figura 15). Un aumento en el nivel de rotación de los bastiones aumenta el riesgo de que se presenten problemas de operación en los accesos además de daños estructurales a los pilotes.</p>	1	3	<p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>. Ver la recomendación del punto 6.6. <i>Cauce del río</i>.</p> <p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 5.1 <i>Apoyos en bastiones y pilas</i>.</p> <p>Monitorear de nuevo en la siguiente evaluación el nivel de rotación de ambos bastiones con el objetivo de determinar las acciones a seguir.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 22/43	VERSIÓN 03

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.3. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	<p>Se observaron manchas de humedad por filtración de agua a través de la junta de expansión y acumulación de sedimentos y piedras (ver figuras 8 y 14). Ver la observación del punto 6.6. <i>Cauce del río</i>. El contacto constante de la pila con la humedad podría acelerar su deterioro.</p> <p>El nivel de elevación del terreno aguas arriba del cuerpo de la pila es menor que aguas abajo producto de la socavación que ha provocado el río (ver figura 14). La distancia entre la viga cabezal y el terreno es de 5m aguas arriba (ver figura 14), y la altura del cuerpo de la pila hasta donde inician los pilotes es de 6m según se indica en planos, por lo que aún hay 1m de terreno hasta que los pilotes queden descubiertos. Si los pilotes quedan descubiertos aumenta el riesgo de que los mismos se dañen.</p>	1	3	<p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>. Ver la recomendación del punto 6.6. <i>Cauce del río</i>. Realizar las mejoras indicadas en el punto 5.1 <i>Apoyos en bastiones y pilas</i>.</p> <p>Monitorear en la siguiente evaluación el avance del nivel de socavación de la pila con el objetivo de determinar las acciones a seguir.</p>
5.4. Cimentaciones (pilas y bastiones)	No se tuvo acceso visual a las cimentaciones de la pila y los bastiones.	NI	NI	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 23/43	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	<p>No fue posible medir en sitio la longitud de asiento en la pila debido a que no se tuvo acceso a la viga cabezal de este elemento. Según los planos originales del puente la longitud de asiento es de 400 mm para la pila., la cual es 8,6% menor 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 438mm.</p> <p>En el caso de los bastiones la longitud de asiento medida en sitio era de 1180mm.</p> <p>Una longitud de asiento menor a la mínima requerida aumenta el riesgo de colapso de la superestructura del puente ante acciones sísmicas.</p>	1	2	<p>Determinar si la diferencia con respecto a la longitud de asiento mínima requiere o no de acciones correctivas de acuerdo con lo establecido en el <i>Manual de rehabilitación sísmica FHWA</i> y en la <i>Especificación AASHTO LRFD 2014</i>, a los cuales se hace referencia en el documento: <i>Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes de 2013</i>.</p>
6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte)	<p>Las pilas no contaban con dispositivos para prevención de colapso por acción sísmica o llaves de cortante, sólo con pernos de anclaje en los apoyos (Ver figura 14).</p> <p>La ausencia de elementos que eviten desplazamientos laterales de la superestructura sobre la pila durante un sismo aumenta el riesgo de colapso de la superestructura del puente.</p>	2	3	<p>Determinar si es necesario proveer de una solución para evitar los desplazamientos laterales de la superestructura del puente en la pila de acuerdo con lo establecido en el <i>Manual de rehabilitación sísmica FHWA</i> y en la <i>Especificación AASHTO LRFD 2014</i>, a los cuales se hace referencia en el documento: <i>Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes de 2013</i>.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 24/43

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	Los taludes frente a ambos bastiones mostraban evidencia de erosión a un nivel tal que la losa tipo delantal de la viga cabezal estaba en voladizo en algunas secciones (ver figura 13). La erosión del talud frente a los bastiones podría empezar a generar socavación del relleno alrededor de los pilotes aumentando su vulnerabilidad a dañarse.	2	3	Proteger los taludes frente a los bastiones contra la erosión. Ver la recomendación del punto 6.6. <i>Cauce del río.</i>
6.5. Protección de socavación en pilas	Ver el punto 5.3. <i>Pilas</i>	1	2	Ver la recomendación del punto 5.3. <i>Pilas</i>
6.6. Cauce del río	No se observaron problemas con el cauce del río el día de la evaluación visual del puente. Las superficies superiores tanto de los cabezales de los bastiones como de la viga cabezal de la pila 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 crecida con un período de retorno de 100 años (Ver figura 8), 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 en la ubicación del puente para determinar las medidas a seguir.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 25/43



Figura 1. Barrera de contención vehicular dañada por impactos vehiculares así como con evidencia de no cumplir los requerimientos para las condiciones actuales de la ruta.

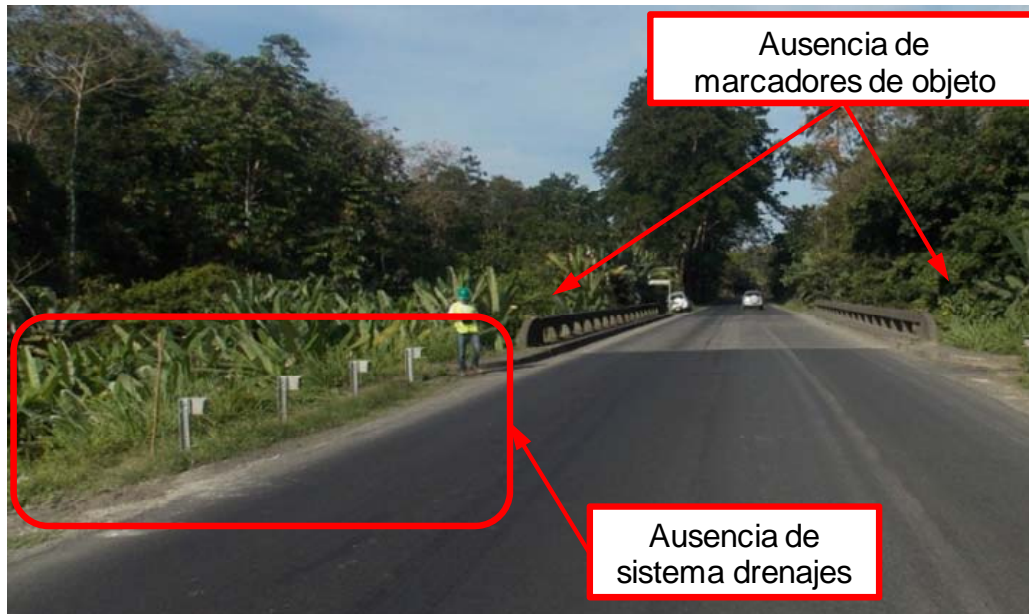


Figura 2. Ausencia de marcadores de objeto y sistema de drenajes en ambos accesos. Caso del acceso 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 26/43

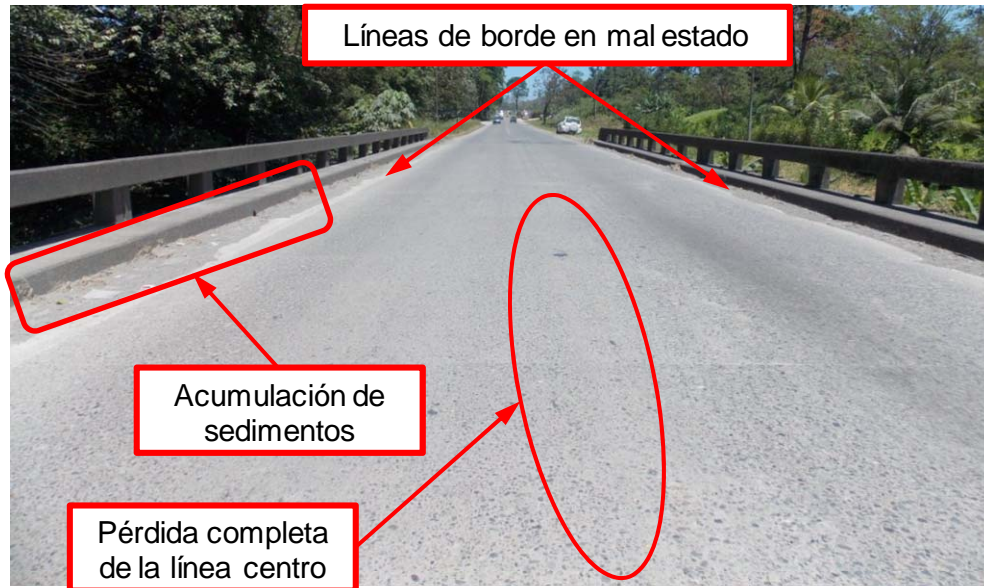


Figura 3. Estado de conservación deficiente de la señalización así como acumulación de sedimentos den los bordillos.

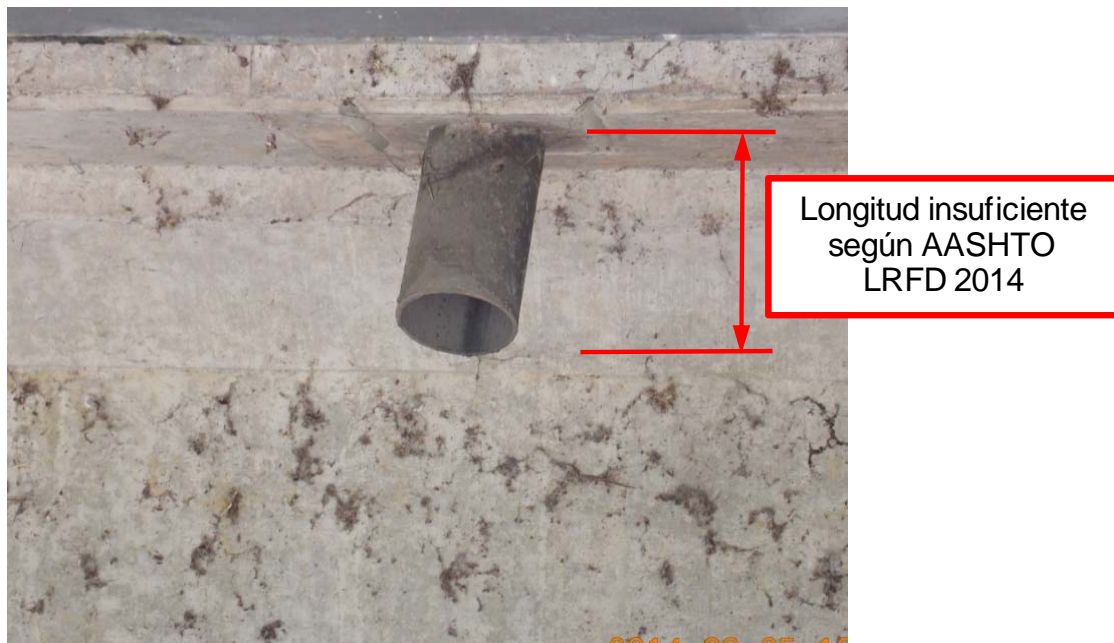


Figura 4. Longitud insuficiente de los ductos de drenaje según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 del AASHTO LRFD 2014.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 27/43	VERSIÓN 03

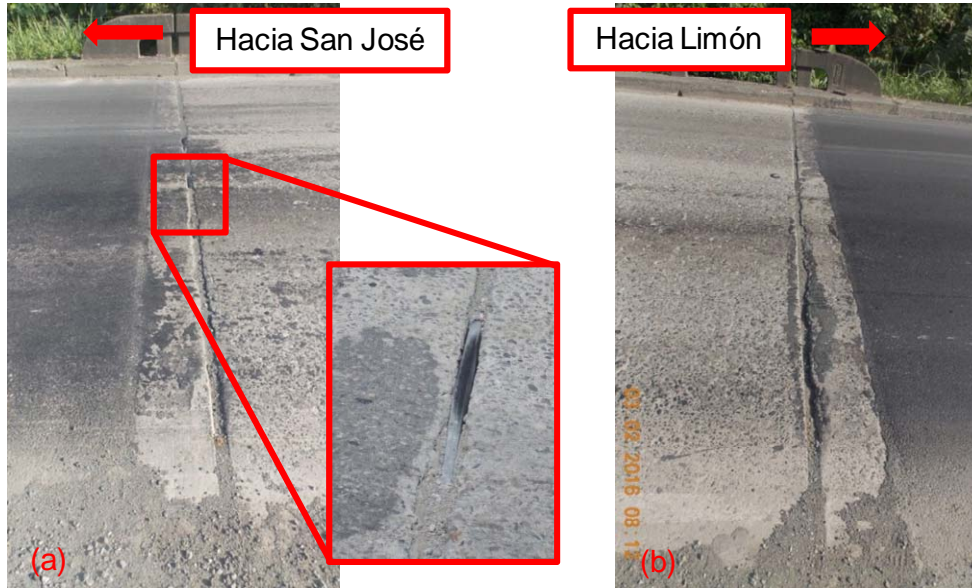


Figura 5. Estado de deterioro de las juntas de expansión en los accesos con pérdida total o deterioro del material de sello: (a) Caso del acceso 1 (San José); (b) Caso del acceso 2 (Limón).

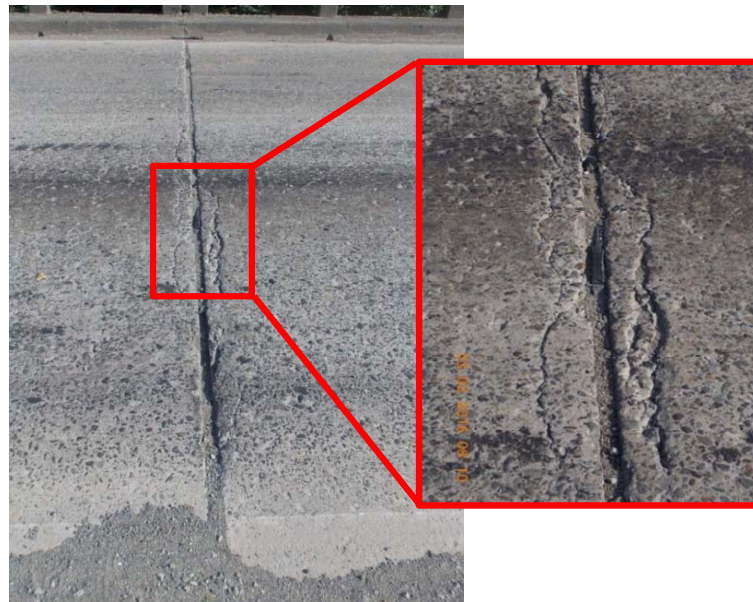


Figura 6. Junta de expansión sobre pila 1 con deterioro y pérdida del material de sello, obstrucciones y agrietamiento del concreto.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016		Página 28/43



Figura 7. Daño en bordillos de seguridad norte de ambos accesos: (a) Sección norte del acceso 1; (b) Sección norte del acceso 2.



Figura 8. Piedras de río sobre viga cabezal de la pila 1 lo cual evidencia que el borde libre es menor al valor de 1,5m requerido por el MOPT.

Informe LM-PI-UP-PN11-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 28 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-PN11-2016	Página 29/43



Figura 9. 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.

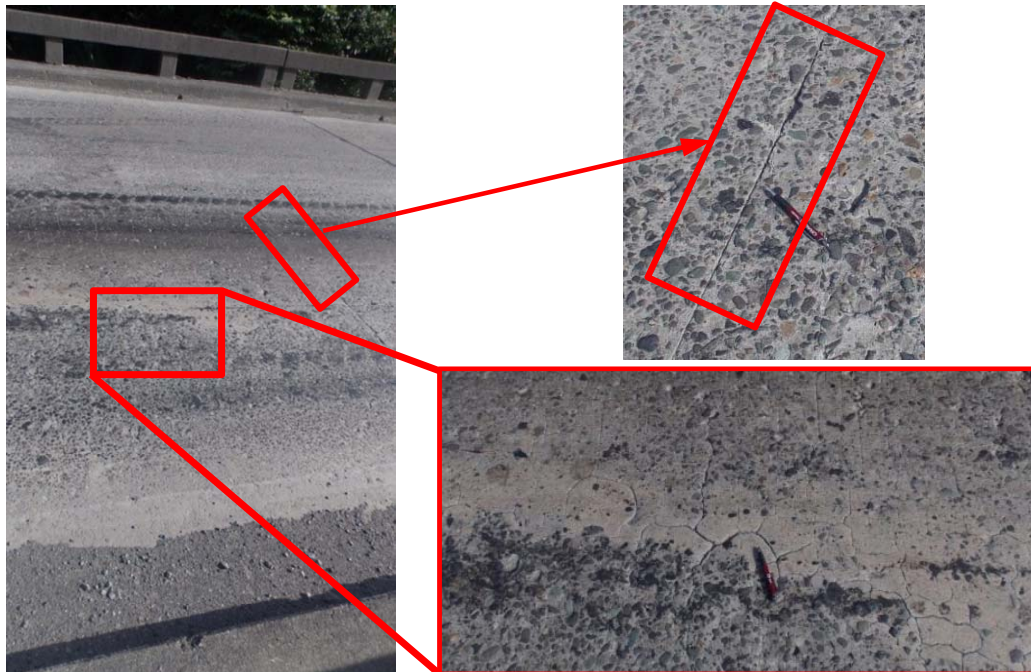


Figura 10. Agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2mm y con intervalos menores a 50cm observado en la superficie superior de la losa de concreto, así como deterioro de las juntas de construcción.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 30/43
		VERSIÓN 03



Figura 11. Vigas del extremo sureste del acceso 2: (a) Nidos de piedra superficiales; (b) Acero de refuerzo expuesto con estado avanzado de corrosión en parte posterior.

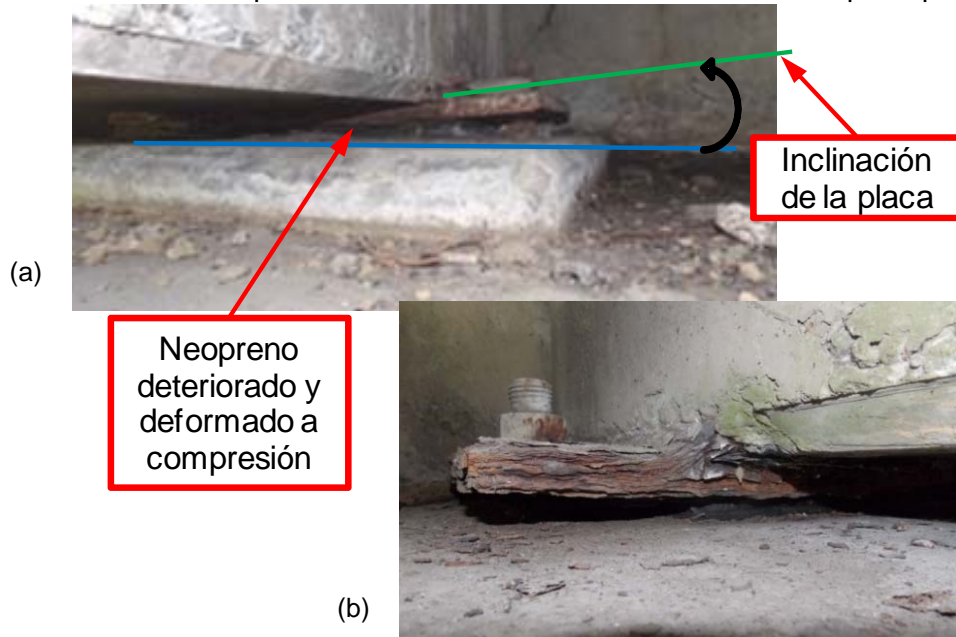


Figura 12. Estado de los apoyos: (a) Neopreno deteriorado y deformado a compresión; (b) Estado avanzado de corrosión, caso de apoyo en bastión B1.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 31/43	VERSIÓN 03



Figura 13. Manchas de humedad y erosión de los taludes frente a los bastiones: (a) Caso del bastión 2 (B2); (b) Caso del bastión 1 (B1).



Figura 14. Mancha de humedad por filtración de agua a través de la junta de expansión, ausencia de elementos que eviten desplazamientos laterales de la superestructura sobre la pila durante un sismo, y nivel de socavación.

Informe LM-PI-UP-PN11-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 31 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-PN11-2016	Página 32/43

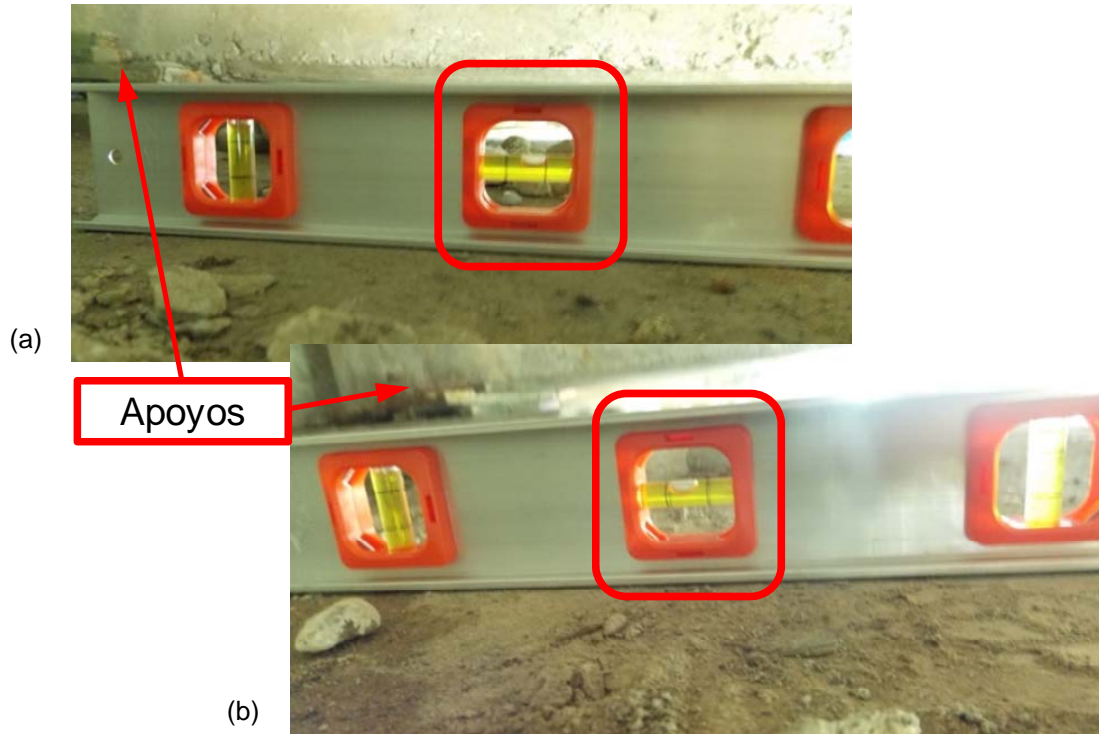


Figura 15. Leve rotación de los bastiones con respecto a su eje transversal horizontal: (a) Caso del bastión 1 (B1); (b) Caso del bastión 2 (B2).

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 33/43	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 Madre 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:

- El agrietamiento y deterioro en la superficie superior e inferior de la losa del puente.
- 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 y evidencia de deformación permanente a compresión de las mismas.
- La erosión de los taludes frente a los dos bastiones.
- Los daños, ausencia y obstrucciones en el sello de todas las juntas de expansión.
- 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.

Informe LM-PI-UP-PN11-2016	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-PN11-2016	Página 34/43	VERSIÓN 03

Además, se observó lo siguiente:

- f. 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 la barrera de contención del lado sur.
- g. Ausencia de aceras.
- h. Ausencia de captaluces en la línea de centro. Captaluces en estado regular a lo largo de las líneas de borde con acumulación de sedimentos alrededor de los mismos. Respecto a la demarcación horizontal, se observó decoloración completa de la línea centro y las líneas de borde se encontraban en mal estado. No se observaron marcadores de objeto.
- i. Desgaste superficial de la losa de concreto.
- j. Longitud insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje, según las recomendaciones de AASHTO LRFD 2014.
- k. Acumulación de sedimentos en los bordillos.
- l. Hay evidencia de que la losa de aproximación tenía una inclinación o pendiente con respecto al nivel de la losa del puente por lo que se colocó mezcla asfáltica para dejar un mismo nivel entre los accesos y el puente, la cual es variable del orden de 1cm en promedio y para la cual es de esperar una vida útil corta.
- m. Ausencia de un sistema de drenaje en los accesos.
- n. Grieta de 45° de inclinación en planta en los bordillos de seguridad del sector norte de ambos accesos.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 35/43	VERSIÓN 03

- o. Manchas de humedad por filtración de agua en la ubicación de las juntas de expansión así como acumulación de sedimentos y piedras en las vigas cabecal de los bastiones y la pila.
- p. Nidos de piedra en las vigas principales de concreto ubicadas en el extremo sureste del acceso 2 y en la parte posterior (extremo este) mostraban acero de refuerzo expuesto con estado avanzado de corrosión y evidencia de recubrimiento insuficiente.
- q. La longitud de asiento en la pila era un 8,6% menor que la mínima recomendada en la respectiva normativa.
- r. En ambos bastiones se identificó una leve rotación con respecto a su eje transversal horizontal.
- s. El nivel de elevación del terreno aguas arriba del cuerpo de la pila es menor que aguas abajo producto de la socavación que ha provocado el río.
- t. La ausencia de elementos que eviten que la superestructura experimente desplazamiento lateral inducido por un movimiento sísmico en la pila.

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, la solución para evitar los desplazamientos laterales de la superestructura del puente en la pila y la determinación de si la diferencia en la longitud de asiento mínima requiere o no de acciones correctivas en el caso de la pila.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 36/43	VERSIÓN 03

2. En caso de que se decida sustituir 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.
3. En caso de que se decida sustituir o intervenir la losa del puente, se recomienda evaluar la necesidad de construir aceras y barandas en el puente para el tránsito peatonal que cumpla con los requisitos de la Ley 7600, proyectando para la nueva vida útil de la estructura la posibilidad de un aumento en el tráfico peatonal.
4. 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.
5. 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 las acciones necesarias para proteger los taludes frente a los bastiones contra la erosión.
6. 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.
7. Corregir el nivel de la losa de aproximación de concreto de ambos accesos para evitar el deterioro continuo de las sobrecapas asfálticas que se colocan y el consecuente aumento del efecto del impacto de los vehículos sobre los elementos de los accesos.
8. 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.
9. Evaluar la necesidad de indicar el número de ruta en los rótulos.

Informe LM-PI-UP-PN11-2016	Fecha de emisión: 13 de junio de 2016	Página 36 de 43
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 37/43	VERSIÓN 03

10. Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro y marcadores de objetos en los accesos el 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.
11. Monitorear el avance del desgaste superficial observado en la superficie de rodamiento.
12. 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.
13. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
14. Realizar la reparación del concreto de las vigas con nidos de piedra y corregir el acero expuesto y con recubrimiento insuficiente de la parte posterior de las mismas.
15. En la siguiente evaluación revisar que la instalación de los guardavías en los accesos se haya hecho de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
16. Reparar los daños observados en los bordillos de seguridad del sector norte de ambos accesos.
17. Monitorear de nuevo en la siguiente evaluación el nivel de rotación de ambos bastiones con el objetivo de determinar las acciones a seguir.
18. Monitorear en la siguiente evaluación el avance del nivel de socavación de la pila con el objetivo de determinar las acciones a seguir.

En 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.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	Página 38/43	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-PN11-2016	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-PN11-2016	Página 40/43	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

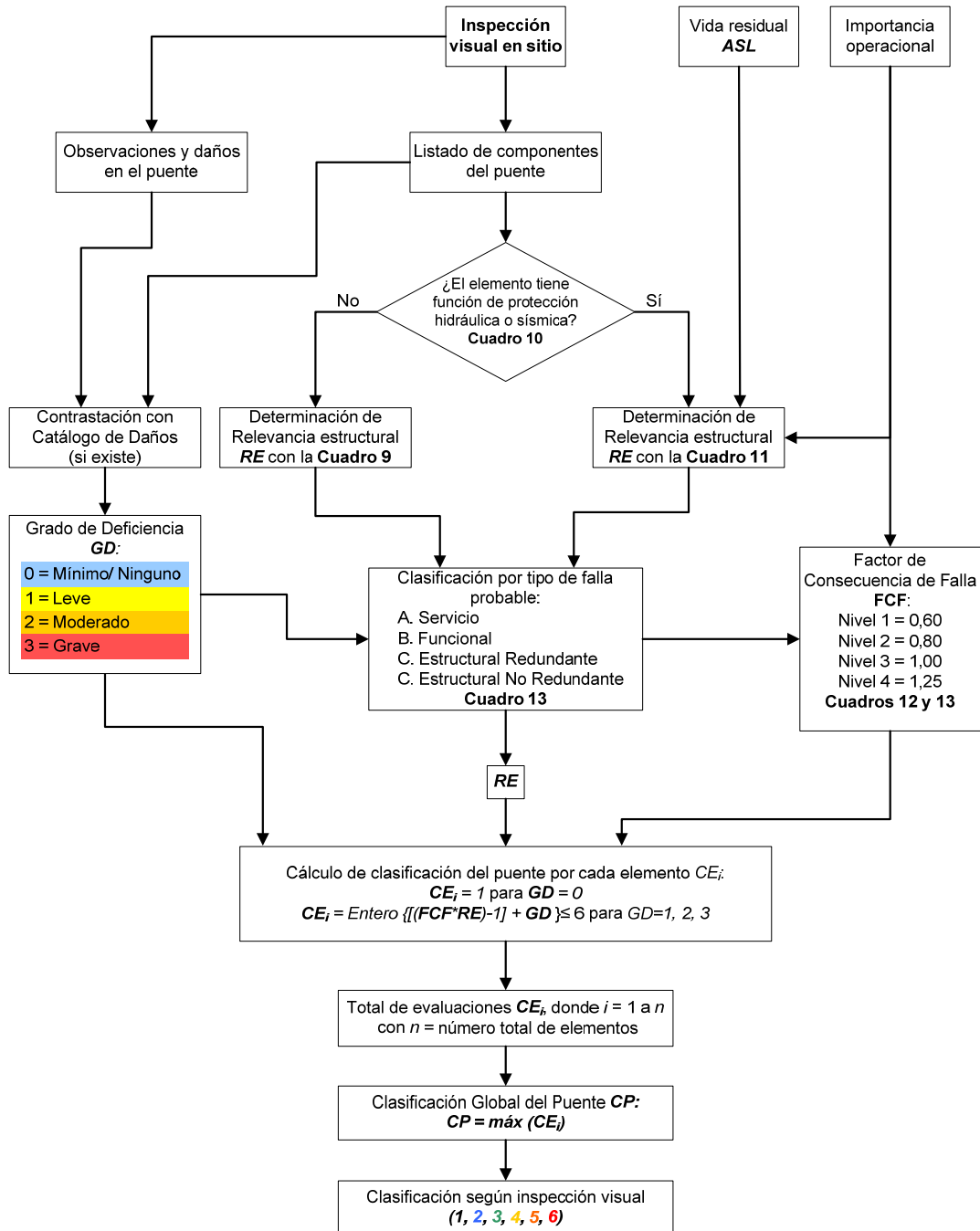



Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN11-2016	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-PN11-2016	Página 43/43	VERSIÓN 03

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

Nombre del puente	Puente río Madre (RN 32)	Importancia Operacional (LDSP 2013)	Crítico	Código Importancia	CR
Fecha Evaluación	03/02/2016	TPD (veh/día)	7297	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	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.2	A	0,6	1
	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	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.5	B	0,8	2
	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-TRUCTURA	Tablero	3	2	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	C	1	4
	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
SUBESTRUCTURA	Aletones	2	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	B	0,8	1
	Bastiones: Viga cabezal	3	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	C	1	3
	Bastiones: Cuerpo	No Aplica	0				
	Bastiones: Cimentación	No Insp.					
	Pilas: Viga cabezal	3	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.4	C	1	3
	Pilas: Cuerpo tipo muro o marco con pantalla	3	1	Ver Tabla No.5; Elemento 5.4	D	1	3
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	B	1	2
	Llaves de corte	2	2	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.2	B	1	3
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	No Aplica					
	Dispositivos especiales	No Aplica					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Protección de taludes de rellenos	No Aplica					
	Escollera de protección	2	2	Ver Tabla 6; Elemento 6.4	B	1	3
	Protección de socavación en pilas	2	1	Ver Tabla 6; Elemento 6.5	B	1	2

CP =	4
	Condición Seria

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