

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 1/47	VERSIÓN 02

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UP-PN01-2016

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES RUTA NACIONAL No. 34

Preparado por:
 Unidad de Puentes
 LanammeUCR



San José, Costa Rica
 Abril, 2016

 <p>LanammeUCR</p>	<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-PN01-2016</p>	<p>Página 2/47</p>	<p>VERSIÓN 02</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-PN01-2016	Página 3/47

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PI-UP-PN01-2016		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO GRANDE DE TÁRCOLES RUTA NACIONAL No. 34		4. Fecha del Informe Abril, 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 Grande de Tárcoles, en la Ruta Nacional No. 34, 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 ALARMANTE. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura se realizan recomendaciones generales relacionadas con cada aspecto evaluado en este informe.</i>			
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional 34, Río Grande de Tárcoles, Evaluación.		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 47
11. Inspección e informe por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 30/03/2016	12. Inspección y revisión por: Ing. Esteban Villalobos Vega Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 30/03/2016		
13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR <hr/> Fecha: 01/04/2016	14. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 30/03/2016	15. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA <hr/> Fecha: 01/04/2016	


	<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-PN01-2016</p>	<p>Página 4/47</p>	<p>VERSIÓN 02</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-PN01-2016	Página 5/47	VERSIÓN 02

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.....	38
7. REFERENCIAS.....	41
ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	43

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 6/47	VERSIÓN 02

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-PN01-2016	Página 7/47	VERSIÓN 02

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el río Grande de Tárcoles, en la Ruta Nacional No.34, 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. La evaluación de la condición en sitio se realizó el día 17 de febrero y 24 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.

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-PN01-2016	Fecha de emisión: 1 de abril de 2016	Página 7 de 47
----------------------------	--------------------------------------	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 8/47	VERSIÓN 02

informe LM-PI-UP-05-2015 (Muñoz-Barrantes, et al, 2015). En el Anexo A se puede consultar un diagrama que resume los criterios, la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición. Sin embargo, la atención de la estructura se debe de realizar haciendo un análisis integral de todos los daños detallados en la evaluación que se realiza en este informe.

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. 34 (Carretera Pacífica Fernández Oreamuno), en la sección de control 60170 y cruza el río Grande de Tárcoles. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Tárcoles, del cantón Garabito, en la provincia de Puntarenas. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 9°47'56.6"N de latitud y 84°36'17.5" O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica 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-PN01-2016	Página 9/47

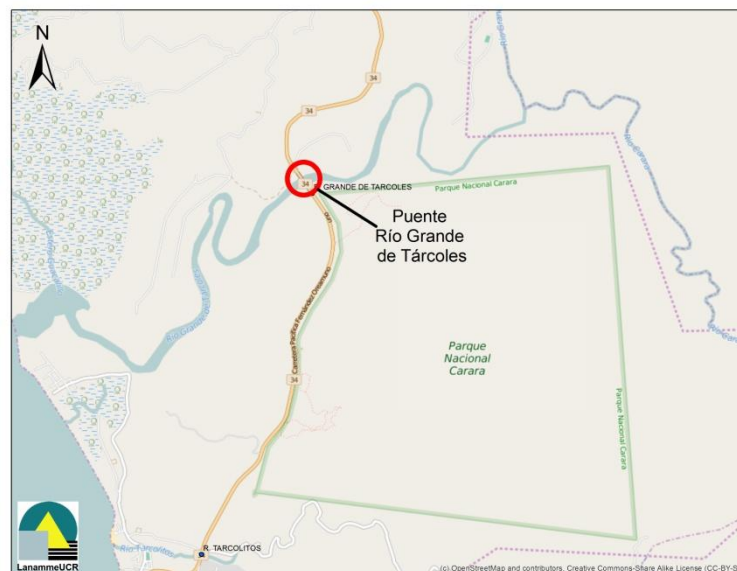


Figura A. Ubicación geográfica del puente sobre el río Grande de Tárcoles (Sin escala).

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 10197 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 (MOPT, 2013).

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 algunas láminas de 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-PN01-2016		Página 10/47



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



Figura C. Vista lateral

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 11/47	VERSIÓN 02

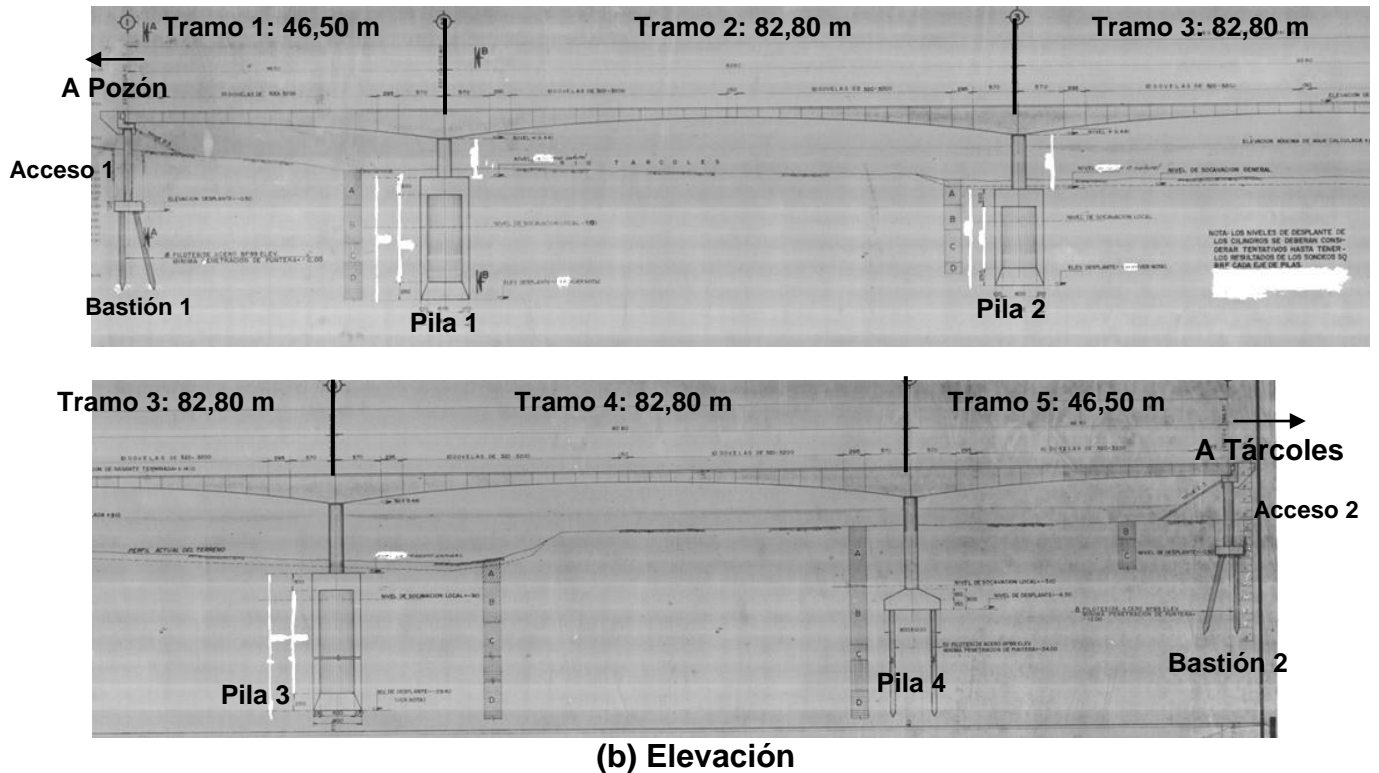


Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre el Río Grande de Tárcoles.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 12/47	VERSIÓN 02

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	341,4
	Ancho total (m)	10,08
	Ancho de calzada (m)	8,50
	Número de tramos	5
	Alineación del puente	Recta
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura tipo viga cajón continua de una celda de concreto preesforzado
	Tipo de tablero	Concreto (según planos el tablero es la losa superior del cajón)
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: apoyos elastoméricos
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1, 2, 3 y 4: apoyos elastoméricos
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 4
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2, tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de pilas	Pilas 1, 2, 3 y 4, tipo columna sencilla de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Tipo placa de cimentación sobre pilotes (según planos) Pilas 1, 2 y 3: tipo caisson (MOPT, 2007) o cilindro de concreto reforzado (según planos) Pila 4: Tipo placa de cimentación sobre pilotes (según planos)
Diseño y construcción	Año de diseño	1974
	Año de construcción	1978
	Especificación de diseño original	No se tiene información
	Carga viva de diseño original	No se tiene información
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No se tiene información
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 13/47	VERSIÓN 02

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-PN01-2016	Página 14/47

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	<p>Se encontró faltante de elementos metálicos en menos del 10% de la barrera vehicular y algunos elementos metálicos se encontraban deformados</p> <p>Además, todos los pernos de anclaje de la sección metálica de la barrera presentaban oxidación (Ver Figura 1)</p> <p>El faltante de elementos de la barrera representa un riesgo de caída de vehículos al cauce, además del riesgo de caída para los peatones que constantemente visitan el puente.</p>	1	2	<p>Reponer los elementos faltantes de la barrera vehicular.</p> <p>Evaluar la pertinencia de cambiar el tipo de barrera vehicular en caso de que se decida ampliar la acera del puente, colocando un sistema de contención vehicular rígido que brinde una separación entre peatones y vehículos. Ver la recomendación en 2.3 <i>Aceras y sus accesos</i>.</p>
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	<p>En el acceso 1 (dirección Pozón) no se observaron sistemas de contención vehicular.</p> <p>En el acceso 2 (dirección Tárcoles) se encontraron guardavías que no estaban conectados a la barrera rígida del puente y tenían terminales peligrosas, debido a la terminación .</p> <p>Además, uno de los guardavías era discontinuo, lo cual podría permitir que un vehículo impacte contra los obstáculos que se encuentran detrás y no protegía un mojón de concreto al lado de la carretera del acceso 2. (ver Figura 2)</p> <p>La ausencia de guardavías y los detalles de conexión inadecuados representan un riesgo de caída de vehículos al cauce.</p>	2	2	<p>Colocar guardavías en el acceso 1.</p> <p>Anclar los guardavías del acceso 2 a la barrera vehicular 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> <p>Asegurarse que los elementos que pueden representar un peligro para los conductores, se encuentren protegidos por los guardavías.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 15/47	VERSIÓN 02

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, solamente un bordillo de seguridad de 0,52 m. No obstante, se observó una gran cantidad de peatones sobre el puente (ver Figura 3)</p> <p>El río sobre el cruza el puente representa un atractivo turístico de la zona debido a la presencia de cocodrilos.</p> <p>La gran cantidad de peatones sobre el puente y la ausencia de aceras representa un alto riesgo de accidentes de tránsito sobre el puente y en sus accesos.</p>	3	4	<p>Evaluar la posibilidad de anexar al puente una estructura que permita el tránsito de peatones o construir contiguo al puente una estructura de paso peatonal. Asegurar que el acceso y ancho disponible para el paso de peatones cumpla con los requisitos de la ley 7600.</p> <p>Mientras se decide iniciar un proyecto de una estructura de paso peatonal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar en las cercanías al puente rotulación preventiva sobre la presencia de peatones en la vía. Se recomienda como mínimo utilizar la señal P-9-1 del <i>Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito</i> (SIECA, 2014). • Reducir la velocidad permitida de circulación sobre el puente principalmente en horario diurno, basado en un estudio de tránsito. Se recomienda como mínimo utilizar el tipo de señal R-2-1 o R-2-8 (SIECA, 2014), además, evaluar si es necesario colocar algún dispositivo o sistema que incentive a los conductores a reducir la velocidad.
2.4. Rótulos de carga/ altura máxima e Identificación	El puente no tenía rótulos de identificación.	NA	NA	Evaluar la necesidad de colocar rótulos de identificación en ambos accesos en donde se indique además el número de ruta..

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 16/47	VERSIÓN 02

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.5. Señalización <i>(continuación)</i> <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<p>Sólo se observaron captaluces a lo largo de las líneas de borde del puente y no se observaron en la línea de centro (Ver Figura 4).</p> <p>La demarcación horizontal se encontraba borrosa y califica como en estado malo (Zamora et al, 2012) (Ver Figura 4).</p> <p>No se observaron delineadores verticales ni marcadores de objeto (ver Figura 2).</p>	2	2	<p>Incluir dentro de un programa de mantenimiento periódico de la carretera la colocación de captaluces y la pintura de líneas de centro y de borde.</p> <p>Valorar la necesidad de colocar marcadores de objeto frente a los extremos de la barrera del puente.</p> <p>Ver también recomendaciones en el punto 2.3</p>
2.6. Iluminación	<p>El puente no tenía iluminación, solo se observaron luminarias en los accesos. Las luminarias del acceso 2 se encontraban en mal estado (ver Figura 4).</p>	2	2	<p>Evaluar la necesidad de colocar iluminación en el puente tomando en cuenta su longitud.</p>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	<p>Se observaron grietas transversales y que aparecían ocasionalmente en la superficie de rodamiento asfáltica del puente (ver Figura 5).</p> <p>Se midió un espesor de 100 mm de superficie de rodamiento asfáltica. En los planos del puente a los que se tuvo acceso se hace referencia a una superficie de rueda de 80 mm.</p>	2	2	<p>Monitorear mediante un programa de mantenimiento rutinario el avance del agrietamiento en la superficie de rodamiento.</p> <p>Realizar una evaluación estructural del puente para determinar su capacidad actual, considerando el espesor de la carpeta asfáltica.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 17/47	VERSIÓN 02

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	Además, las salidas del sistema de drenaje no tenían tubos de extensión y mantenían húmeda la zona de salida de los ductos (ver Figura 6). Si los ductos de drenaje llegan a obstruirse aumenta el riesgo de acumulación de agua sobre la calzada que podría causar el hidropneumático de los vehículos y consecuentemente un accidente de tránsito sobre el puente. Además, la descarga de agua sobre los elementos de concreto contribuye a su deterioro.	1	1	Incluir dentro de un programa de mantenimiento rutinario del puente la limpieza de los bordillos y entradas del sistema de drenaje del puente. 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 (AASHTO, 2014)
3.3. Juntas de expansión	Las juntas de expansión se encontraban obstruidas con asfalto. Además, se encontraron baches en el asfalto colocado sobre las juntas, a través de los cuales fue posible observar que la junta aparenta ser de tipo dentada de acero, ya que en los planos a los que se tuvo acceso no venía indicado el tipo (Ver Figura 7). En ambos bastiones se observaron manchas de humedad en más del 50% de la superficie del cabezal de los bastiones que evidencian el ingreso de agua a través de las juntas (Ver Figura 18), aunque se encuentren obstruidas con asfalto (ver Figura 7). El asfalto sobre la junta podría limitar la capacidad de desplazamiento del puente y el ingreso de agua contribuye al deterioro de los elementos de la subestructura.	3	3	Reparar las juntas de expansión removiendo la capa de asfalto para verificar su estado Reponer o sustituir el sistema de drenaje de la junta de expansión. Incluir dentro de un programa de mantenimiento rutinario la limpieza de la junta y la verificación del estado del sello impermeable.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 18/47	VERSIÓN 02

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.3. Superficie de rodamiento de los accesos	No se observaron daños en la superficie de rodamiento de los accesos.	0	1	No hay recomendaciones
3.4. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	No se observaron daños en los rellenos de aproximación y taludes de los accesos.	0	1	No hay recomendaciones
3.5. Muros de retención de los accesos	Los muros de retención de los accesos tipo gaviones se encontraron ligeramente deformados.	1	2	Monitorear el estado de los muros de gaviones de los accesos.
3.6. Losa de aproximación	No se tuvo acceso visual a la losa de aproximación, ni se encontraron planos de la misma.	NI	NI	No hay recomendaciones
3.7. Sistema de drenaje de los accesos	No se observó un sistema de drenaje de los accesos y no se observaron señales de erosión de rellenos. Se observó una salida del sistema de alcantarillado en el acceso 1 (aguas abajo) que descarga lejos de la estructura depositando basura y aguas servidas (ver Figura 8).	0	1	Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
3.8. Vibración	La vibración del puente era perceptible con el paso de cualquier tipo de vehículo y con mayor intensidad con el paso 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-PN01-2016	Página 19/47	VERSIÓN 02

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura tipo cajón de concreto preesforzado

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>El tablero del puente es la misma losa superior de la superestructura tipo cajón.</p> <p>Solo se tuvo acceso a los extremos en voladizo de la losa superior del cajón de concreto, donde se observaron manchas blancas producto de eflorescencia principalmente alrededor de la salida de los ductos de drenaje, también en algunas juntas de construcción entre dovelas y en la junta entre la losa y la barrera vehicular (Ver Figura 9).</p>	1	3	<p>Monitorear la eflorescencia observada en los extremos de la losa.</p> <p>Ver recomendación de 3.2 <i>Bordillos y sistema de drenaje del puente.</i></p> <p>Evaluar la necesidad de impermeabilizar la losa del puente.</p>
4.2. Cajón de concreto preesforzado	<p>En diferentes puntos de la losa inferior del cajón de concreto se observaron grieta mayores que 0,3 mm en el sentido longitudinal del puente con eflorescencia y espaciadas a más de 1,00 m. (Ver Figura 10)</p> <p>Además, una de las grietas iniciaba en el bastión 1 y se extendía a lo largo de toda la superestructura, extendiéndose por todos los tramos, hasta llegar al bastión 2, donde se midió un espesor de grieta de 0,3 mm (Ver Figura 10)</p> <p>Algunas juntas de construcción de la losa inferior y de las paredes del cajón presentaban eflorescencia y estaban abiertas (Ver Figura 12).</p> <p>No había posibilidad de acceso al interior del cajón de concreto.</p>	1	3	<p>Monitorear las grietas para determinar si son estructurales o si son pasivas, con el fin de decidir si se pueden sellar.</p> <p>Realizar un análisis estructural del puente para determinar su capacidad actual.</p> <p>Brindar acceso al interior del cajón para futuras evaluaciones. Asegurarse de colocar los puntos de acceso en zonas que no afecten el comportamiento estructural del puente.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 20/47	VERSIÓN 02

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura tipo cajón de concreto preesforzado (continuación)

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.3. Vigas Diafragma	No se tuvo acceso visual a las vigas diafragma internas del cajón. En la viga diafragma del extremo, ubicada sobre el bastión 2, había una grieta diagonal contiguo a una de las paredes del cajón de concreto (Ver Figura 13).	0	1	Evaluar la posibilidad de sellar las grietas en las vigas diafragma de los extremos

Tabla No. 5. Estado de conservación de la subestructura

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p>Apoyos en bastión 1 (B1): No se tuvo acceso visual a los apoyos del bastión 1 debido al limitado espacio entre la superestructura y la viga cabezal del bastión. Además los apoyos aparentemente se ubican cerca de la pared del cabezal.</p> <p>Apoyos en pila 1 (P1): Los apoyos elastoméricos se encontraban visiblemente deformados y uno de los apoyos tenía desplazamiento de 70 mm de las láminas metálicas del elastómero, lo que evidencia la falla por cortante y deslizamiento del apoyo (ver Figura 14). Además, las caras del material elastomérico presentaban grietas en dirección paralela a las láminas de refuerzo de acero de los apoyos (ver Figura 14).</p>	3	5	<p>Sustituir todos los apoyos de las pilas del puente, para esto, realizar una evaluación estructural del puente para determinar su capacidad estructural actual y diseñar el tipo de apoyos elastoméricos que se deberían utilizar para sustituir los apoyos dañados.</p> <p>Remover el material que obstruye la visibilidad de los apoyos de los bastiones para verificar su estado y determinar si es necesario sustituirlos.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 21/47

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas (longitud de asiento, estado del apoyo) <i>(continuación)</i>	<p>Apoyos en pila 2 (P2): Los apoyos elastoméricos no fueron accesibles directamente debido a la presencia de cocodrilos en las inmediaciones en la pila. Sin embargo, se utilizó un vehículo aéreo no tripulado que permitió observar deformaciones (ver Figura 15).</p> <p>Apoyos en pila 3 (P3): Los apoyos elastoméricos evidenciaron falla por compresión, rotación y de cortante por deslizamiento entre capas. Los apoyos han perdido su funcionalidad y su capacidad estructural (ver Figura 16). Como se puede observar, estos son los apoyos de menor altura, y por lo tanto son los que menor capacidad de rotación y de desplazamiento transversal tienen de todos los apoyos.</p> <p>Apoyos en pila 4 (P4): Los apoyos elastoméricos estaban deformados y tenían grietas horizontales en el material elastomérico. (Ver Figura 17).</p> <p>Apoyos en bastión 2 (B2): Los apoyos del bastión 1 estaban ocultos por un material tipo espuma de poliestireno colocado aparentemente durante la construcción, por lo cual, no fue posible evaluarlos.</p> <p>La condición que se observó en los apoyos ha provocado daños en las pilas.</p>	3	5	Ver recomendaciones en la página anterior

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 22/47	VERSIÓN 02

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.2. Bastiones	<p>Bastión 1 (B1): Una de las columnas del cuerpo del bastión estaban expuesta aproximadamente 0,50 m en la parte superior debido aparentemente a erosión del talud frente al bastión.</p> <p>Bastión 2 (B2): Las columnas del cuerpo del bastión estaban expuestas aproximadamente 1,50 m en la parte superior debido aparentemente a erosión del talud frente al bastión.</p> <p>Además, se observaron grietas por retracción en la sección expuesta de las pilas menores que 0,3 mm, ubicadas al rededor de la columna y espaciadas entre 0,50 m y 1,0 m, algunas de estas grietas coinciden con las juntas de construcción (Ver Figura 18).</p>	0	1	<p>Monitorear las grietas de las columnas de los bastiones.</p> <p>Evaluar la necesidad de reconformar el talud frente al bastión y protegerlo de la erosión. Procurar la asesoría profesional en conformación de rellenos y protección contra la erosión.</p>
5.3. Aletones	No se observaron daños.	0	1	No hay recomendaciones
5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	<p>Pila 1 (P1): El cuerpo de la pila presentaba grietas estructurales de hasta 1,50 mm y espaciadas entre 0,30 m y 1,0 m. Las grietas eran verticales, iniciaban en los extremos de la llave de cortante y continuaban hasta el nivel de terreno. En algunos puntos a lo largo de las grietas se observaron pequeños desprendimientos de concreto. También se observaron grietas verticales en los extremos curvos de las pilas (Ver Figura 19). (Continúa en la página siguiente)</p>	2	5	<p>Realizar una inspección detallada de las pilas con ensayos no destructivos para determinar si el acero de refuerzo tiene corrosión, así como la extensión, y la profundidad de las grietas.</p> <p>Realizar la evaluación estructural del puente y la evaluación detallada de las pilas y de la superestructura, para definir un diseño de la rehabilitación que incluya medidas para reparar las pilas del puente.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 23/47

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo) <i>(continuación)</i>	<p>Pila 1 (P1) <i>(continuación)</i>: Estas grietas podrían ser producto de la falla de los apoyos que provocó que la superestructura se apoyara sobre la llave de corte, lo cual, produjo altos esfuerzos localizados de compresión en la pila (Ver el caso de la Pila 3 (P3)). El agrietamiento en las pilas podría permitir el ingreso de agua u otras sustancias dentro del concreto e iniciar el proceso de corrosión, además refleja una posible deficiencia en la capacidad estructural de la subestructura del puente.</p> <p>Pila 2 (P2): No se pudo acceder directamente a la pila 2 debido a la presencia de cocodrilos alrededor del elemento. Sin embargo, se pudo inspeccionar el estado de la pila por medio de un vehículo aéreo no tripulado, por medio del cual se identificaron grietas que siguen un patrón similar a las observadas en la pila 1 (Ver Figura 20).</p> <p>Pila 3 (P3): Posee grietas que siguen un patrón similar a las de la pila 1, saliendo desde las inmediaciones de la llave de cortante hasta el nivel de terreno. Sin embargo, en esta pila las grietas son más severas: tienen espesores entre 8,0 mm y 10 mm, y los desprendimientos de concreto tenían mayor extensión y profundidad a lo largo de la grieta. (Ver Figura 21)</p>	2	5	Ver recomendaciones en la página anterior

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 24/47	VERSIÓN 02

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.5. Pilas (viga cabezal, cuerpo) (continuación)	<p>Pila 3 (P3) (continuación): Las grietas podrían ser producto del apoyo de la superestructura sobre la llave de corte que produjo altos esfuerzos localizados de compresión en la pila 3 (Ver Figura 22). Ver 6.2 Dispositivos para prevención de colapso.</p> <p>Pila 4 (P4): Posee grietas con espesores y patrón similares a la pila 1.</p>	2	5	Ver recomendaciones en la página anterior
5.6. Cimentaciones (pilas y bastiones)	Solo se tuvo acceso visual a la parte superior de la cimentación de la pila 2, en la cual no se observaron daños (ver Figura 23).	NI	NI	No hay recomendaciones

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	No fue posible medir la longitud de asiento en los bastiones debido a un material alrededor de los apoyos que dificultaba el acceso. La evaluación de la longitud de asiento no aplica en pilas debido a que la estructura es continua.	NI	NI	No hay recomendaciones
6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte)	<p>En la pila 3 la llave de corte había fallado por aplastamiento del concreto. (ver Figura 22)</p> <p>Las llaves de corte de las pilas 1 y 5 tenían placas metálicas y hules cubriendo las superficies, por lo que no fue posible evaluar el estado de las mismas.</p> <p>No se tuvo acceso a las llaves de corte de los bastiones ni de la pila 2.</p>	3	4	Realizar una evaluación estructural del puente y una evaluación detallada de las pilas y de la superestructura, para definir un diseño de la rehabilitación que incluya la reparación y reconstrucción de llaves de corte.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 25/47	VERSIÓN 02

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 taludes de relleno se encontraban protegidos por muros de gaviones los cuales se encontraban ligeramente deformados (ver punto 3.5)	0	1	Monitorear el estado de los muros de gaviones de los accesos. (ver punto)
6.4. Protección de taludes frente al bastión	Los taludes frente a los bastiones se encontraban erosionados, lo cual había expuesto la parte superior de las columnas de los bastiones, principalmente en el bastión 2. Frente al bastión 2 se había colocado un enrocado como protección (ver Figura 18). El nivel de erosión observado del talud frente al bastión aumenta el riesgo de migración del relleno de aproximación y por lo tanto aumenta el riesgo de asentamientos en los accesos.	0	1	Monitorear la erosión del terreno frente a los bastiones y evaluar la necesidad de proteger los taludes contra la erosión.
6.5. Protección de socavación en pilas	Había acumulación de escombros alrededor de la pila 2 (ver Figura 23). En la pila 2 se observó socavación que dejó expuesta la parte superior de la cimentación tipo caisson y no ha alcanzado el nivel inferior de fundación (Ver Figura 23) La acumulación de escombros podría aumentar el riesgo de socavación de la pila.	1	1	Evaluar la posibilidad de limpiar los escombros mediante un programa de mantenimiento rutinario, considerando medidas de seguridad ante la presencia de cocodrilos. Además, evaluar la necesidad de construir protecciones para evitar el avance de la socavación en la pila 2.
6.6. Cauce del río	Se observó erosión de la margen derecha del río (frente a pila 1). (ver Figura 23)	NA	NA	Evaluar la necesidad de proteger las márgenes del río.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 26/47



Figura 1. Daños observados en sistema de contención vehicular del puente: (a) Faltante de elementos, (b) Oxidación de pernos y (c) deformación de elementos

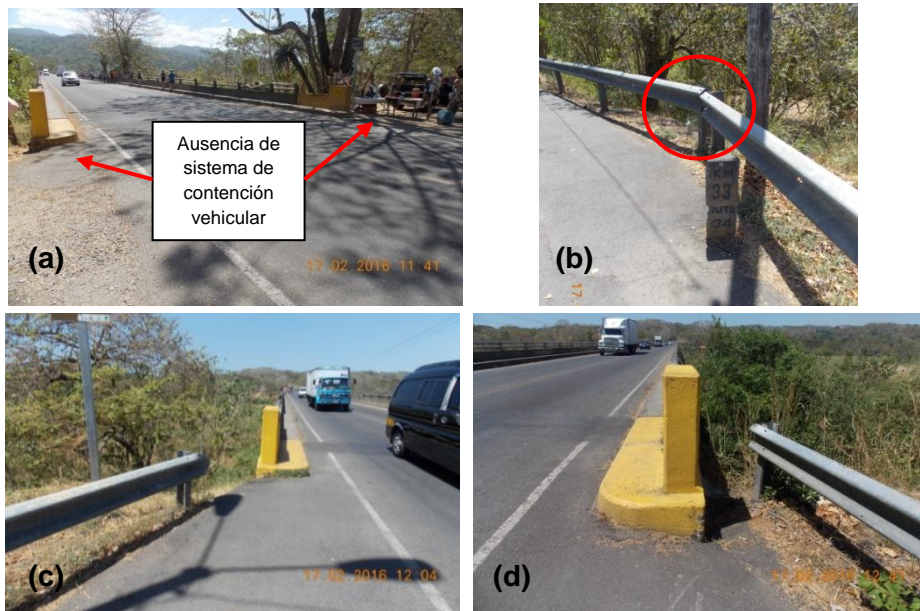


Figura 2. Deficiencias en sistemas de contención vehicular de los accesos: (a) Ausencia de sistema de contención vehicular en acceso 1, (b) Discontinuidad y colocación deficiente de guardavías en acceso 2, (c) y (d) Discontinuidad entre guardavías y barrera vehicular rígida en acceso 2

Informe LM-PI-UP-PN01-2016	Fecha de emisión: 1 de abril de 2016	Página 26 de 47
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 27/47	VERSIÓN 02



Figura 3. Presencia abundante de peatones en el puente y acera de ancho insuficiente.

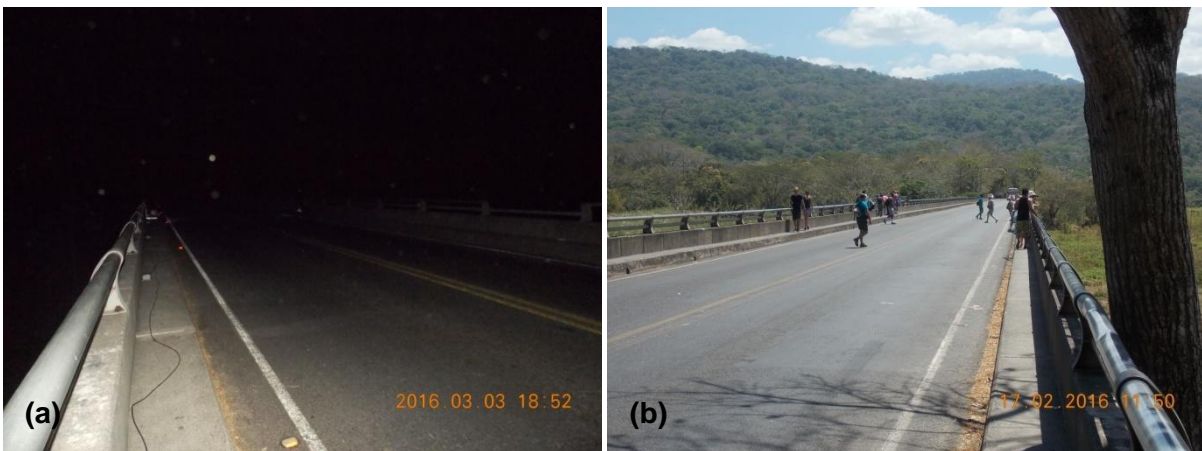


Figura 4. Demarcación horizontal borrosa, ausencia de captaluces en la línea de centro y ausencia de iluminación en el puente: (a) Fotografía tomada en horario nocturno sin peatones en el puente y (b) Fotografía en horario diurno con peatones en el puente

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 28/47	VERSIÓN 02



Figura 5. Ejemplo de grieta transversal en superficie de rodamiento asfáltica del puente



Figura 6. Deficiencias en el sistema de drenaje del puente: (a) Sedimentos con basura en bordillos y entradas del sistema de drenaje; (b) Falta de tubos de extensión en salidas del sistema de drenaje

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 29/47	VERSIÓN 02



Figura 7. Juntas de expansión obstruidas con asfalto y con agujeros: (a) Junta de expansión sobre bastión 1; (b) Junta de expansión sobre bastión 2



Figura 8. Salida de drenaje del acceso

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 30/47	VERSIÓN 02



Figura 9. Eflorescencia en extremos de la losa superior del cajón.



Figura 10. Grieta longitudinal en el tramo 1 del puente y eflorescencia en grietas.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 31/47	VERSIÓN 02



Figura 11. Eflorescencia en juntas de construcción de las paredes del cajón de concreto.



Figura 12. Eflorescencia en la junta de construcción y grietas de la losa inferior del tramo 4, contiguo a la pila 4.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 32/47	VERSIÓN 02



Figura 13. Grieta en viga diafragma del extremo sobre el bastión 2.



Figura 14. Apoyos elastoméricos deformados y con desprendimiento de placas sobre pila 1.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 33/47	VERSIÓN 02



Figura 15. Deformaciones en los apoyos sobre la pila 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 34/47	VERSIÓN 02



Figura 16. Apoyo con evidencia de falla por compresión, rotación y de cortante por deslizamiento entre capas en pila 3.



Figura 17. Apoyo deformado y con grietas en el material elastomérico en pila 4.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 35/47	VERSIÓN 02



Figura 18. Columnas del bastión 2 expuestas y agrietamiento en columnas.



Figura 19. Agrietamiento en cuerpo de pila 1 (Cara hacia Tárcoles).

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 36/47



Figura 20. Agrietamiento en cuerpo de pila 2 detectado gracias a vehículo aéreo no tripulado (Cara hacia Tárcoles).

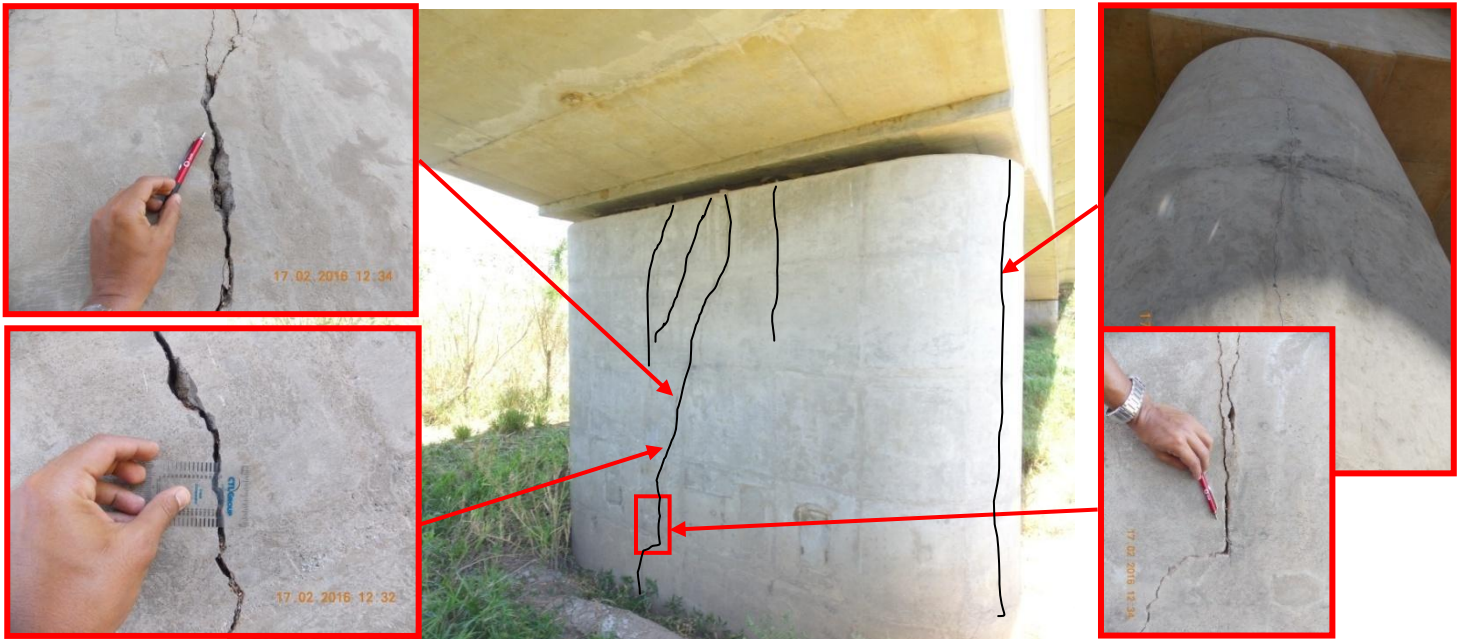


Figura 21. Agrietamiento y desprendimientos de concreto en cuerpo de pila 3 (Cara hacia Pozón).

Informe LM-PI-UP-PN01-2016	Fecha de emisión: 1 de abril de 2016	Página 36 de 47
----------------------------	--------------------------------------	-----------------


 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 37/47	VERSIÓN 02



Figura 22. Llave de corte en pila 3 con concreto fallado por aplastamiento.



Figura 23. Acumulación de escombros alrededor de pila 2, evidencia de socavación de la pila 2 y erosión de margen derecha.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 38/47	VERSIÓN 02

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente sobre el río Grande de Tárcoles ubicado en la Ruta Nacional No. 34 (Carretera Pacífica Fernández Oreamuno). Las Tablas No. 2 a No. 6 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 ALARMANTE debido a:

- a. La deformación permanente en los apoyos de las pilas del puente, el desprendimiento de láminas de refuerzo de acero en las pilas 1 y 3, y el aplastamiento de los apoyos de la pila 3.

También, se observaron los siguientes aspectos que indicarían una condición SERIA en el puente:

- b. El agrietamiento observado en las pilas y principalmente en la pila 3.
- c. Llave de corte sobre pila 3 con falla en el concreto por aplastamiento.
- d. Ausencia de acera y una gran cantidad de peatones observados durante las visitas al sitio durante el día, que podrían causar un accidente de tránsito sobre el puente.

Además, se observó lo siguiente:

- e. Grietas con eflorescencia en varios puntos de la superestructura y una grieta que se extendía a lo largo de todos los tramos del puente de forma paralela al tránsito.
- f. Juntas de construcción con eflorescencia en los voladizos de la losa superior del cajón de concreto.
- g. Juntas de expansión obstruidas con asfalto.

Informe LM-PI-UP-PN01-2016	Fecha de emisión: 1 de abril de 2016	Página 38 de 47
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 39/47	VERSIÓN 02

- h. Acumulación de escombros alrededor de la pila 2.
- i. Demarcación horizontal en mal estado, ausencia de sistemas de contención vehicular en el acceso 1 (Pozón) y deficiencias de colocación de los guardavías del acceso 2 (Tárcoles).
- j. Faltante de elementos metálicos en la barrera vehicular del puente.

Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura se recomienda en orden de relevancia:

1. Realizar una evaluación estructural del puente y una evaluación detallada de las pilas y de la superestructura, para definir un diseño de la rehabilitación que incluya medidas para reparar las pilas del puente, las llaves de corte y sustituir los apoyos. Definir también medidas para rehabilitación para la superestructura en caso de ser requerido. Utilizar para la evaluación estructural los criterios de los Lineamientos para diseño Sismorresistente de puentes (CFIA, 2013) y los de *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (AASHTO, 2014).
2. Realizar una inspección detallada de las pilas con ensayos no destructivos para determinar si el acero de refuerzo de las pilas tiene corrosión y la profundidad de las grietas.
3. Sustituir todos los apoyos de las pilas del puente. Basado en la evaluación estructural recomendada para el puente determinar su capacidad estructural actual y diseñar el tipo de apoyos elastoméricos que se deberían utilizar para sustituir los apoyos dañados.
4. Remover el material que obstruye la visibilidad de los apoyos de los bastiones para verificar su estado y determinar si es necesario sustituirlos.
5. Colocar en las cercanías al puente rotulación preventiva sobre la presencia de peatones en la vía.
6. Evaluar la posibilidad de anexas al puente una estructura que permita el tránsito de peatones o construir contiguo al puente una estructura de paso peatonal. Asegurar que el

Informe LM-PI-UP-PN01-2016	Fecha de emisión: 1 de abril de 2016	Página 39 de 47
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 40/47	VERSIÓN 02

acceso y ancho disponible para el paso de peatones cumpla con los requisitos de la ley 7600.

7. Mientras se decide iniciar un proyecto de una estructura de paso peatonal:
 - Colocar en las cercanías al puente rotulación preventiva sobre la presencia de peatones en la vía. Se recomienda utilizar la señal P-9-1 del Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA, 2014)
 - Reducir la velocidad permitida de circulación sobre el puente principalmente en horario diurno, basado en un estudio de tránsito. Se recomienda utilizar el tipo de señal R-2-1 o R-2-8 (SIECA, 2014). Además, evaluar si es necesario colocar algún dispositivo o sistema que incentive a los conductores a reducir la velocidad.
8. Evaluar la pertinencia de cambiar el tipo de barrera vehicular, ampliando la acera en el puente y colocando un sistema de contención vehicular rígido que brinde una separación entre peatones y vehículos.
9. Monitorear las grietas del cajón de concreto para determinar si son estructurales o si son pasivas, con el fin de decidir si se pueden sellar.
10. Brindar acceso al interior del cajón para futuras evaluaciones. Asegurarse de colocar los puntos de acceso en zonas que no afecten el comportamiento estructural del puente.
11. Evaluar la necesidad de impermeabilizar la losa del puente..
12. Establecer un programa de mantenimiento rutinario que incluya la limpieza del puente, limpieza de bordillos y entradas del sistema de drenaje, remoción de escombros en el cauce (considerando medidas de seguridad ante la presencia de fauna peligrosa),limpieza de maleza en taludes de rellenos de aproximación, monitoreo y seguimiento de daños leves identificados en el puente, la conservación de la demarcación horizontal, la reposición de elementos dañados o del faltante de elementos en la barrera del puente, la colocación de sistemas de contención vehicular en los accesos, la reparación de las protecciones de los taludes frente a los bastiones y de los

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 41/47	VERSIÓN 02

rellenos de aproximación. Especificar los trabajos conforme al manual MCV2015 (MOPT, 2015).

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.

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 (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. Primera Edición. Dirección de Puentes. 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. MOPT (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes MCV-2015*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
6. 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.

Informe LM-PI-UP-PN01-2016	Fecha de emisión: 1 de abril de 2016	Página 41 de 47
----------------------------	--------------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 42/47	VERSIÓN 02

7. SIECA (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. Guatemala.
8. 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.
9. Zamora-Rojas, J., Jiménez-Romero, D., Acosta-Hernández, E., Castillo-Barahona, R., Rodríguez-Roblero, M. J., Quirós-Serrano, C. (2012). *Guía de evaluación de seguridad vial para puentes en Costa Rica*. Versión 02-2012. Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. 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-PN01-2016	Página 43/47	VERSIÓN 02

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-PN01-2016	Página 44/47	VERSIÓN 02

Página intencionalmente dejada en blanco

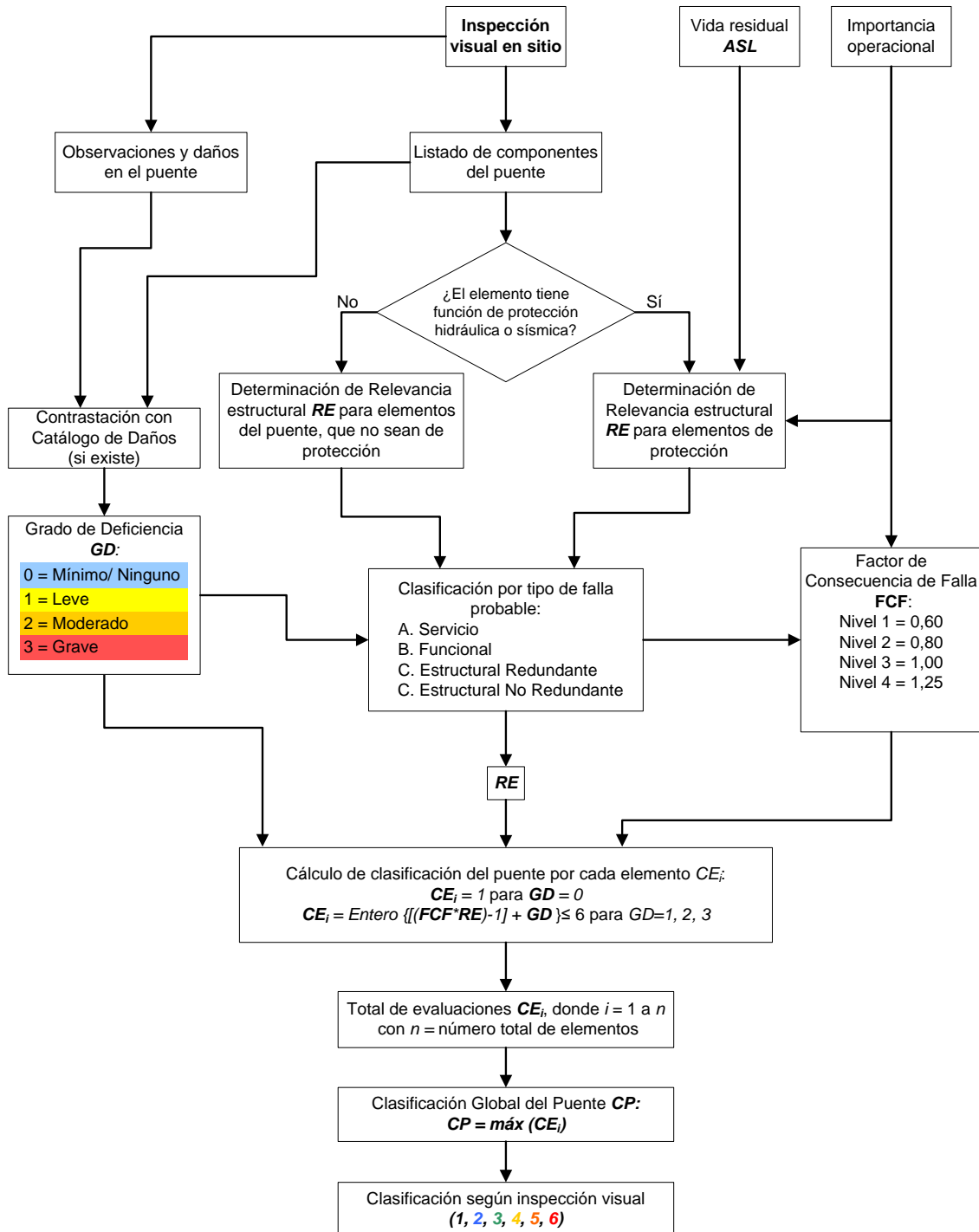


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016		Página 46/47

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

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN01-2016	Página 47/47
		VERSIÓN 02

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

Nombre del puente y Ruta	Puente Río Grande de Tárcoles-RN34	Importancia Operacional (LDSP 2013)	Crítico
Fecha Evaluación	17/02/2016	TPD (veh/día)	10197
Año de construcción o diseño	1978	Vida de diseño según código (años)	50

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS O REFERENCIA	TIPO DE FALLA	FCF	CE _i	
			A TABLA DE INFORME				
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	1	Tabla No. 2, aspecto 2.1	B	0,8	2
	Barrera vehicular (accesos)	1	2	Tabla No. 2, aspecto 2.2	A	0,6	2
	Aceras	2	3	Tabla No. 2, aspecto 2.3	B	0,8	4
	Señalización Vial	1	2	Tabla No. 2, aspecto 2.5	A	0,6	2
	Rotulación Carga/Altura Máxima		No Aplica	Tabla No. 2, aspecto 2.4			
	Iluminación	1	2	Tabla No. 2, aspecto 2.6	A	0,6	2
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	2	Tabla No. 3, aspecto 3.1	A	0,6	2
	Sistema de drenaje del puente	1	1	Tabla No. 3, aspecto 3.2	A	0,6	1
	Juntas de expansión	1	3	Tabla No. 3, aspecto 3.3	A	0,6	3
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Tabla No. 3, aspecto 3.4	A	0,6	1
	Relleno de aproximación	2	0	Tabla No. 3, aspecto 3.5	B	0,8	1
	Losa de aproximación		No Insp.	Tabla No. 3, aspecto 3.7			
	Muros de contención en accesos	2	1	Tabla No. 3, aspecto 3.6	B	0,8	2
SUPERESTRUCTURA TIPO CAJÓN	Tablero	3	1	Tabla No. 4, aspecto 4.1	C	1	3
	Cajón de concreto preesforzado	3	1	Tabla No. 4, aspecto 4.2	C	1	3
	Vigas diafragma	2	0	Tabla No. 4, aspecto 4.3	C	0,8	1
SUBESTRUCTURA	Apoyos	3	3	Tabla No. 5, aspecto 5.1. Se toma el valor que representa el apoyo con más daño.	C	1	5
	Aletones	2	0	Tabla No. 5, aspecto 5.3	B	0,8	1
	Bastiones: Cabezal y cuerpo	3	0	Tabla No. 5, aspecto 5.2	C	1	1
	Bastiones: Cimentación		No Insp.	No se tuvo acceso			
	Pilas: Viga cabezal		No Aplica	Las pilas no poseen viga cabezal			
	Pilas: Cuerpo tipo muro	3	2	Tabla No. 5, aspecto 5.1. Se toma el valor que representa la pila con más daño: pila 3.	C	1	4
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Pila: Cimentación		No Insp.	No se tuvo acceso			
	Longitud de asiento (pedestales)	2	No Insp.	Tabla No. 6, aspecto 6.1	C	1	
	Llaves de corte	2	3	Tabla No. 6, aspecto 6.2 Se toma el valor que representa la llave de corte con más daño: sobre pila 3	C	1	4
	Cadenas/ anclajes/ postensión externa		No Aplica	No se observaron estos elementos			
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Dispositivos especiales		No Aplica	No se observaron estos elementos			
	Protección de taludes de rellenos	2	0	Tabla No. 6, aspecto 6.3	C	1	1
	Protección de taludes frente a bastiones	2	0	Tabla No. 6, aspecto 6.4	C	1	1
Protección de socavación en pilas	2	1	Tabla No. 6, aspecto 6.5	C	1	2	
					CP =	5	Condición Alarmanete

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