

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 1/52	VERSIÓN 04

Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P02-2017

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO AHOGADOS RUTA NACIONAL No. 01

Preparado por:
**Unidad de Puentes
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica
 12 de mayo, 2017

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 2/52	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 3/52	VERSIÓN 04

1. Informe: LM-PIE-UP-P02-2016		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO AHOGADOS RUTA NACIONAL No.01		4. Fecha del Informe 12 de mayo, 2017	
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 del puente sobre el río Ahogados, en la Ruta Nacional No. 01, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - 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. Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como SERIO. 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.01, Río Ahogados, Evaluación		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 52
11. Inspección e informe por: Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador a.i. Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 12/05/2017	12. Inspección y revisión por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 12/05/2017		
13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR <hr/> Fecha: 12/05/2017	14. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Coordinador Programa de Ingeniería Estructural <hr/> Fecha: 12/05/2017		

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE EVALUACIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017</p>	<p>Página 4/52</p>	<p>VERSIÓN 04</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 5/52	VERSIÓN 04

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	OBJETIVOS	7
3.	ALCANCE DEL INFORME	8
4.	DESCRIPCIÓN.....	9
5.	ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE	14
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
7.	REFERENCIAS.....	44
	ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	45

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 6/52	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 7/52	VERSIÓN 04

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación del puente sobre el río Ahogados, en la Ruta Nacional No. 01, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - LanammeUCR, que tiene como objetivo evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional a partir de una inspección del puente, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. La inspección del puente se realizó el día 03 de noviembre de 2016. Debido a una posible afectación del huracán Otto en la estructura, la cual se encuentra ubicada en una de las zonas donde se declararon con mayor regularidad alertas amarillas y rojas por parte de la Comisión Nacional de Emergencias durante el evento, se realizó una re-inspección el día 23 de febrero del 2017 para evaluar la interacción del cauce del río con las pilas y de ambas márgenes del puente.

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 inspección visual de todos los componentes estructurales y no estructurales para evaluar su condición estructural.
- c) Inspeccionar y evaluar la seguridad vial del puente para reducir el riesgo 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 de la condición de sus componentes.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 8/52	VERSIÓN 04

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición estructural y funcional del puente 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 el sitio durante la inspección de la estructura y los elementos de la seguridad vial.

Se entiende por inspección 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 condición el día de la visita al sitio.

Se entiende por evaluación la determinación de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la inspección. Como resultado de la evaluación, se le asigna una calificación al puente 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 de flujo que resume los criterios, la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición.

Las dimensiones de los elementos del puente se obtienen de los planos de diseño, si es que esta información está disponible. Estas dimensiones se verifican mediante mediciones realizadas en sitio de varios elementos clave del puente. Las dimensiones obtenidas de los planos se pueden utilizar para completar formularios de inventario del puente si se considera necesario, 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.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 9/52
		VERSIÓN 04

4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 01, en la sección de control 50040 y cruza el río Ahogados. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito de Cañas Dulces, del cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: $10^{\circ}45'13,84''N$ de latitud y $85^{\circ}30'56,17''O$ de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica AHOGADOS 1:50 000.



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

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 4519 vehículos por día en la sección de control donde se ubica el puente, según el Anuario de tránsito 2015, publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT. Se debe indicar que el porcentaje de vehículos pesados es de 26,88%, de los cuales el 12,92% corresponde a camiones de 5 ejes.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 10/52	VERSIÓN 04

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

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

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 11/52



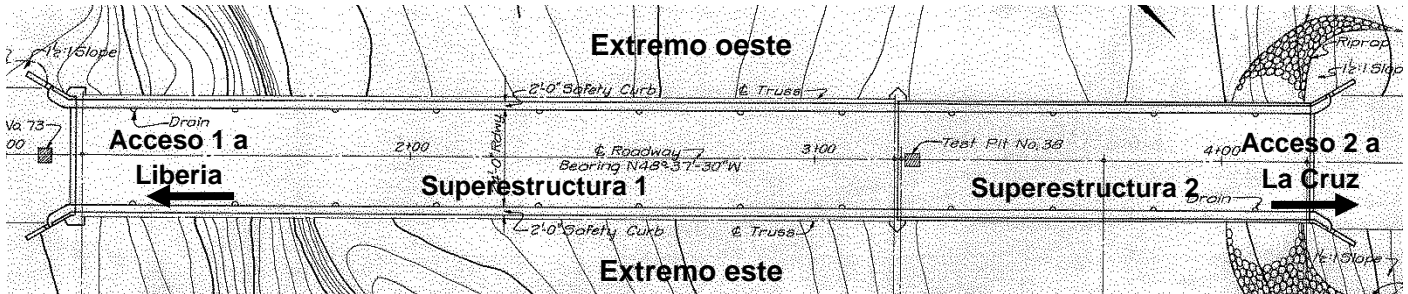
Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro



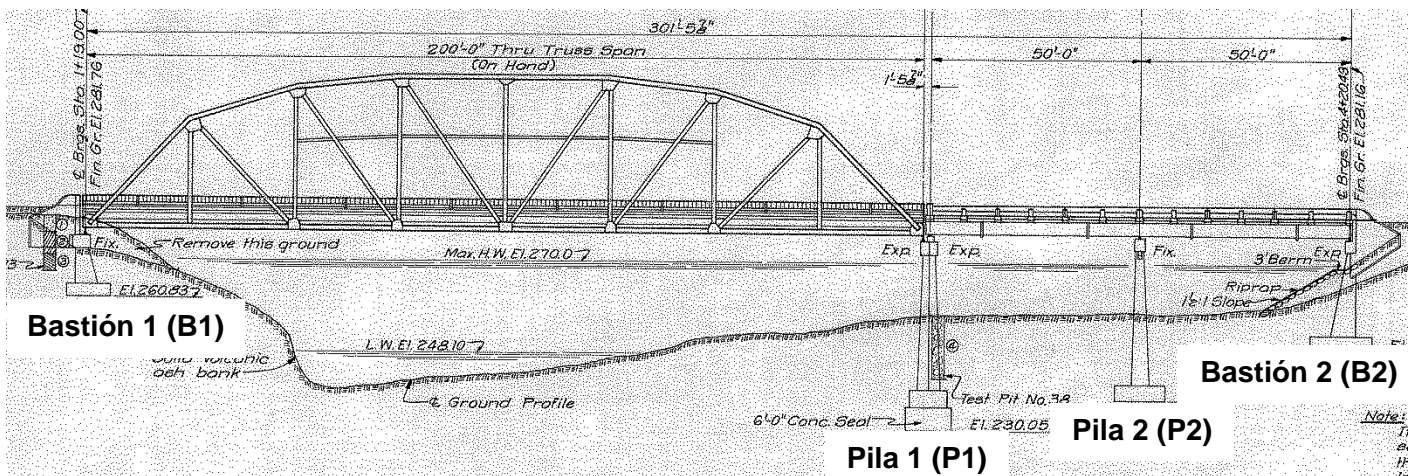
Figura C. Vista lateral

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 11 de 52
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 12/52



(a) Planta



(b) Elevación

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 13/52

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	92.6
	Ancho total (m)	9,2
	Ancho de calzada (m)	7,3
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	2
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1: Tipo cercha de paso inferior Superestructura 2: Tipo viga continua con vigas principales tipo I de acero
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyo fijo Bastión 2: Apoyo expansivo
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: Inicial apoyo expansivo; final apoyo expansivo Pila 2: Apoyo fijo
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Tipo marco de concreto reforzado (según planos)
	Tipo de pilas	Pila 1: Tipo muro de concreto reforzado Pila 2: Tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Tipo placa aislada (según planos) Pilas 1 y 2: Tipo placa aislada (según planos)
Diseño y construcción	Año de diseño	1951
	Año de construcción	1955
	Especificación de diseño original	AASHO 1949
	Carga viva de diseño original	H15-S12-44
	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 EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 14/52	VERSIÓN 04

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.7 las cuales se presentan a continuación.

En dichas tablas se presentan dos columnas llamadas GD y CE, las cuales corresponden, respectivamente, al Grado de Deficiencia (GD) y la Condición Evaluada (CE) para cada elemento del puente de acuerdo como se definen en el informe LM-PI-UP-05-2015 y en el Anexo A. Los valores numéricos de GD y CE, se refieren al estado de deterioro observado el día de la evaluación, y se asignan de acuerdo con el componente más dañado que se observa en el respectivo ítem evaluado; sin embargo, la atención de la estructura se debe realizar haciendo un análisis integral de todos los deterioros detallados en la evaluación que se presenta en este informe. En las casillas correspondientes a GD y CE también podrían aparecer las siguientes expresiones: "NI" cuando el elemento no pudo ser inspeccionado por dificultades de acceso o "NA" cuando el elemento no se encontraba en el tipo de puente evaluado.

En el Anexo A se puede consultar el procedimiento y la definición de las variables que intervienen para determinar la Condición Evaluada (CE) a partir del grado de deficiencia (GD) observado.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 15/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	<p>Las barreras vehiculares de acero y concreto fueron diseñadas en el año 1951 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la Ruta Nacional No. 01 actualmente. Por eso, hay evidencia de que las barreras observadas el día de la evaluación no cumplían 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. 01 en la actualidad (Ver Fig. 1), y por lo tanto existe el riesgo de que ante el impacto de un vehículo la barrera vehicular no se desempeñe adecuadamente. Además, en la barrera de contención vehicular de concreto se observó agrietamiento aleatorio con un ancho mayor a 0,2 mm en la parte superior del elemento horizontal longitudinal, con evidencia de ser producto de la retracción y fraguado del concreto (Ver Fig. 1(a)); en la barrera vehicular de acero se observó una zona impactada en el extremo suroeste del puente, así como deterioro del sistema de protección de pintura y algunas zonas con puntos de corrosión (Ver Fig. 1(b)).</p>	1	2	<p>Si se decide rehabilitar o intervenir la losa del puente según lo indicado en 4.1 <i>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 intervenir los deterioros observados.</p>
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	<p>Se observaron guardavías en el carril del sentido de conducción en ambos accesos. Sin embargo, en ambos casos los guardavías no estaban anclados al pretil rígido de la barrera de contención vehicular (Ver Figs. 2(a) y 2(b)), la altura del guardavías del acceso 1 era insuficiente (Ver Fig. 2(a)) y el guardavías del acceso 2 estaba abatido y anclado al suelo pero su alineamiento era prácticamente paralelo al sentido de conducción (Ver Fig. 2(c)).</p> <p>Los defectos observados aumentan el riesgo de un funcionamiento inadecuado de los guardavías en caso de recibir el impacto de un vehículo, aumentando la vulnerabilidad de los usuarios.</p>	2	2	<p>Corregir las deficiencias observadas en los guardavías de ambos accesos al puente, de manera tal que cumplan con las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 16/52
		VERSIÓN 04

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.3. Aceras y sus accesos	<p>El puente no tenía aceras, sino un bordillo de seguridad con una ancho efectivo de 0,65 m, el cual es menor al ancho de 1,20 m recomendado por la Ley 7600 (Ver Fig. 3(b)).</p> <p>El día de la visita de evaluación no se evidenció tráfico peatonal.</p>	1	2	<p>Evaluar la necesidad de construir aceras que cumplan con los requisitos de la Ley 7600 y con las medidas de seguridad vial de la Sección 13 del AASHTO LRFD 2014.</p>
2.4. Identificación	<p>Se observaron rótulos de identificación en ambos accesos, pero no indicaban el número de ruta.</p> <p>No se observaron rótulos indicando la altura máxima permitida en la superestructura tipo cercha.</p>	1	1	<p>Evaluar la necesidad de colocar el número de la ruta en los rótulos de identificación.</p> <p>Evaluar la necesidad de colocar rótulos indicando la altura máxima permitida en la superestructura tipo cercha.</p>
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<p>No se observaron marcadores de objeto ni delineadores verticales en ninguno de los accesos (Ver Fig. 2).</p> <p>Las deficiencias mencionadas aumentan el riesgo de accidentes de tránsito en los accesos del puente en condiciones de poca visibilidad.</p>	2	2	<p>Colocar marcadores de objetos y delineadores verticales en los accesos del puente.</p> <p>Mantener limpios los bordillos de sedimentos para mantener una adecuada visibilidad de los captaluces y las líneas de borde.</p>
2.6. Iluminación	El puente no tenía iluminación.	0	1	<p>No se considera necesaria la iluminación siempre y cuando se le brinde un adecuado mantenimiento a la señalización y se coloquen tanto los marcadores de objeto como los delineadores verticales.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 17/52	VERSIÓN 04

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	<p>El tablero de concreto del puente estaba cubierto por una superficie de rodamiento asfáltica (Ver Fig. 4), a pesar de que los planos constructivos del puente lo que especifican como superficie de rodamiento es un sobreespesor de 13 mm de concreto.</p> <p>Las sobrecapas de pavimento asfáltico sobre el tablero aumentan la carga permanente sobre el puente y por lo tanto disminuyen su capacidad de resistir la carga temporal vehicular, aumentando con ello el riesgo de deterioros en la estructura.</p>	0	1	<p>En conjunto con las recomendaciones del punto 4.1. <i>Tablero</i>, determinar si el sobreespesor de pavimento asfáltico utilizado compromete la capacidad estructural última y de servicio del puente, para tomar las acciones del caso.</p> <p>Prohibir la colocación se sobrecapas asfálticas adicionales.</p>
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	<p>Se observó acumulación de sedimentos y vegetación en los bordillos del puente (Ver Fig. 3(b)), así como algunos de los ductos de salida del sistema de drenaje obstruidos, lo cual, aumenta el riesgo de acumulación de agua sobre la superficie, lo cual podría provocar el hidropneumático de los vehículos.</p> <p>Los ductos de salida del sistema de drenaje tenían tubos de extensión, pero su extremos mostraban evidencia de corrosión con pérdida de sección (Ver Fig. 3(a)).</p>	1	1	<p>Limpiar los bordillos y ductos de salida del sistema de drenaje del puente, y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.</p> <p>Monitorear el avance de la corrosión en los extremos de los tubos de extensión de los ductos de salida del sistema de drenaje, e intervenirlos para detener el proceso de deterioro cuando se considere necesario.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 18/52	VERSIÓN 04

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.3. Juntas de expansión	<p>Todas las juntas de expansión estaban obstruidas con mezcla asfáltica (Ver Fig. 4).</p> <p>En el caso de la junta en la pila P1 se observó agrietamiento en la carpeta asfáltica producto de la junta de expansión que progresivamente podría convertirse en daño más severo en la superficie de rodamiento (Ver Fig. 4(b)).</p> <p>Además, las juntas evidenciaban filtración de agua, siendo cercana al 100% en el bastión B1 y pila P1, y alrededor del 20% en el bastión B2 (Ver Figs. 14 y 15).</p> <p>Las obstrucciones observadas de mezcla asfáltica aumentan la vulnerabilidad de las juntas y de los elementos conexos a daños por condiciones de servicio, condiciones ambientales y eventos sísmicos, aumentando con ello paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p> <p>La filtración de agua aumenta el riesgo de que se presente deterioro en el concreto reforzado, disminuyendo la vida útil de los elementos y aumentando los costos de mantenimiento.</p>	3	3	<p>Eliminar la obstrucción por mezcla asfáltica en las juntas de expansión y evaluar su condición para determinar las acciones a seguir acorde con su estado de conservación.</p> <p>Evitar la filtración de agua a través de las juntas de expansión.</p> <p>Si se decide rehabilitar o intervenir la losa del puente según lo indicado en <i>4.1 Tablero</i>, realizar una evaluación para determinar el tipo de junta a utilizar acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.</p>
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.
3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 19/52	VERSIÓN 04

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	No se tuvo acceso a las losas de aproximación de los accesos y en los planos constructivos no venían incluidos detalles de las mismas.	0	1	Se recomienda verificar el estado de las losas de aproximación como mínimo en el momento en el que se realice una intervención en la superficie de rodamiento de los accesos, para tomar las acciones que se consideren necesarias.
3.7. Muros de retención de los accesos	No se observó la existencia de muros de contención en los accesos.	NA	NA	No hay recomendaciones.
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	El puente no contaba con un sistema de drenaje en ninguno de los accesos (Ver Fig. 2). La ausencia de un sistema de drenaje en los accesos aumenta el riesgo de erosión de los taludes de los rellenos de aproximación y del talud frente al bastión.	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 se percibió fuerte ante el tránsito de vehículos pesados.	NA	NA	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 20/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura de vigas de acero: superestructura 2.

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>La superficie superior del tablero estaba cubierta por una superficie de rodamiento asfáltica por lo que no fue posible evaluarla (Ver 3.1. <i>Superficie de rodamiento del puente</i>).</p> <p>La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta de aproximadamente 0,3 mm y con intervalos menores a 500 mm. En algunas zonas el nivel de deterioro era avanzado y se evidenciaba una alta incidencia de humedad y eflorescencia (Ver Fig. 5(a)).</p> <p>Se observó evidencia de eflorescencia en varias de las juntas de construcción (Ver Fig. 5(b)).</p> <p>El agrietamiento observado, estado de las juntas de construcción y la alta incidencia de humedad y eflorescencia en algunas zonas aumentan la vulnerabilidad a que el deterioro progrese en ambas superficies (superior e inferior) y llegue incluso a afectar el tránsito vehicular..</p>	2	4	<p>Realizar una evaluación de la capacidad estructural ante demandas gravitacionales y sísmicas de los elementos del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de sustituir o no la losa dado su estado de deterioro avanzado.</p> <p>En caso de que se decida no sustituir la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención pronta de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro avanzado.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 21/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura de vigas de acero:
superestructura 2 (*continuación*).

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.2. Vigas principales de acero	<p>Se observó corrosión localizada en la zona de los extremos como resultado de la filtración de agua a través de las juntas de expansión (Ver Figs. 6(a)).</p> <p>Además, se observaron daños localizados en el sistema de protección de pintura, así como evidencia de corrosión en la interfase con la losa de concreto producto de la filtración de agua a través de ésta (Ver Fig. 6(b)).</p> <p>El contacto con la humedad y el nivel de deterioro observado en el sistema de protección de pintura aumenta la vulnerabilidad al deterioro de las vigas de acero, aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	1	3	<p>Evaluar la necesidad de intervenir las zonas con deterioro de acuerdo a la severidad y la extensión de la corrosión observada. En caso de que se decida no intervenir las vigas de acero, se recomienda monitorear el avance del deterioro.</p> <p>Ver recomendaciones del punto 3.2. <i>Bordillos y sistema de drenaje del puente</i> y 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p>
4.3. Vigas Diafragma de acero	Se observaron algunos puntos de oxidación en las almas de las secciones tipo "C".	0	1	Monitorear el avance del deterioro.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 22/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 5. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero:
superestructura 1.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Tablero (losa de concreto).	<p>La superficie superior del tablero estaba cubierta por una superficie de rodamiento asfáltica por lo que no fue posible evaluarla (Ver 3.1. <i>Superficie de rodamiento del puente</i>).</p> <p>La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta de aproximadamente 0,3 mm y con intervalos menores a 500 mm. En algunas zonas el nivel de deterioro era avanzado y se evidenciaba una alta incidencia de humedad y eflorescencia (Ver Fig. 7(a)).</p> <p>En algunas zonas se observó agrietamiento predominantemente transversal con evidencia de eflorescencia (Ver Fig. 7(b)).</p> <p>El agrietamiento observado y la alta incidencia de humedad y eflorescencia en algunas zonas aumentan la vulnerabilidad a que el deterioro progrese en ambas superficies (superior e inferior) y llegue incluso a afectar el tránsito vehicular.</p>	2	4	Ver recomendaciones del punto 4.1. <i>Tablero (Losa de concreto)</i> .

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 23/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 5. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero:
superestructura 1 (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.2. Armaduras de acero (elementos y conexiones).	<p>Algunos elementos mostraban zonas con puntos de corrosión (Ver Fig. 8(a)). Además, se observaron elementos con deterioro del sistema de protección de pintura (Ver Fig. 8(b)), incluyendo la cuerda inferior de la armadura este del puente (Ver Fig. 8(c)).</p> <p>El nivel de degradación observado en el sistema de protección de pintura aumenta la vulnerabilidad al deterioro de las cerchas, aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p> <p>En un elemento diagonal de la armadura oeste se observó el ala externa de la sección "I" de acero deformada (Ver Fig. 9(a)), y la misma situación se identificó en un elemento vertical de la armadura este en la conexión con el sistema de arriostramiento que también se encontraba deformado.</p> <p>Las deformaciones observadas aumentan el riesgo de que se disminuya la capacidad de los elementos en donde se identificaron.</p> <p>Se debe tener en cuenta que las armaduras son estructuras no redundantes por lo que el deterioro avanzado de un elemento aumenta el riesgo de daños estructurales sobre el puente.</p>	1	4	<p>Realizar una evaluación de la capacidad estructural ante demandas gravitacionales y sísmicas de los elementos del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de reforzar las armaduras.</p> <p>La altura libre medida en campo fue de 5,46 m, lo cual está acorde con los requerimientos mínimos de AASHTO (2014) y del MOPT, por lo que aunque las deformaciones se podrían deber a impactos vehiculares o defectos constructivos, se recomienda no descartar la posibilidad de que la causa sea una deficiencia estructural.</p> <p>Intervenir las zonas con deterioro del sistema de protección de pintura y corrosión de acuerdo a la severidad y la extensión observada</p>
5.3. Vigas de piso	<p>Se observaron algunas zonas puntuales con deterioro del sistema de protección de pintura, así como evidencia de corrosión en la interfase con la losa de concreto producto de la filtración de agua a través de esta (Ver Fig. 10(b)). El nivel de degradación observado en el sistema de protección de pintura aumenta la vulnerabilidad al deterioro de las vigas de piso aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	0	1	<p>Monitorear el avance del deterioro del sistema de protección de pintura.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 24/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 5. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero:
superestructura 1 (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.4. Vigas transversales	<p>Se observó deterioro del sistema de protección de pintura en algunas de las conexiones con las armaduras (Ver Fig. 10(a)).</p> <p>El nivel de degradación observado en el sistema de protección de pintura aumenta la vulnerabilidad al deterioro de las conexiones, aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	0	1	Intervenir las zonas con deterioro del sistema de protección de pintura de las conexiones de acuerdo a la severidad y la extensión observada.
5.5. Portales	<p>Algunos elementos mostraban zonas con puntos de corrosión así como deterioro del sistema de protección de pintura (Ver Fig. 11).</p> <p>El nivel de degradación observado en el sistema de protección de pintura aumenta la vulnerabilidad al deterioro, aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento y reparación.</p>	NA	NA	Intervenir las zonas con deterioro del sistema de protección de pintura de acuerdo a la severidad y la extensión observada.
5.6. Sistema de arriostramiento	<p>Una de las armaduras del sistema de arriostramiento mostraba deformaciones evidentes fuera del plano (Ver Fig. 12). Ver observaciones de 5.2. <i>Armaduras de acero</i>.</p> <p>El nivel de deformación observado en los elementos aumenta el riesgo de que su resistencia a las fuerzas a las que son sometidos se vea reducida.</p>	1	2	<p>Evaluar la necesidad de sustituir los elementos deformados.</p> <p>Ver recomendaciones de 5.2. <i>Armaduras de acero</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 25/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 6. Estado de conservación de la subestructura.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p>En general los apoyos y principalmente los de la superestructura tipo cercha evidenciaban ser del tipo sísmicamente vulnerable según los criterios del Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006). Ambos apoyos ubicados en el bastión B1 evidenciaban zonas puntuales de corrosión en donde incluso se observó pérdida de sección en la ubicación de los pernos (Ver Fig. 13(a)).</p> <p>Los apoyos ubicados en la pila P1 evidenciaban oxidación superficial en ciertas zonas (Ver Fig. 13(b)).</p> <p>Los apoyos ubicados en el bastión B mostraban un nivel de corrosión generalizado, además de que se evidenciaba acumulación de humedad y vegetación (Ver Fig. 13(c)).</p> <p>El nivel de deterioro observado y la humedad constante en la zona de apoyos acelera el proceso de corrosión lo cual podría producir un mal funcionamiento de los mismos y generar esfuerzos que podrían conllevar a daños en las superestructuras</p>	1	3	<p>Evaluar la necesidad de sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.</p> <p>En caso de que se decida no sustituirlos, se recomienda intervenirlos de acuerdo a su estado de deterioro y siguiendo las recomendaciones de rehabilitación sísmica del Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006).</p> <p>Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.</p> <p>Ver la recomendación del punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i>.</p>
6.2. Bastiones	<p>En el bastión B1 se observó filtración de agua en 100% del área de la viga cabezal (Ver Fig. 14).</p> <p>En el talud frente al bastión B1 se observó expuesta una pequeña sección de la superficie inferior de la viga cabezal, lo cual es indicativo del inicio de la pérdida de material debido al flujo de agua por la viga cabezal del bastión (Ver Fig. 14). Debido a que el bastión es tipo marco, la pérdida de material del talud frente al bastión aumenta el riesgo de que el relleno de aproximación se socave, aumentando el riesgo de asentamientos en los accesos con la respectiva afectación al tránsito vehicular.</p> <p>En el caso del bastión B2 la filtración era alrededor del 20% del área de la viga cabezal.</p>	1	3	<p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p> <p>Restituir el material perdido de talud frente al bastión B1.</p>
6.3. Aletones	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 26/52	VERSIÓN 04

Tabla No. 6. Estado de conservación de la subestructura (*continuación*).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	En la pila P1 se observó filtración de agua en aproximadamente el 100% del área de su superficie sur (Ver Figura 15(a)). Además, en su superficie norte se observó una grieta vertical de todo el alto del cuerpo de la pila con un ancho de grieta de 0,6 mm (Ver Fig. 15(b)).	1	3	Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3. <i>Juntas de expansión</i> . Monitorear la grieta vertical observada en la cara sur y evaluar la necesidad de sellarla.
6.5. Cimentaciones	No se tuvo acceso a las cimentaciones.	NI	NI	No hay recomendaciones.

Tabla No. 7. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
7.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	<p>La longitud de asiento 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>, así como la longitud de asiento existente de acuerdo a la información de planos y las mediciones realizadas en campo son las siguientes:</p> <p>Bastión 1 (B1): Requerido: 570 mm; Existente: 600 mm (Medido en campo).</p> <p>Pila 1 (P1)-Superestructura 1: Requerido: 650 mm; Existente: No se tiene información.</p> <p>Pila 1 (P1)-Superestructura 2: Requerido: 550 mm; Existente: 330 mm (Según planos).</p> <p>Pila 2 (P2): No aplica pues el puente es continuo en esta pila.</p> <p>Bastión 2 (B2): Requerido: 550 mm; Existente: 510 mm (Según planos).</p> <p>Una longitud de asiento existente menor a la requerida aumenta el riesgo de que la superestructura colapse durante un evento sísmico de importancia.</p>	2	3	<p>Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014, los <i>Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013)</i> y el <i>Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006)</i> para definir las acciones a seguir dado que la longitud de asiento mínima requerida es menor a la existente, principalmente en el caso de la pila P1, superestructura 2.</p> <p>La superestructura 1 (tipo cercha) está excluida del alcance de los <i>Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013)</i> y del <i>Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006)</i>, y por lo tanto requiere de un análisis específico de rehabilitación sísmica.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017		Página 27/52 VERSIÓN 04

Tabla No. 7. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica
(continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
7.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte)	El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante, sólo con pernos de anclaje en los apoyos. La ausencia de este tipo de dispositivos aumenta el riesgo de que la superestructura experimente desplazamiento laterales considerables y con ello daños o incluso el colapso durante un evento sísmico de importancia.	1	2	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 evaluar la necesidad de colocar dispositivos para prevención de colapso.
7.3. Protección de taludes de relleno	No se observaron daños.	0	1	No hay observaciones.
7.4. Protección de taludes frente al bastión	En los planos se especifica una protección tipo "rip-rap" frente al bastión B2 pero en sitio no se logró identificar la misma. Aún así no se observaron problemas. En el bastión B1 no se observó ninguna protección frente al bastión. Ver las observaciones del punto 6.2. <i>Bastiones</i> .	1	2	Mantener monitoreado el talud frente al bastión B2. Realizar las mejoras indicadas en el punto 6.2. <i>Bastiones</i> .
7.5. Protección de socavación en pilas	No se observó ninguna protección de socavación en las pilas y en los planos no viene especificado algún tipo de protección.	0	1	No hay recomendaciones.
7.6. Cauce del río	No hay observaciones.	NA	NA	No hay recomendaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 28/52



Figura 1. Barrera de contención vehicular: (a) Agrietamiento aleatorio en barrera de contención vehicular de concreto; (b) Zona impactada, deterioro del sistema de protección de pintura y puntos de corrosión en barrera de contención vehicular de acero.

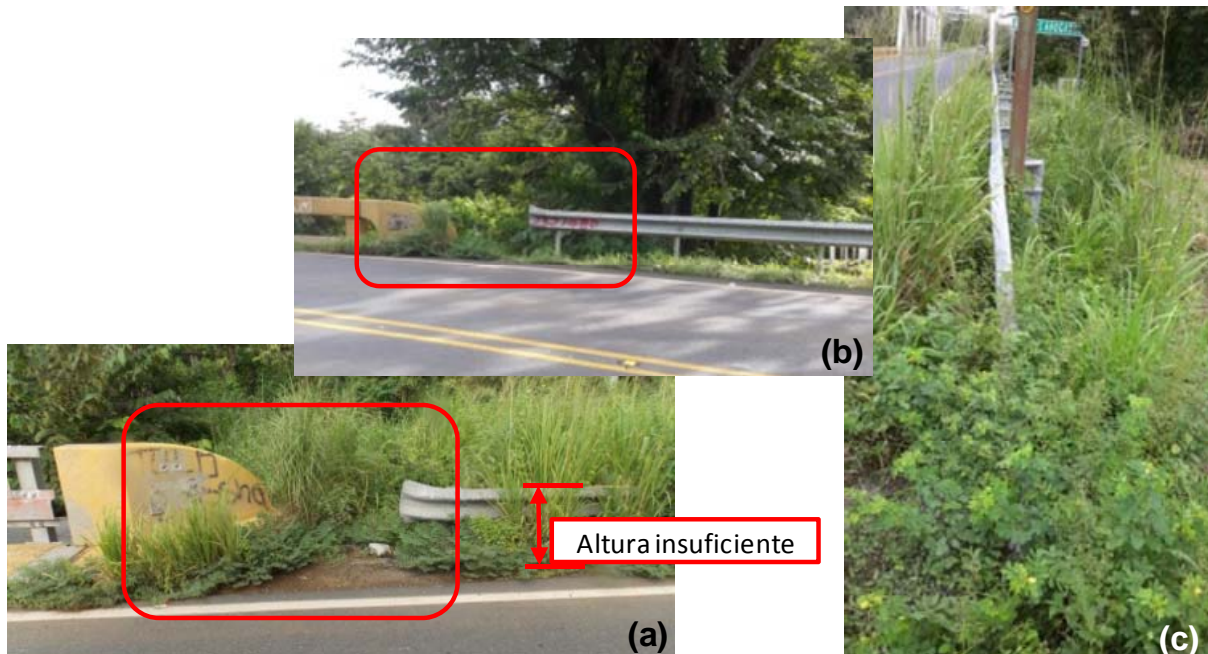


Figura 2. Guardavías en los accesos: (a) Altura insuficiente así como ausencia de conexión con pretil rígido, caso del acceso 1; (b) Ausencia de conexión con pretil rígido, caso del acceso 2; (c) Alineamiento paralelo al sentido de circulación de los vehículos, caso del acceso 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 29/52
		VERSIÓN 04

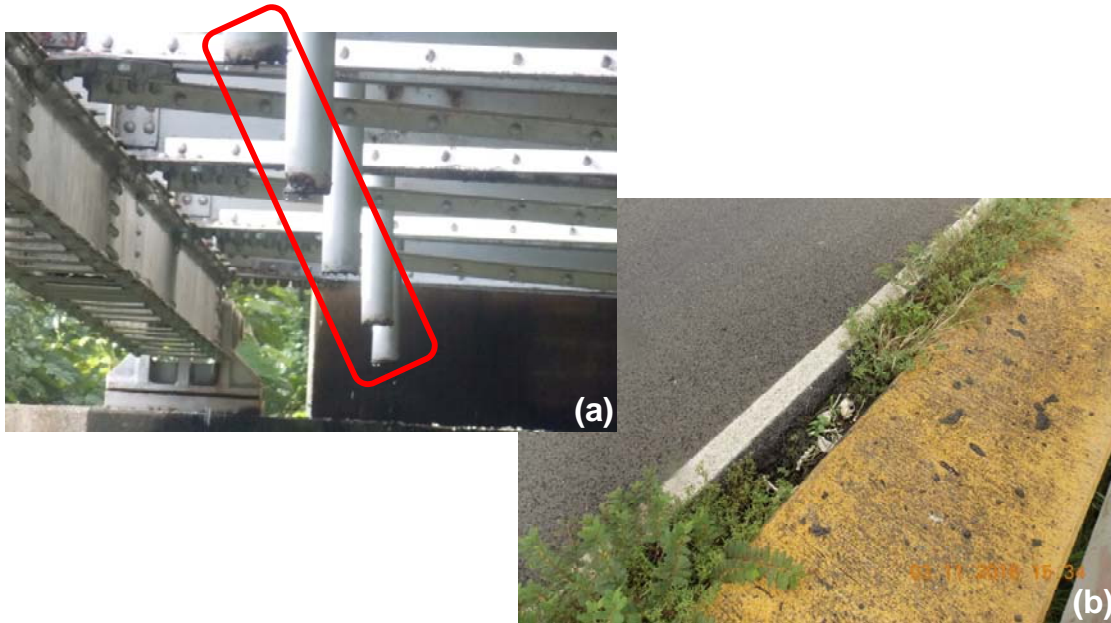


Figura 3. Bordillos y sistema de drenaje del puente: (a) Corrosión localizada y pérdida de sección en extremos de tubos de extensión de los ductos de salida del sistema de drenaje; (b) Acumulación de sedimentos en los bordillos.

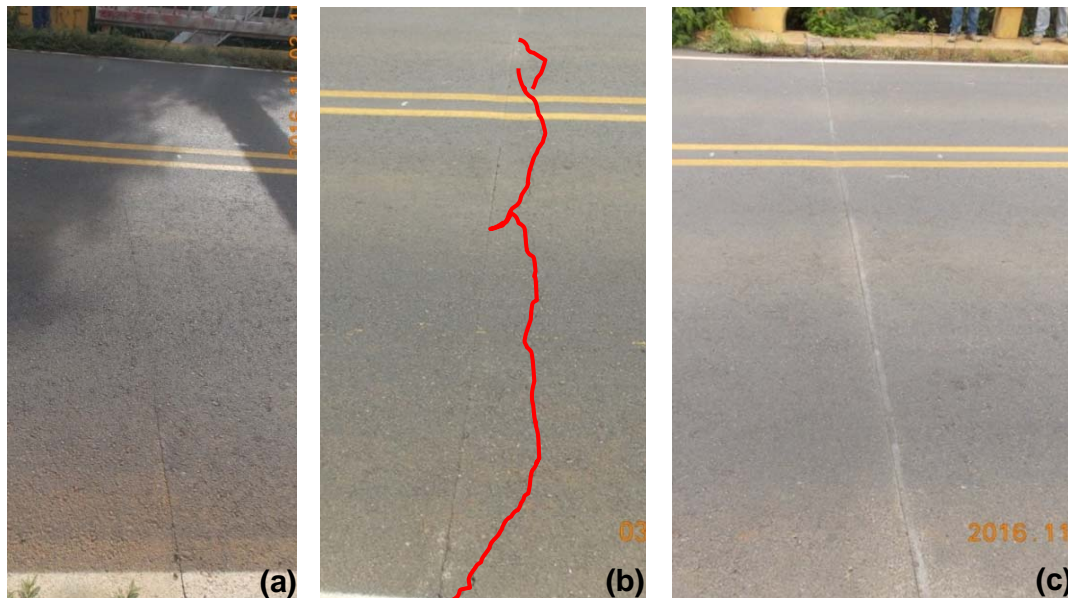


Figura 4. Juntas de expansión obstruidas: (a) Junta en bastión B1; (b) Junta en pila P1 con agrietamiento en superficie asfáltica; (c) Junta en bastión B2.

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 29 de 52
----------------------------	------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 30/52

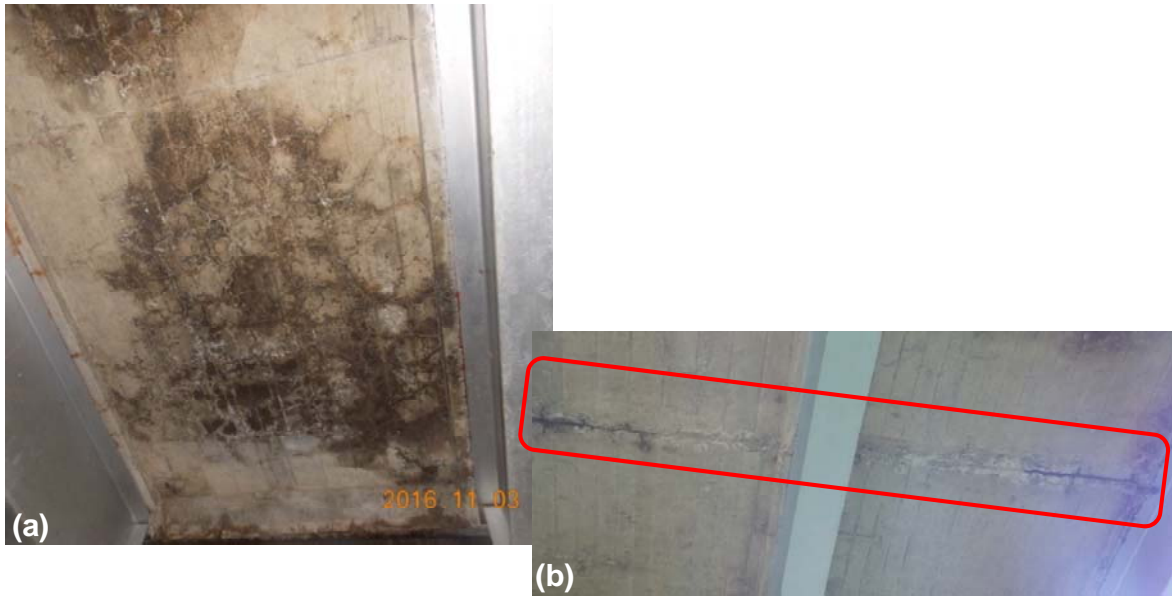


Figura 5. Losa de concreto superestructura 2: (a) Deterioro avanzado con alta incidencia de humedad y eflorescencia ; (b) Evidencia de eflorescencia en juntas de construcción.

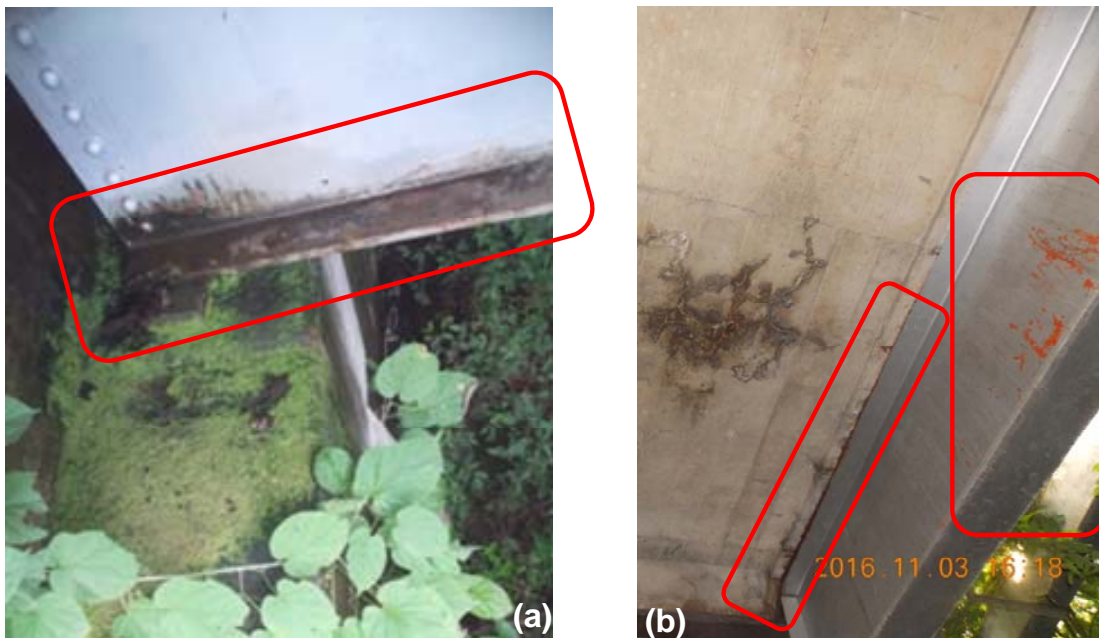


Figura 6. Vigas principales de superestructura 2: (a) Corrosión en zona del bastión B2; (b) Deterioro del sistema de protección de pintura y corrosión en interfase con losa.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 31/52



Figura 7. Losa de concreto superestructura 1: (a) Deterioro avanzado con alta incidencia de humedad y eflorescencia ; (b) Agrietamiento transversal con evidencia de eflorescencia.



Figura 8. Armaduras de la superestructura 1: (a) Zonas con puntos de oxidación; (b) Deterioro del sistema de protección de pintura en diagonal; (c) Deterioro del sistema de protección de pintura en cuerda inferior de armadura este.

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 31 de 52
----------------------------	------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 32/52
		VERSIÓN 04

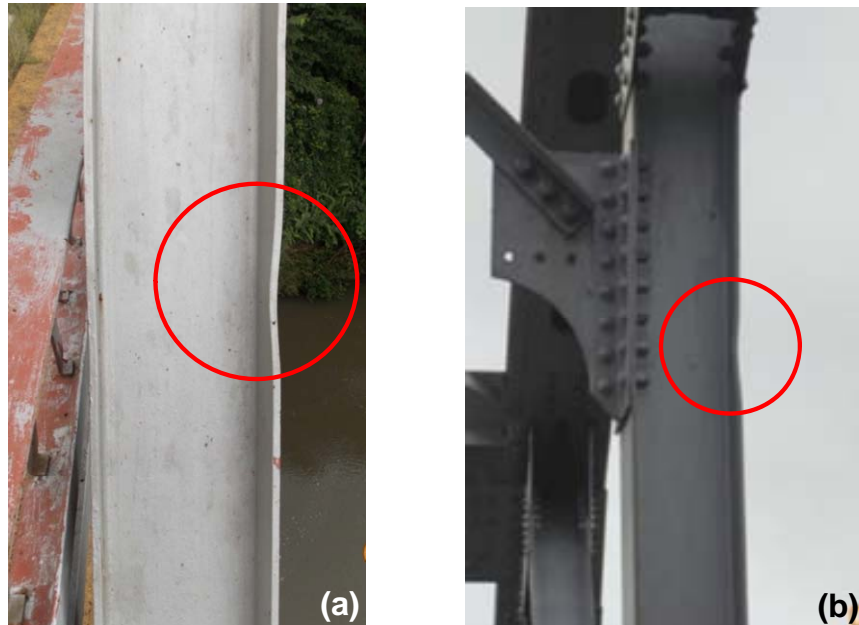


Figura 9. Elementos deformados en superestructura 1: (a) Elemento diagonal de armadura oeste; (b) Elemento vertical de armadura este.



Figura 10. Elementos secundarios de superestructura 1: (a) Deterioro del sistema de protección de pintura en conexión de viga de transversal con armadura oeste; (b) Vigas de piso con algunas zonas puntuales con deterioro del sistema de protección de pintura y corrosión en interfase con losa.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017		Página 33/52



Figura 11. Elementos de los portales con zonas con puntos de corrosión así como deterioro del sistema de protección de pintura.

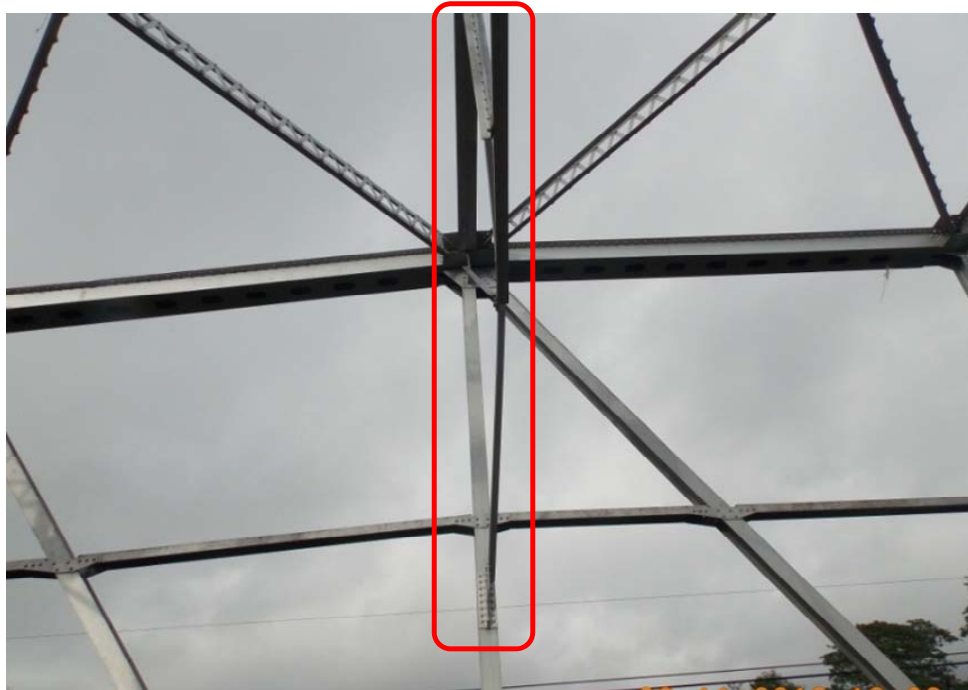


Figura 12. Armadura del sistema de arriostramiento de superestructura 1 con deformación fuera del plano.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 34/52
		VERSIÓN 04

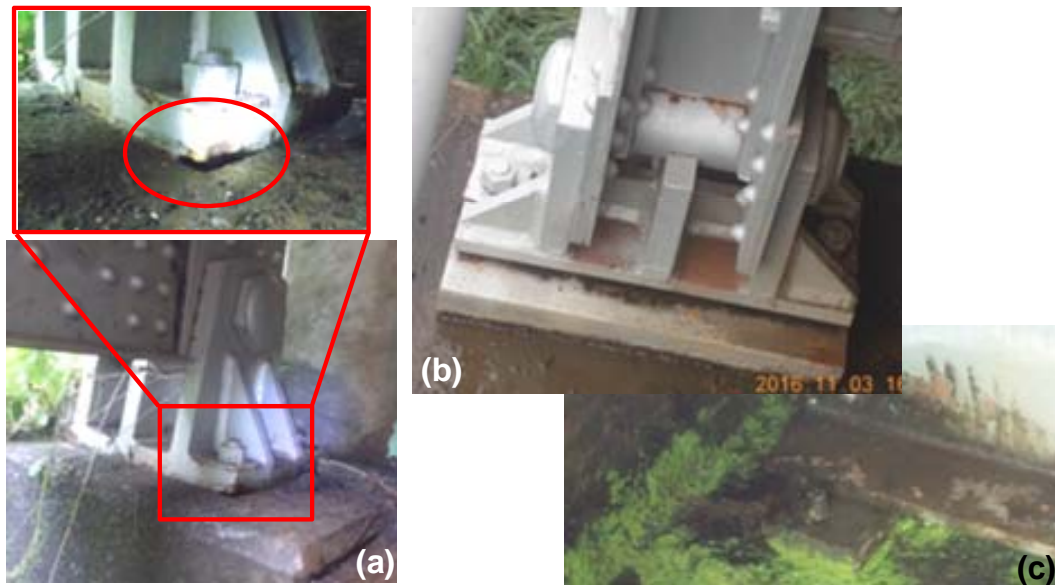


Figura 13. Apoyos: (a) Apoyo en bastión B1 con evidencia de corrosión; (b) Apoyo en pila P1 con evidencia de oxidación; (c) Apoyo en bastión B2 con evidencia de corrosión generalizada



Figura 14. Filtración de agua en 100% del área de viga cabezal de bastión B1, así como exposición de pequeña sección de superficie inferior de viga cabezal.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 35/52



Figura 15. Pila P1: (a) Filtración de agua en aproximadamente 100% del área de superficie sur; (b) Grieta vertical de todo el alto del cuerpo de la pila.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 36/52	VERSIÓN 04

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente sobre el río Ahogados ubicado en la Ruta Nacional No. 01. Las Tablas No. 2 a No. 7 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	<p>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</p>	<p><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</p>

La calificación anterior se brindó por lo siguiente:

- La superficie inferior de la losa tanto de la superestructura 1 como de la superestructura 2 presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta de aproximadamente 0,3 mm y con intervalos menores a 500 mm. En algunas zonas el nivel de deterioro era avanzado y se evidenciaba una alta incidencia de humedad y eflorescencia. Se observó evidencia de eflorescencia en varias de las juntas de construcción. En algunas zonas se observó agrietamiento predominantemente transversal con evidencia de eflorescencia.
- Algunos elementos mostraban zonas con puntos de corrosión. Además, se observaron elementos con deterioro del sistema de protección de pintura, incluyendo la cuerda

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 36 de 52
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 37/52	VERSIÓN 04

inferior de la armadura este del puente. En un elemento diagonal de la armadura oeste se observó el ala externa de la sección "I" de acero deformada, y la misma situación se identificó en un elemento vertical de la armadura este en la conexión con el sistema de arriostamiento que también se encontraba deformado. Se debe tener en cuenta que las armaduras son estructuras no redundantes por lo que el deterioro avanzado de un elemento aumenta el riesgo de daños estructurales importantes sobre el puente.

Además, se observó lo siguiente:

- c. Hay evidencia de que el sistema de contención vehicular del puente no cumplía con las especificaciones para barreras vehiculares de AASHTO LRFD 2014. Además, en la barrera de contención vehicular de concreto se observó agrietamiento aleatorio con un ancho mayor a 0,2 mm en la parte superior del elemento horizontal longitudinal, con evidencia de ser producto de la retracción y fraguado del concreto; en la barrera vehicular de acero se observó una zona impactada en el extremo suroeste del puente, así como deterioro del sistema de protección de pintura y algunas zonas con puntos de corrosión.
- d. Se observaron guardavías en el carril del sentido de conducción en ambos accesos. Sin embargo, en ambos casos los guardavías no estaban anclados al pretil rígido de la barrera de contención vehicular, la altura del guardavías del acceso 1 era insuficiente y el guardavías del acceso 2 estaba abatido y anclado al suelo pero su alineamiento era prácticamente paralelo al sentido de conducción.
- e. Ausencia de aceras.
- f. Se observaron rótulos de identificación en ambos accesos, pero no indicaban el número de ruta. Además, no se observaron rótulos indicando la altura máxima permitida en la superestructura tipo cercha.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 38/52	VERSIÓN 04

- g. No se observaron marcadores de objeto ni delineadores verticales en ninguno de los accesos.
- h. El tablero de concreto del puente estaba cubierto por una superficie de rodamiento asfáltica, a pesar de que los planos constructivos del puente lo que especifican como superficie de rodamiento es un sobreespesor de 13 mm de concreto. Las sobrecapas de pavimento asfáltico sobre el tablero aumentan la carga permanente sobre el puente y por lo tanto disminuyen su capacidad de resistir la carga temporal vehicular
- i. Se observó acumulación de sedimentos y vegetación en los bordillos del puente, así como algunos de los ductos de salida del sistema de drenaje obstruidos.
- j. Los ductos de salida del sistema de drenaje tenían tubos de extensión, pero su extremos mostraban evidencia de corrosión con pérdida de sección.
- k. Todas las juntas de expansión estaban obstruidas con mezcla asfáltica. En el caso de la junta en la pila P1 se observó agrietamiento en la carpeta asfáltica producto de la junta de expansión que progresivamente podría convertirse en daño más severo en la superficie de rodamiento.
- l. El puente no contaba con un sistema de drenaje en ninguno de los accesos.
- m. La vibración del puente se percibió fuerte ante el tránsito de vehículos pesados.
- n. Se observó corrosión localizada en la zona de los extremos de las vigas principales de la superestructura 2 como resultado de la filtración de agua a través de las juntas de expansión. Además, se observaron daños localizados en el sistema de protección de pintura, así como evidencia de corrosión en la interfase con la losa de concreto producto de la filtración de agua a través de ésta.
- o. Se observaron algunos puntos de oxidación en las almas de las secciones tipo "C" de las vigas diafragma de acero de la superestructura 2.

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 38 de 52
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 39/52	VERSIÓN 04

- p. En las vigas de piso de la superestructura 1 se observaron algunas zonas puntuales con deterioro del sistema de protección de pintura, así como evidencia de corrosión en la interfase con la losa de concreto producto de la filtración de agua a través de esta
- q. En las vigas transversales de la superestructura 1 se observó deterioro del sistema de protección de pintura en algunas de las conexiones con las armaduras
- r. En los portales de la superestructura 1 se observó que algunos elementos mostraban zonas con puntos de corrosión así como deterioro del sistema de protección de pintura
- s. Una de las armaduras del sistema de arriostramiento de la superestructura 1 mostraba deformaciones evidentes fuera del plano.
- t. En general los apoyos y principalmente los de la superestructura tipo cercha evidenciaban ser del tipo sísmicamente vulnerable según los criterios del Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006). Ambos apoyos ubicados en el bastión B1 evidenciaban zonas puntuales de corrosión en donde incluso se observó pérdida de sección en la ubicación de los pernos. Los apoyos ubicados en la pila P1 evidenciaban oxidación superficial en ciertas zonas. Los apoyos ubicados en el bastión B mostraban un nivel de corrosión generalizado, además de que se evidenciaba acumulación de humedad y vegetación.
- u. En el bastión B1 se observó filtración de agua en 100% del área de la viga cabezal. En el talud frente al bastión B1 se observó expuesta una pequeña sección de la superficie inferior de la viga cabezal, lo cual es indicativo del inicio de la pérdida de material debido al flujo de agua por la viga cabezal del bastión; debido a que el bastión es tipo marco, la pérdida de material del talud frente al bastión aumenta el riesgo de que el relleno de aproximación se socave. En el caso del bastión B2 la filtración era alrededor del 20% del área de la viga cabezal.
- v. En la pila P1 se observó filtración de agua en aproximadamente el 100% del área de su superficie sur. Además, en su superficie norte se observó una grieta vertical de todo el alto del cuerpo de la pila con un ancho de grieta de 0,6 mm

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 40/52	VERSIÓN 04

- w. La longitud de asiento mínima requerida en la sección 4.7.4.4 de la norma AASHTO LRFD 2014 y considerando la importancia del puente según los *Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes del 2013*, es mayor a la longitud existente principalmente en el caso de la pila P1, superestructura 2 (550 mm requeridos contra 330 mm existentes).
- x. El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante, sólo con pernos de anclaje en los apoyos.

Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Dado que el puente ha superado la vida útil de diseño se recomienda a la Administración realizar un análisis de conveniencia para determinar si el puente sobre el río Ahogados puede continuar en funcionamiento o debe ser rehabilitado o reemplazado.
2. En caso de que se considere que el puente puede continuar en funcionamiento, se recomienda realizar una evaluación de la capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014 (AASHTO, 2014), los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (CFIA, 2013) y el Manual de Rehabilitación Sísmica (FHWA, 2006), para definir las medidas de intervención necesarias en el puente incluyendo el estado de deterioro avanzado observado en la losa de concreto y la necesidad de reforzar las armaduras de acero, así como la evaluación de la necesidad de colocar dispositivos para prevención de colapso y la definición de las acciones a seguir dado que la longitud de asiento mínima requerida es menor a la existente, principalmente en el caso de la pila P1, superestructura 2. Se debe tener en cuenta de que la superestructura 1 (tipo cercha) está excluida del alcance de los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013) y del Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006), y por lo tanto requiere de un análisis específico de rehabilitación sísmica.

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 40 de 52
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 41/52	VERSIÓN 04

3. 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 avanzado.
4. En conjunto con la evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente, determinar si el sobreespesor de pavimento asfáltico utilizado como superficie de rodamiento compromete la capacidad estructural última y de servicio del puente, para tomar las acciones del caso. Prohibir la colocación de sobrecapas asfálticas adicionales.
5. Evaluar la necesidad de sustituir los apoyos por otros de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente. En caso de que se decida no sustituirlos, se recomienda intervenirlos de acuerdo a su estado de deterioro y siguiendo las recomendaciones de rehabilitación sísmica del Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006). Se recomienda limpiar los apoyos de la acumulación de sedimentos y de desechos sólidos a su alrededor.
6. En caso de que se decida 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 deterioros observados.
7. Corregir las deficiencias observadas en los guardavías de ambos accesos al puente, de manera tal que cumplan con las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
8. Evaluar la necesidad de construir aceras que cumplan con los requisitos de la Ley 7600 y con las medidas de seguridad vial de la Sección 13 del AASHTO LRFD 2014.
9. Evaluar la necesidad de colocar el número de la ruta en los rótulos de identificación. Además, evaluar la necesidad de colocar rótulos indicando la altura máxima permitida en la superestructura tipo cercha.
10. Colocar marcadores de objetos y delineadores verticales en ambos accesos del puente.
11. Limpiar los bordillos y ductos de salida del sistema de drenaje del puente, y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 41 de 52
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 42/52	VERSIÓN 04

12. Monitorear el avance de la corrosión en los extremos de los tubos de extensión de los ductos de salida del sistema de drenaje, e intervenirlos para detener el proceso de deterioro cuando se considere necesario.
13. Eliminar la obstrucción por mezcla asfáltica en las juntas de expansión y evaluar su condición para determinar las acciones a seguir acorde con su estado de conservación. Evitar la filtración de agua a través de las juntas de expansión. En caso de que como resultado de la evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente se decida rehabilitar o intervenir la losa del puente, realizar una evaluación para determinar el tipo de junta a utilizar acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.
14. Se recomienda verificar el estado de las losas de aproximación como mínimo en el momento en el que se realice una intervención en la superficie de rodamiento de los accesos, para tomar las acciones que se consideren necesarias.
15. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
16. Evaluar la necesidad de intervenir las zonas con deterioro en las vigas principales de la superestructura 2 de acuerdo a la severidad y la extensión de la corrosión observada. En caso de que se decida no intervenir las vigas de acero, se recomienda monitorear el avance del deterioro.
17. Monitorear el avance de los puntos de oxidación evidenciados en las almas de las vigas diafragma de acero de la superestructura 2.
18. Intervenir las zonas de las armaduras de la superestructura 1 con deterioro del sistema de protección de pintura y corrosión de acuerdo a la severidad y la extensión observada.
19. Si bien es cierto las deformaciones observadas en las alas externas de la sección "I" de dos elementos de las armaduras de la superestructura 2 se podrían deber a impactos vehiculares o defectos constructivos, la altura libre medida en campo fue de 5,46 m lo cual está acorde con los requerimientos mínimos de AASHTO (2014) y del MOPT, por lo

Informe LM-PIE-UP-P02-2017	Mayo, 2017	Página 42 de 52
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 43/52	VERSIÓN 04

que se recomienda no descartar la posibilidad de que la causa sea una deficiencia estructural.

20. Monitorear el avance del deterioro del sistema de protección de pintura observado en las vigas de piso de la superestructura 1.
21. Intervenir las zonas con deterioro del sistema de protección de pintura de las conexiones de las vigas de piso con las armaduras de la superestructura 1, así como también de los portales de la superestructura 1, de acuerdo a la severidad y la extensión observada.
22. Evaluar la necesidad de sustituir los elementos deformados identificados en una de las armaduras del sistema de arriostramiento de la superestructura 1.
23. Mantener monitoreado el talud frente al bastión B2.
24. Restituir el material perdido de talud frente al bastión B1.
25. Monitorear la grieta vertical observada en la cara sur de la pila P1 y evaluar la necesidad de sellarla.

Estas recomendaciones se asume que serán evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y rehabilitación de la estructura. En caso de ser requerido se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionaron en los puntos anteriores.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 44/52	VERSIÓN 04

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. FHWA (2006). *Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges*. Federal Highway Administration. New York, USA.
4. 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.
5. MOPT (2016). *Anuario de Información de Transito 2015*. Proceso de Planificación Estratégica de Servicios de Infraestructura y de Transporte. Secretaría de Planificación Sectorial. 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.
7. 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 EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 45/52	VERSIÓN 04

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 EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 46/52	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 47/52	VERSIÓN 04

La evaluación de la condición de un puente a partir de los deterioros observados en sus elementos se realiza de acuerdo con la metodología definida en el informe LM-PI-UP-05-2015. El proceso de evaluación se realiza para cada uno de los elementos del puente y posteriormente se asigna la condición al puente de acuerdo con el elemento más deteriorado.

El procedimiento de evaluación considera las siguientes variables:

- Grado de Deficiencia (GD):** Considera una serie de deficiencias que pueden ser causadas por efecto de las cargas que actúan sobre el puente, condiciones ambientales, defectos constructivos o defectos en el diseño del puente. Esta variable permite cuantificar la severidad y extensión de los deterioros observados en un elemento. Tiene los siguientes valores: 0 para deficiencias mínimas o nulas, 1 para deficiencias leves, 2 para deficiencias moderadas y 3 para deficiencias graves
- Relevancia Estructural (RE):** Esta variable considera la importancia relativa del elemento respecto a todos los demás elementos en el sistema del puente, tomando en cuenta incluso a los que no tienen una función estructural explícita. La RE se obtiene considerando la función del elemento dentro del flujo principal de las cargas gravitacionales del puente. También considera si la ausencia o falla del elemento implica la salida de operación del puente, y si la ausencia o falla del elemento implica un riesgo para la seguridad de vida de los usuarios del puente. La forma de obtener la RE es diferente si la función del elemento es de protección ante sismos o ante eventos hidrológicos como crecidas o inundaciones, considerando en este caso: la importancia operacional del puente, la frecuencia de los eventos extremos y la vida de servicio remanente del puente. La RE tiene valores enteros entre 1 y 4, de menor a mayor relevancia estructural respectivamente.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 48/52	VERSIÓN 04

- Factor de Consecuencia de Falla (FCF):** Esta variable considera los efectos de la falla de alguno de los elementos del puente en términos económicos, de pérdida de vidas o lesiones a los usuarios, y de la importancia del puente para el funcionamiento de la vía a la cual pertenece. El valor de la variable se determina tomando en cuenta el tipo de falla probable del puente como sistema ante la falla del elemento en evaluación, la importancia operacional y la Relevancia Estructural (RE) del elemento. Tiene distintos valores según el nivel de consecuencia obtenido para el elemento, los cuales, son 0,60; 0,80; 1,00 y 1,25 para los niveles de consecuencia 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Al combinar estas variables se obtiene la Condición Evaluada (CE) y la Condición Global del Puente (GP) las cuales se definen a continuación:

- Condición Evaluada (CE):** Esta variable representa la condición del elemento en evaluación. Se obtiene al combinar el GD, la RE y el FCF en la siguiente ecuación:

$$CE = \begin{cases} 1 & \text{si } GD = 0 \\ \text{Entero}\{[(FCF * RE) - 1] + GD\} \leq 6 & \text{si } GD \neq 0 \end{cases} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Con esta ecuación se obtienen valores enteros entre 1 y 6. Cada uno de estos valores representa una condición para el elemento que se describe en la tabla A-1.

- Condición Global del Puente (CP):** Corresponde con el máximo valor de Condición Evaluada (CE) que se obtiene después de evaluar todos los elementos del puente. Al igual que la CE, tiene valores entre 1 y 6, los cuales corresponden a las condiciones descritas en la tabla A-1.

En el diagrama de flujo de la figura A-1 se esquematiza el proceso para obtener la Condición Evaluada (CE) de cada elemento del puente y la Condición Global del Puente (GP) a partir del Grado de Deficiencia (GD) observado en la evaluación realizada, tal como se define en el informe LM-PI-UP-05-2015.

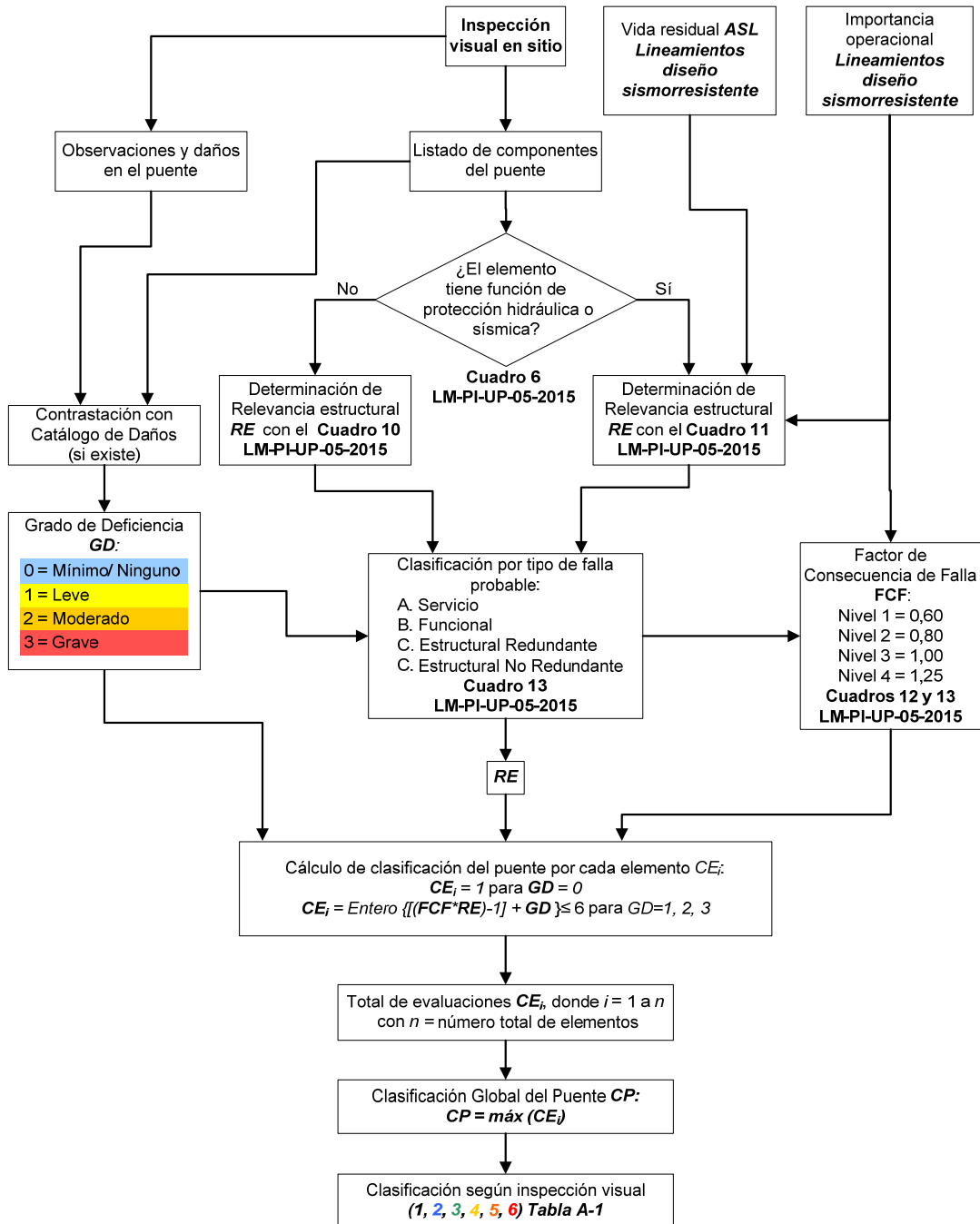


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 50/52	VERSIÓN 04

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 EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 51/52
		VERSIÓN 04

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

Nombre del puente	Puente río Ahogados (RN 01)	Importancia Operacional (LDSP 2013)	Crítico	Código Importancia	CR
Fecha Evaluación	03/11/2016	TPD (veh/día)	4519	Edad (años)	61
Año de construcción o diseño	1955	Vida de diseño según código (años)	50	Vida de servicio remanente (LDSP 2013)	0 ASL1

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS	TIPO DE			
				FALLA	FCF	CE _i	
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.1	B	0,8	2
	Barrera vehicular (accesos)	1	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.2	A	0,6	2
	Aceras	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.3	B	0,8	2
	Señalización Vial	1	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.5	A	0,6	2
	Rotulación Carga/Altura Máxima	1	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.4	A	0,6	1
ACCESORIOS	Iluminación	1	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.6	A	0,6	1
	Superficie de rodamiento (puente)	1	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.1	A	0,6	1
	Sistema de drenaje del puente	1	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.2	A	0,6	1
ACCESOS	Juntas de expansión	1	3	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.3	A	0,6	3
	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.4	A	0,6	1
	Relleno de aproximación	2	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.5	B	0,8	1
	Losa de aproximación	2	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.6	B	0,8	1
	Muros de contención en accesos	No Aplica					
SUPERES-TRUCTURA TIPO VIGAS	Tablero	3	2	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	C	1	4
	Vigas principales de acero	3	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.2	C	1	3
	Vigas diafragma de acero	2	0	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.3	B	0,8	1
SUPERES-TRUCTURA TIPO ARMADURA	Tablero	3	2	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.1	C	1	4
	Armaduras de acero	4	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	D	1	4
	Sistema de arriostamiento	2	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.6	B	0,8	2
	Vigas transversales y largueros de piso	3	0	Ver Tabla No. 5; Elementos 5.3 y 5.4	B	1	1
SUBESTRUCTURA	Apoyos	3	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	C	1	3
	Aletones	2	0	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.3	B	0,8	1
	Bastiones: Viga cabezal	3	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.2	C	1	3
	Bastiones: Cuerpo	No Insp.					
	Bastiones: Cimentación	No Insp.					
	Pilas: Viga cabezal	3	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	C	1	3
	Pilas: Cuerpo tipo muro	3	1	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	D	1	3
Pila: Cimentación	No Insp.						
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	2	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.1	B	1	3
	Llaves de corte	2	1	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.2	B	1	2
	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	No Aplica					
	Dispositivos especiales	No Aplica					
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Protección de taludes de rellenos	2	1	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.3	B	1	2
	Escollera de protección	2	0	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.4	B	1	1
	Protección de socavación en pilas	2	0	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.5	B	1	1

CP =	4
	Condición Seria

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

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P02-2017	Página 52/52	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco