 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 1/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

## Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P03-2017

### **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO COLORADO RUTA NACIONAL No. 01**

Preparado por:  
**Unidad de Puentes  
 LanammeUCR**




San José, Costa Rica  
 12 de mayo, 2017

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	Código:  RC-444
<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 2/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 3/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

<b>1. Informe:</b> LM-PIE-UP-PN03-2017		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO COLORADO RUTA NACIONAL No.01		<b>4. Fecha del Informe</b> 12 de mayo, 2017	
<b>5. Organización y dirección</b> 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			
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna			
<b>7. Resumen</b> <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el río Colorado en la Ruta Nacional No. 01, es un producto de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - 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.          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>			
<b>8. Palabras clave</b> Puentes, Ruta Nacional No.01, río Colorado, Evaluación		<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 48
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador a.i. Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 12/05/2017	<b>12. Inspección y revisión por:</b> Ing. Pablo Agüero Barrantes Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 12/05/2017		
<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  <hr/> <b>Fecha:</b> 12/05/2017	<b>14. Aprobado por:</b> Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D. Coordinador Programa de Ingeniería Estructural  <hr/> <b>Fecha:</b> 12/05/2017		

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 4/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 5/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ALCANCE DEL INFORME .....</b>	<b>8</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE .....</b>	<b>14</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>7. REFERENCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....</b>	<b>41</b>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 6/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 7/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación del puente sobre el río Colorado, 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 02 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  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 8/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

### 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.



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 9/48</b>
		<b>VERSIÓN 04</b>

#### 4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 01, en la sección de control 50040 y cruza el río Colorado. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito de Curubandé, del cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con:  $10^{\circ}40'08,00''N$  de latitud y  $85^{\circ}28'53,00''O$  de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica CURUBANDE 1:50 000.



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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 10/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 4519 vehículos por día medidos en el años 2012 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.

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.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 11/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>



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

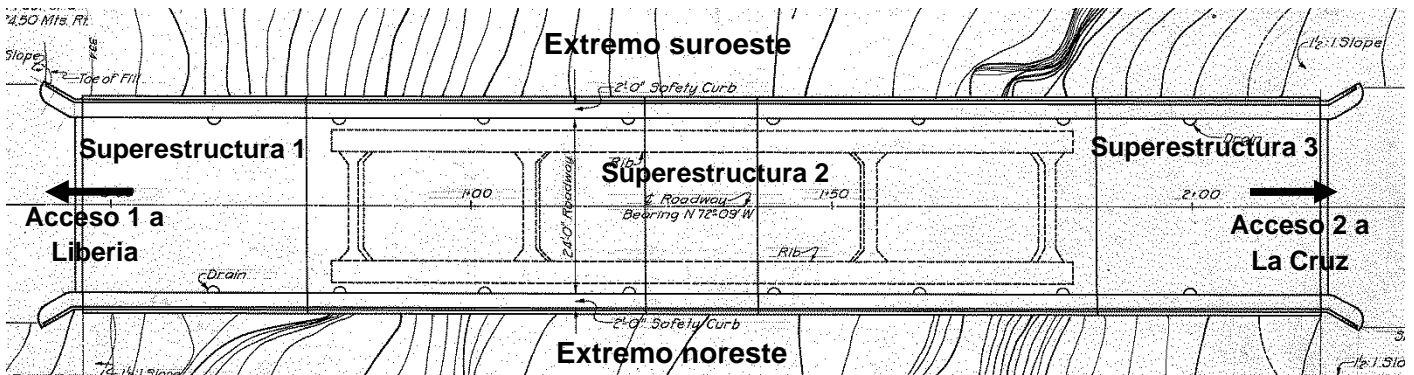


**Figura C.** Vista lateral

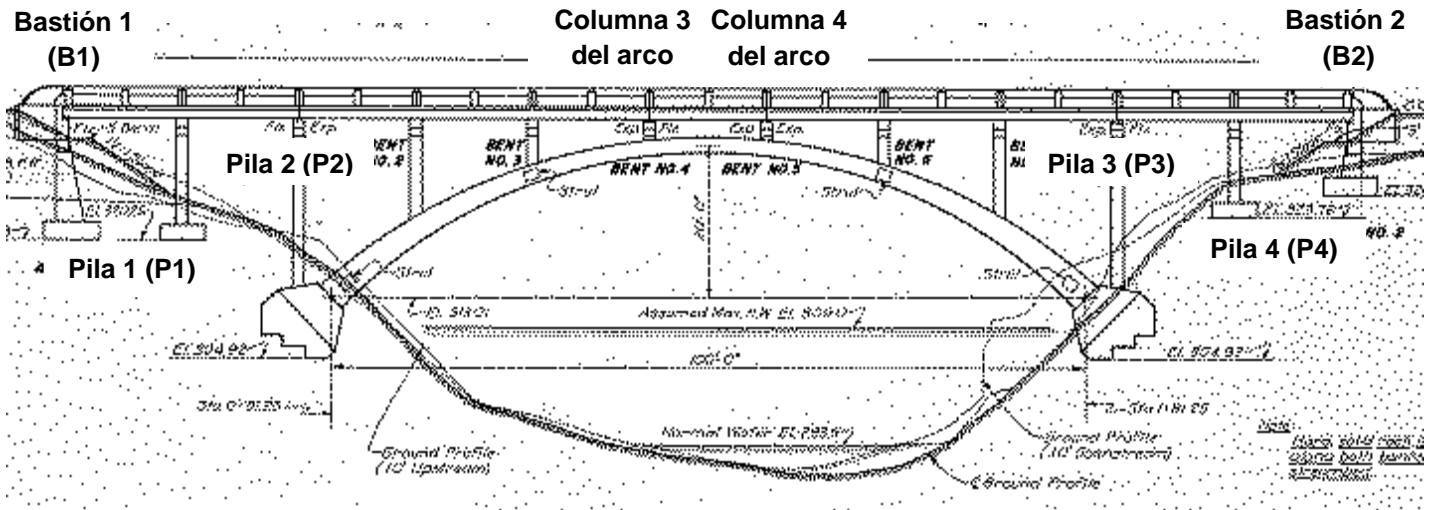
Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 11 de 48
----------------------------	------------	-----------------



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 12/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>



(a) Planta



(b) Elevación

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 13/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**Tabla No. 1.** Características básicas del puente.

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	51.97
	Ancho total (m)	9,28
	Ancho de calzada (m)	7,4
	Número de tramos	5
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructuras 1 y 3: Tipo viga continua con elemento principal tipo losa de concreto Superestructura 2: Tipo arco de paso superior de concreto reforzado
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: Apoyo fijo
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: Apoyo rígido Pila 2: Inicial apoyo fijo; final apoyo expansivo Pila 3: Inicial apoyo expansivo; final apoyo fijo Pila 4: Apoyo rígido Columna sobre el arco 3: Inicial apoyo expansivo; final apoyo fijo Columna sobre el arco 4: Inicial apoyo expansivo; final apoyo expansivo
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 4
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de pilas	Pilas 1 y 2: Tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Arco: Tipo placa aislada Bastiones 1 y 2: Tipo placa aislada (según planos) Pilas 1 y 2: Tipo placa aislada (según planos)
<b>Diseño y construcción</b>	Año de diseño	1955 (Según planos)
	Año de construcción	No hay información
	Especificación de diseño original	AASHO 1953
	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

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 14/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

## 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		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 15/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**Tabla No. 2.** Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	<p>La barrera de contención vehicular de concreto fue diseñada en el año 1955 considerando condiciones de tránsito distintas a las que presenta la Ruta Nacional No. 01 actualmente. Por eso, hay evidencia de que la barrera observada el día de la evaluación no cumplía con las especificaciones para barreras de contención vehicular 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 las barreras de contención vehicular tanto del sector noreste como suroeste, se observó agrietamiento con un ancho considerable (mayor a 1,5 mm) y en un caso desplazamiento debido a distintos impactos vehiculares (Ver Fig. 1). Estos daños aumentan el riesgo de que ante otro impacto vehicular la barrera de contención no se desempeñe de manera adecuada, y además aumentan el riesgo de corrosión en el acero de refuerzo.</p>	2	3	<p>Si se decide intervenir o reforzar 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>No se observaron guardavías en ninguno de los accesos al puente (Ver Fig. 2). La ausencia de guardavías aumenta el riesgo de caída de vehículos al cauce.</p>	3	3	<p>Instalar guardavías en ambos accesos al puente de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).</p>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 16/48</b>

**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 un ancho efectivo de 0,64 m, el cual es menor al ancho de 1,20 m recomendado por la Ley 7600 (Ver Fig. 3). El día de la visita de evaluación no se evidenció tráfico peatonal.</p> <p>Adicionalmente se observó agrietamiento transversal (Ver Fig. 3(a)), con evidencia de eflorescencia en la superficie inferior en algunas grietas (Ver Fig. 3(b)). La evidencia de eflorescencia indica un aumento en el riesgo de que se presente corrosión en el acero de refuerzo, disminuyendo con ello la vida útil del elemento y aumentando los costos de mantenimiento.</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> <p>En caso de que se decida mantener los bordillos de seguridad existentes y además no reforzar la losa según <i>4.1 Tablero</i>, se recomienda intervenir el agrietamiento observado de manera acorde con el nivel de deterioro existente.</p>
2.4. Identificación	Se observaron rótulos de identificación en ambos accesos, pero no indicaban el número de ruta.	0	1	Evaluar la necesidad de colocar el número de la ruta en los rótulos de identificación.
2.5. Señalización	<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>	1	1	<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. Monitorear la condición de la demarcación horizontal y de los captaluces.</p>
2.6. Iluminación	El puente no tenía iluminación.	0	1	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.



	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código:  RC-444	
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 17/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**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 con un espesor aproximado de 60 mm (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 en la losa existente.</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> <p>Además se observaron dos baches en la superficie de rodamiento asfáltica, uno en cada sentido de circulación (Ver Fig. 4), los cuales aumentan el riesgo de un incremento en el deterioro de la superficie de rodamiento así como un aumento en el riesgo de la ocurrencia de accidentes de tránsito.</p> <p>Adicionalmente se observó evidencia de la incidencia de pérdida de agregado en la mezcla asfáltica (Ver Fig. 4), lo cual aumenta el riesgo de filtración de agua con el consecuente deterioro de la superficie de rodamiento.</p>	2	2	<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 de sobrecapas asfálticas adicionales.</p> <p>Intervenir de inmediato y de manera adecuada los dos baches observados.</p> <p>Monitorear la pérdida de agregado en la superficie de rodamiento asfáltica para tomar las acciones oportunas del caso cuando se considere necesario.</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. 5(a)), 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 descargaban directamente sobre la superestructura 2 (Ver Fig. 5(b)).</p>	1	1	<p>Limpiar los bordillos y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.</p> <p>Evaluar la colocación de un sistema de canalización en los ductos de la superestructura 2 que evite que el agua descargue directamente sobre el arco, pero que a la vez no afecte la estética del puente.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 18/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**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. 6). Además, las juntas evidenciaban filtración de agua, siendo cercana al 80% en el bastión B2 y en la columna 3 del arco (Ver Fig. 7), alrededor del 50% en el bastión B1, y aproximadamente 30% en la pila P2, en la columna 4 sobre el arco y en la pila P3.</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. Evitar la filtración de agua a través de las juntas de expansión.</p> <p>Si se decide reforzar o intervenir la losa del puente según lo indicado en 4.1 <i>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  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 19/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**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 visual a las losas de aproximación de los accesos y en los planos constructivos no venían incluidos detalles de las mismas.	NI	NI	Se recomienda verificar la existencia y 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	Se percibía una vibración leve con el tránsito de vehículos pesados que se considera normal.	NA	NA	No hay recomendaciones.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 20/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**Tabla No. 4.** Estado de conservación de la superestructura tipo losa de concreto:  
superestructuras 1 y 3.

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto) y elemento principal.	<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 menor a 0,2 mm y con intervalos menores a 500 mm (Ver Fig. 8(a)).</p> <p>Adicionalmente se observó agrietamiento transversal de todo el espesor de la losa espaciado aproximadamente a cada 500 mm (Ver Fig. 8(b)), y en algunas grietas que además coincidían con grietas en el bordillo de seguridad se observó evidencia de eflorescencia (Ver Figs. 8(b) y 3(b)).</p> <p>El agrietamiento observado y la evidencia de eflorescencia en algunas zonas aumentan la vulnerabilidad a que el deterioro progrese, disminuyendo la vida útil de los elementos y aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento.</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 o no la losa.</p> <p>En caso de que se decida no reforzar la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de preservación de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código:  RC-444	
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 21/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**Tabla No. 5.** Estado de conservación de la superestructura tipo arco: superestructura 2.

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>En la superficie inferior se tuvo a acceso visual pero a una distancia de mínimo 4 m.</p> <p>En algunas grietas transversales de todo el espesor de la losa que además coincidían con grietas en el bordillo de seguridad, se observó evidencia de eflorescencia (Ver Figs.9 y 3(b)).</p> <p>Ver 4.1. <i>Tablero (Losa de concreto) y elemento principal</i>.</p> <p>El agrietamiento observado y la evidencia de eflorescencia en algunas zonas aumentan la vulnerabilidad a que el deterioro progrese, disminuyendo la vida útil de los elementos y aumentando paulatinamente los costos de mantenimiento.</p>	1	4	<p>Ver recomendaciones del punto 4.1. <i>Tablero (Losa de concreto) y elemento principal</i>.</p>
5.2. Cuerpo del arco.	<p>Se observó agrietamiento aleatorio con un ancho menor a 0,20 mm y una separación mayor a 500 mm, tanto en las caras laterales como inferior del arco de concreto reforzado (Ver Fig. 10).</p> <p>Se observaron manchas de humedad producto de la filtración de agua a través de las juntas de expansión (Ver Fig. 8(b)). Ver 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p> <p>El agrietamiento observado y la filtración de agua a través de las juntas de expansión aumentan el riesgo de un progreso en el deterioro del elemento de concreto reforzado.</p>	0	1	<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 el cuerpo del arco.</p> <p>Monitorear la extensión y severidad del agrietamiento observado, para tomar las medidas del caso cuando se considere necesario.</p> <p>Ver recomendaciones de 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 22/48</b>

**Tabla No. 5.** Estado de conservación de la superestructura tipo arco: superestructura 2  
(continuación).

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.3. Columnas del arco	No se observaron problemas.	0	1	Ninguna
5.4. Vigas transversales	Se tuvo a acceso visual pero a una distancia de mínimo 4 m.  Se observaron manchas de humedad producto de la filtración de agua a través de las juntas de expansión (Ver Fig. 8(b)). Ver 3.3. <i>Juntas de expansión</i> .  Ver 6.4. <i>Pilas (viga cabezal, cuerpo)</i> .	NI	NI	Ver recomendaciones de 3.3. <i>Juntas de expansión</i> .  Ver recomendaciones de 6.4. <i>Pilas (viga cabezal, cuerpo)</i> .
5.5. Sistema de arriostramiento	Se observó agrietamiento transversal de aproximadamente 0,25 mm de ancho y espaciado a más de 500 mm (Ver Fig. 10).  El agrietamiento observado aumenta el riesgo de un progreso en el deterioro del elemento de concreto reforzado.	1	2	Monitorear la extensión y severidad del agrietamiento observado, para tomar las medidas del caso cuando se considere necesario.

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Apoyos en bastiones y pilas	Los apoyos existentes tienen un espesor de 4,0 mm según planos por lo que no fue posible la inspección visual de su condición. Sin embargo, independientemente de su estado de conservación se considera que deben ser sustituidos debido al tipo de apoyo utilizado (Tejido de algodón empapado con asfalto o papel con alto contenido de alquitrán, según planos).  Se observó filtración y acumulación de agua en todas las zonas de los apoyos (Ver Fig. 7). Ver 3.3 <i>Juntas de expansión</i> .  La humedad constante en la zona de apoyos así como el tipo de apoyo utilizado podrían inducir esfuerzos que podrían conllevar a daños en las superestructuras.	2	4	Se recomienda sustituir los apoyos por otros de desempeño superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales actuales del puente.  Ver la recomendación del punto 3.3 <i>Juntas de expansión</i> .

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 23/48</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.2. Bastiones	<p>Se observó filtración de agua, siendo cercana al 80% en el bastión B2 (Ver Fig. 7(a)), y alrededor del 50% en el bastión B1.</p> <p>En ambos bastiones se observó expuesta la superficie inferior de la viga cabezal, lo cual es indicativo de la pérdida de material del talud frente a los bastiones (Ver Fig. 7(a)). 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>	1	3	<p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p> <p>Restituir el material perdido de los taludes frente a ambos bastiones, de manera tal que dicha intervención no repita la vulnerabilidad actual a la erosión.</p>
6.3. Aletones	No se apreciaron problemas.	0	1	No hay recomendaciones.
6.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	<p>Se observó filtración de agua en aproximadamente el 30% del área de las vigas cabezales de las pilas P2 y P3.</p> <p>En la columna noreste de la pila P3 se observó pérdida de recubrimiento localizada del acero de refuerzo debido al impacto de una roca (Ver Fig. 11(a)).</p> <p>En las vigas cabezales se observó agrietamiento vertical en todo el peralte, con un ancho aproximado de 0,2 mm y una separación de 700 mm (Ver Fig. 11(b)).</p> <p>La pérdida de recubrimiento y el agrietamiento observado aumentan el riesgo de un progreso en el deterioro del elemento de concreto reforzado.</p>	1	3	<p>Realizar las mejoras indicadas en el punto 3.3. <i>Juntas de expansión</i>.</p> <p>Reparar de inmediato la pérdida de recubrimiento observada en la columna noreste de la pila P3; se recomienda revisar antes de la reparación el estado del acero de refuerzo, para tomar las medidas del caso.</p> <p>Monitorear el agrietamiento observado en las vigas cabezales y evaluar la necesidad de sellarlas.</p>
6.5. Cimentaciones	En ambas cimentaciones del arco noreste se observó una sección de las mismas expuesta (Ver Fig. 12). Según planos estas cimentaciones se encuentran sobre roca y es de esperar que su comportamiento sea fundamentalmente a compresión, pero de aumentar el nivel de exposición se aumenta el riesgo de que el agua afecte la junta entre el concreto y la roca, incrementando así la vulnerabilidad al deterioro de la cimentación.	0	1	Restituir o colocar material de protección contra la erosión y socavación en las cimentaciones del arco de concreto reforzado.



	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 24/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**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><b>Bastión 1 (B1) y Bastión 2 (B2):</b> Requerido: 460 mm; Existente: 230 mm (Según planos).</p> <p><b>Pila 1 (P1) y Pila 4 (P4):</b> No aplica pues la superestructura es continua en estas pilas.</p> <p><b>Pila 2 (P2) y Pila 3 (P3):</b> Requerido: 490 mm; Existente: 230 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> <p>Según planos, las superestructuras 1 y 2 están unidas a las pilas y bastiones por medio de 26 dovelas de varilla #5 a las cuales no se tuvo acceso visual, y por lo tanto no se pudo determinar su estado de conservación.</p>	3	4	<p>Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente con base en los requisitos de la especificación de diseño AASHTO LRFD 2014, los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes (2013) y el Manual de Rehabilitación Sísmica FHWA (2006) para definir las acciones a seguir dado que la longitud de asiento mínima requerida es menor a la existente.</p> <p>La superestructura 2 (tipo arco) 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 riesgo y rehabilitación sísmica.</p>

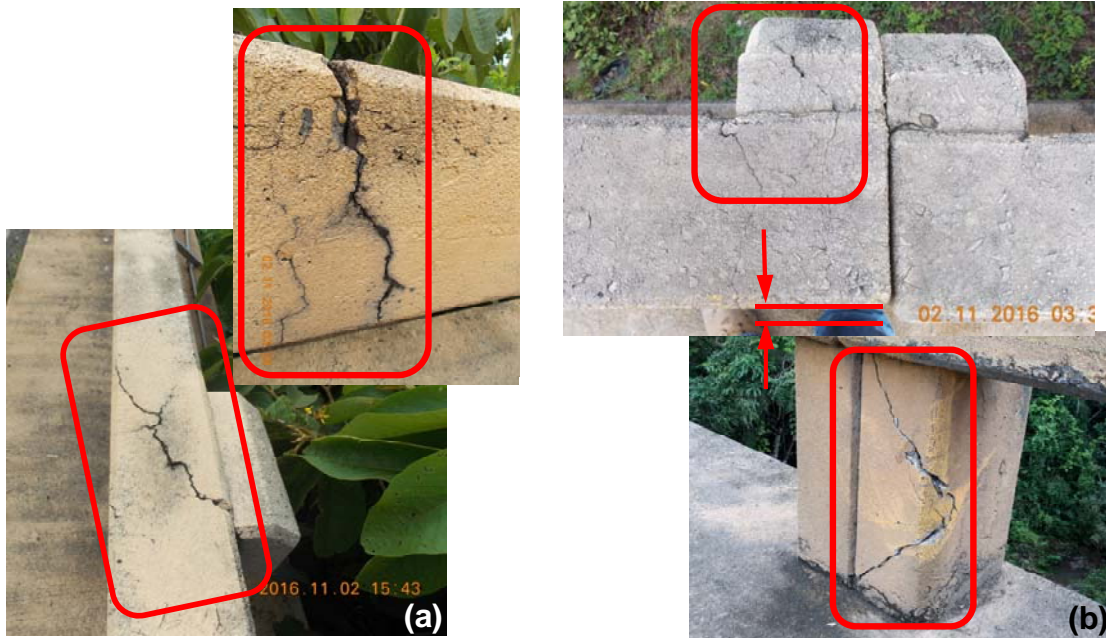


	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 25/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

**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)	<p>El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante. Según planos, las superestructuras 1 y 2 están unidas a las pilas y bastiones por medio de 26 dovelas de varilla #5 a las cuales no se tuvo acceso visual, y por lo tanto no se pudo determinar su estado de conservación.</p> <p>La ausencia de este tipo de dispositivos aumenta el riesgo de que la superestructura experimente desplazamiento laterales considerables y con ello daños o incluso la interrupción del tránsito por la vía.</p>	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	<p>En ninguno de los bastiones se observó algún de protección en los taludes.</p> <p>Ver las observaciones del punto 6.2. <i>Bastiones</i>.</p>	1	2	Realizar las mejoras indicadas en el punto 6.2. <i>Bastiones</i> .
7.5. Protección de socavación en pilas	<p>No se observaron protecciones contra la socavación en las pilas.</p> <p>Ver las observaciones del punto 6.5. <i>Cimentaciones</i>.</p>	1	2	Realizar las mejoras indicadas en el punto 6.5. <i>Cimentaciones</i> .
7.6. Cauce del río	No hay observaciones.	NA	NA	No hay recomendaciones.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 26/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>



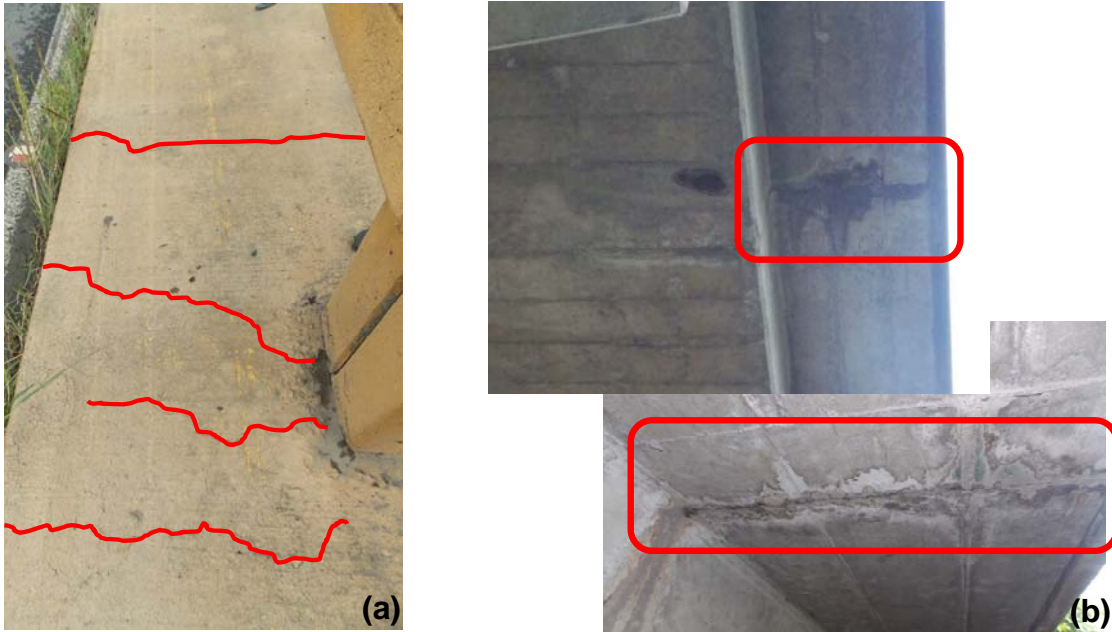
**Figura 1.** Barrera de contención vehicular: (a) Agrietamiento debido a impacto vehicular en sector noreste cerca del acceso 2; (b) Agrietamiento y desplazamiento debido a impacto vehicular en sector suroeste cerca del acceso 2 y cerca del centro del claro de la superestructura 2.



**Figura 2.** Ausencia de marcadores de objeto y guardavías en ambos accesos, caso del acceso 1.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 26 de 48
----------------------------	------------	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 27/48</b>



**Figura 3.** Agrietamiento transversal en bordillo de seguridad: (a) Superficie superior; (b) Algunos casos en superficie inferior con evidencia de eflorescencia.

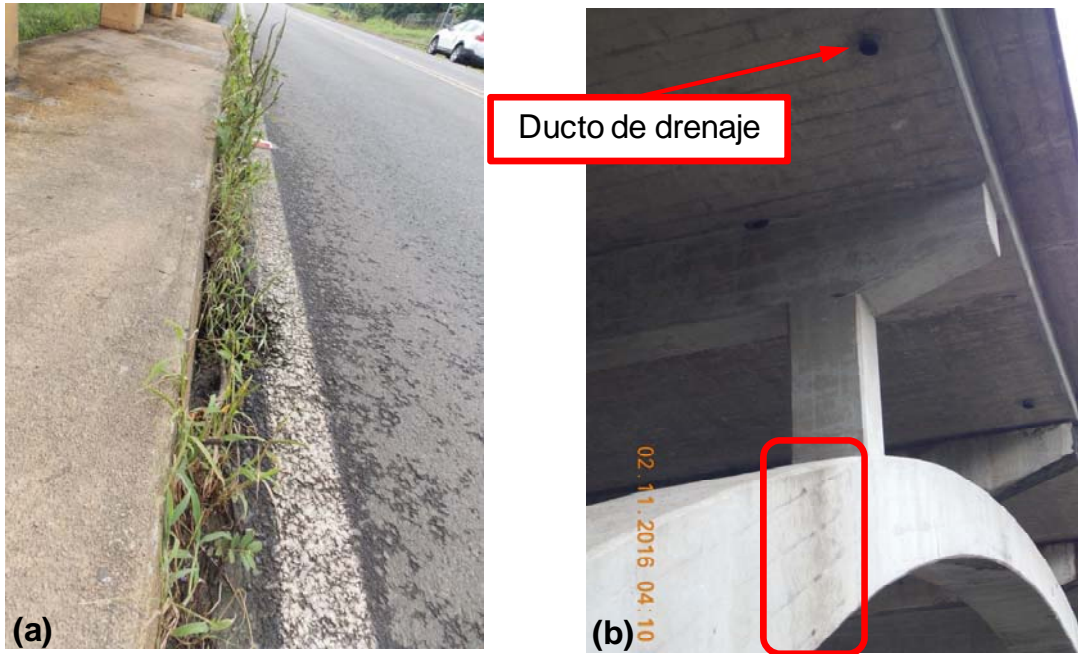


**Figura 4.** Superficie de rodamiento asfáltica de aproximadamente 60 mm de espesor sobre el tablero del puente, así como dos baches, uno en cada sentido de circulación.

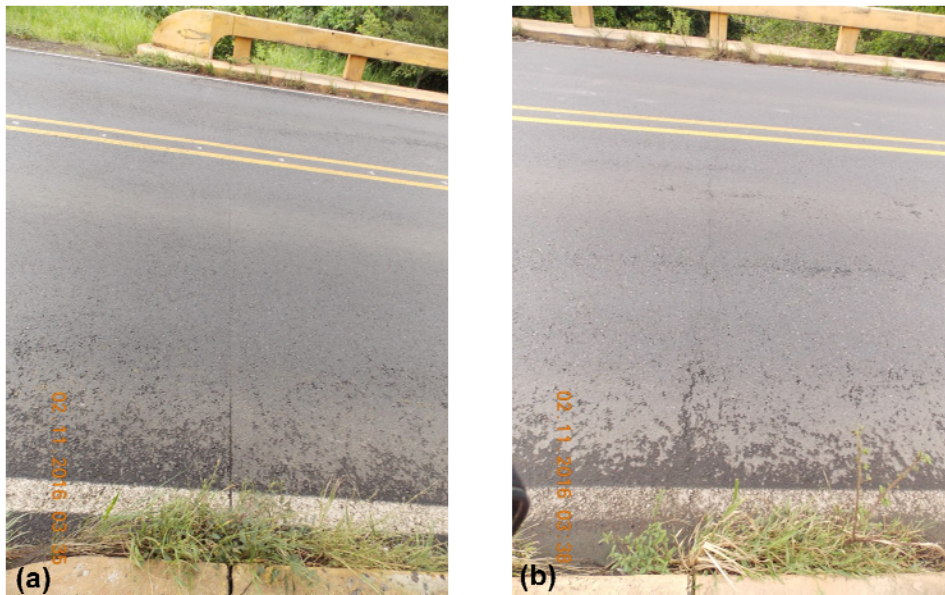
Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 27 de 48
----------------------------	------------	-----------------



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 28/48</b>



**Figura 5.** Bordillos y sistema de drenaje: (a) Acumulación de sedimentos y vegetación en los bordillos; (b) Descarga directa del agua de los ductos de drenaje sobre la superestructura 2.



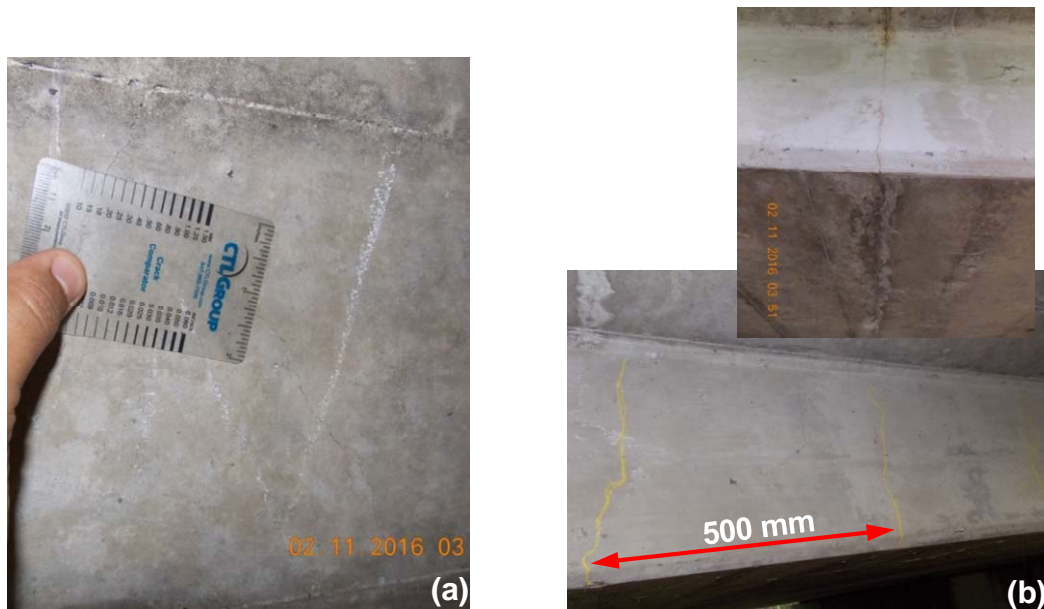
**Figura 6.** Juntas de expansión obstruidas con sobrecapa asfáltica: (a) Caso de junta en bastión B2; (b) Caso de junta en columna 4 del arco.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 28 de 48
----------------------------	------------	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 29/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>



**Figura 7.** Filtración de agua a través de las juntas de expansión: (a) Caso de la junta en el bastión B2; (b) Caso de la junta en la columna 3 del arco.



**Figura 8.** Superestructuras 1 y 3: (a) Agrietamiento en ambas direcciones con 0,18 mm de ancho; (b) Agrietamiento transversal a cada 500 mm (Imagen inferior) con evidencia de eflorescencia en algunos casos (Imagen superior).

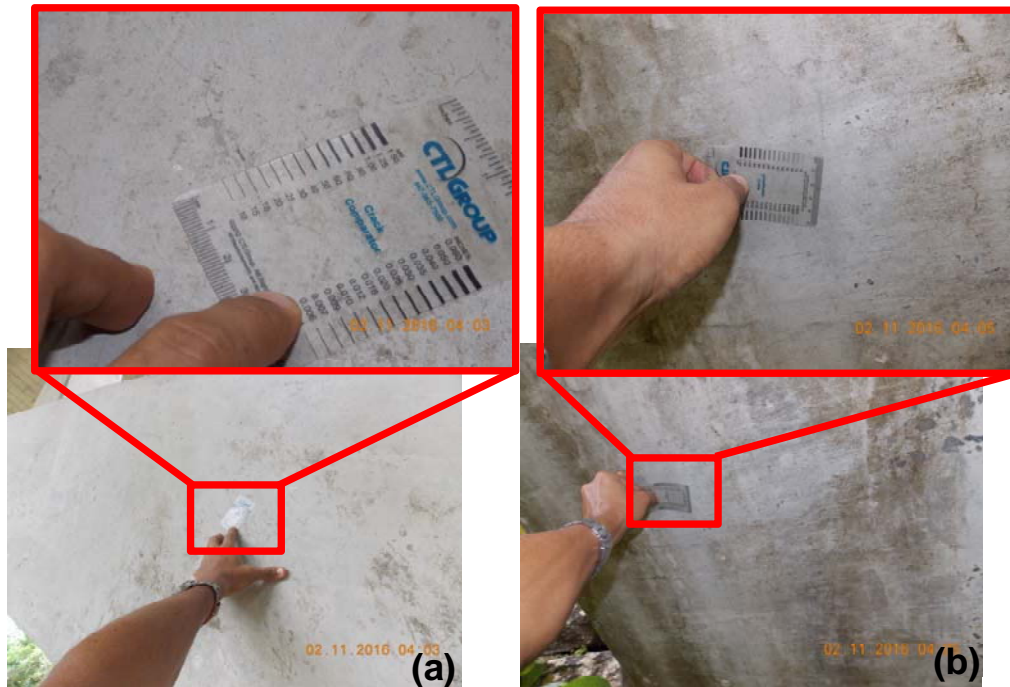
Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 29 de 48
----------------------------	------------	-----------------



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 30/48</b>
		<b>VERSIÓN 04</b>

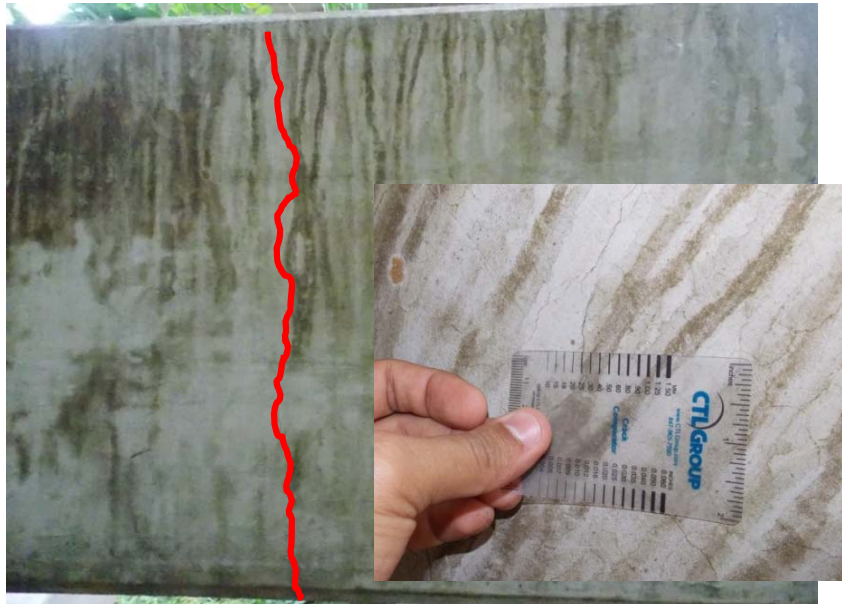


**Figura 9.** Losa de concreto de la superestructura 2: Agrietamiento transversal con evidencia de eflorescencia.



**Figura 10.** Arco suroeste de superestructura 2: (a) Agrietamiento en superficie interna del arco; (b) Agrietamiento en cara inferior del arco.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 31/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>



**Figura 10.** Agrietamiento transversal en elementos de arriostre del arco.



**Figura 11.** Pilas: (a) Pérdida de recubrimiento debido a impacto de una roca en columna noreste de pila P3; (b) Agrietamiento en vigas cabezales con un ancho de 0,2 mm y separación de 700 mm.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 31 de 48
----------------------------	------------	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 32/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>



**Figura 12.** Sección expuesta de la cimentación sureste del arco noreste.



	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 33/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente sobre el río Colorado 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:

- a. La superficie inferior de la losa presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2 mm y con intervalos menores a 500 mm. Adicionalmente se observó agrietamiento transversal de todo el espesor de la losa espaciado aproximadamente a cada 500 mm, y en algunas grietas que además coincidían con grietas en el bordillo de seguridad se observó evidencia de eflorescencia. La losa es el elemento principal no redundante de las superestructuras 1 y 2.
- b. Los apoyos existentes tienen un espesor de 4,0 mm según planos por lo que no fue posible la inspección visual de su condición. Sin embargo, independientemente de su estado de conservación se considera que deben ser sustituidos debido al tipo de apoyo

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 33 de 48
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE EVALUACIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 34/48</b>	VERSIÓN 04

utilizado (Tejido de algodón empapado con asfalto o papel con alto contenido de alquitrán, según planos). Se observó filtración y acumulación de agua en todas las zonas de los apoyos

- c. 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 tanto en los bastiones como en las pilas, siendo el caso más crítico el de las pilas P2 y P3 en donde es el doble de la existente (490 mm requeridos contra 230 mm existentes según planos).

Además, se observó lo siguiente:

- d. 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 las barreras de contención vehicular tanto del sector noreste como suroeste, se observó agrietamiento con un ancho considerable (mayor a 1,5 mm) y en un caso desplazamiento debido a distintos impactos vehiculares.
- e. No se observaron guardavías en ninguno de los accesos al puente.
- f. El puente no tenía aceras, sino un bordillo de seguridad con un ancho efectivo de 0,64 m, el cual es menor al ancho de 1,20 m recomendado por la Ley 7600. Adicionalmente se observó agrietamiento transversal, con evidencia de eflorescencia en la superficie inferior en algunas grietas.
- g. Se observaron rótulos de identificación en ambos accesos, pero no indicaban el número de ruta.
- h. No se observaron marcadores de objeto ni delineadores verticales en ninguno de los accesos.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 34 de 48
----------------------------	------------	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 35/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

- i. El tablero de concreto del puente estaba cubierto por una superficie de rodamiento asfáltica con un espesor aproximado de 60 mm, a pesar de que los planos constructivos del puente lo que especifican como superficie de rodamiento es un sobreespesor de 13 mm de concreto en la losa existente. 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. Además se observaron dos baches en la superficie de rodamiento asfáltica, uno en cada sentido de circulación. Adicionalmente se observó evidencia de la incidencia de pérdida de agregado en la mezcla asfáltica.
- j. Se observó acumulación de sedimentos y vegetación en los bordillos del puente.
- k. Los ductos de salida del sistema de drenaje descargaban directamente sobre la superestructura 2.
- l. Todas las juntas de expansión estaban obstruidas con mezcla asfáltica. Además, las juntas evidenciaban filtración de agua, siendo cercana al 80% en el bastión B2 y en la columna 3 del arco, alrededor del 50% en el bastión B1, y aproximadamente 30% en la pila P2, en la columna 4 sobre el arco y en la pila P3.
- m. El puente no contaba con un sistema de drenaje en ninguno de los accesos.
- n. En el cuerpo del arco de concreto se observó agrietamiento aleatorio con un ancho menor a 0,20 mm y una separación mayor a 500 mm, tanto en las caras laterales como inferior del arco de concreto reforzado. Se observaron manchas de humedad producto de la filtración de agua a través de las juntas de expansión.
- o. En el sistema de arriostramiento del arco de concreto se observó agrietamiento transversal de aproximadamente 0,25 mm de ancho y espaciado a más de 500 mm.
- p. En ambos bastiones se observó expuesta la superficie inferior de la viga cabezal, lo cual es indicativo de la pérdida de material del talud frente a los bastiones.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 35 de 48
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 36/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

- q. En la columna noreste de la pila P3 se observó pérdida de recubrimiento localizada del acero de refuerzo debido al impacto de una roca. En las vigas cabezales se observó agrietamiento vertical en todo el peralte, con un ancho aproximado de 0,2 mm y una separación de 700 mm.
- r. En ambas cimentaciones del arco noreste se observó una sección de las mismas expuesta.
- s. El puente no contaba con dispositivos para prevención de colapso o llaves de cortante. Según planos, las superestructuras 1 y 2 están unidas a las pilas y bastiones por medio de 26 dovelas de varilla #5 a las cuales no se tuvo acceso visual, y por lo tanto no se pudo determinar su estado de conservación.

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 Colorado puede continuar en funcionamiento o debe ser rehabilitado con base en la normativa vigente 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 reforzamiento necesarias en la losa de concreto, 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. Se debe tener en cuenta de que la superestructura 2 (tipo arco) está excluida del alcance de

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 37/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

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.

3. En caso de que como resultado de la evaluación de capacidad estructural y sísmica del puente se decida no reforzar la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro.
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. Intervenir de inmediato y de manera adecuada los dos baches observados en la superficie de rodamiento asfáltica. Monitorear la pérdida de agregado en la superficie de rodamiento asfáltica para tomar las acciones oportunas del caso cuando se considere necesario.
6. Se recomienda sustituir los apoyos por otros de desempeño superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales actuales del puente.
7. 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 intervenir los deterioros observados.
8. Instalar guardavías en ambos accesos al puente de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las especificaciones incluidas en el Manual SCV (Valverde, 2011).
9. 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. En caso de que se decida mantener los bordillos de seguridad existentes y además no reforzar la losa, se recomienda intervenir el agrietamiento observado de manera acorde con el nivel de deterioro existente.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 37 de 48
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 38/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

10. Evaluar la necesidad de colocar el número de la ruta en los rótulos de identificación.
11. Colocar marcadores de objetos y delineadores verticales en los accesos del puente.  
Monitorear la condición de la demarcación horizontal y de los captaluces.
12. Limpiar los bordillos y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.
13. Evaluar la colocación de un sistema de canalización en los ductos de la superestructura 2 que evite que el agua descargue directamente sobre el arco, pero que a la vez no afecte la estética del puente.
14. 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 reforzar 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.
15. 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.
16. Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos acorde con las condiciones de precipitación del lugar.
17. Monitorear la extensión y severidad del agrietamiento observado en el cuero del arco de concreto reforzado, para tomar las medidas del caso cuando se considere necesario.
18. Monitorear la extensión y severidad del agrietamiento observado en el sistema de arriostamiento del arco de concreto reforzado, para tomar las medidas del caso cuando se considere necesario.
19. Restituir el material perdido de los taludes frente a ambos bastiones, de manera tal que dicha intervención no repita la vulnerabilidad actual a la erosión.

Informe LM-PIE-UP-P03-2017	Mayo, 2017	Página 38 de 48
----------------------------	------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE EVALUACIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 39/48</b>	VERSIÓN 04

20. Reparar de inmediato la pérdida de recubrimiento observada en la columna noreste de la pila P3; se recomienda revisar antes de la reparación el estado del acero de refuerzo, para tomar las medidas del caso.

21. Monitorear el agrietamiento observado en las vigas cabezales de las pilas y evaluar la necesidad de sellarlas.

22. Restituir o colocar material de protección contra la erosión y socavación en las cimentaciones del arco de concreto reforzado.

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 40/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

## 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.



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE EVALUACIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 41/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

# ANEXO A

## Criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 42/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 43/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

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		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 44/48</b>	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:

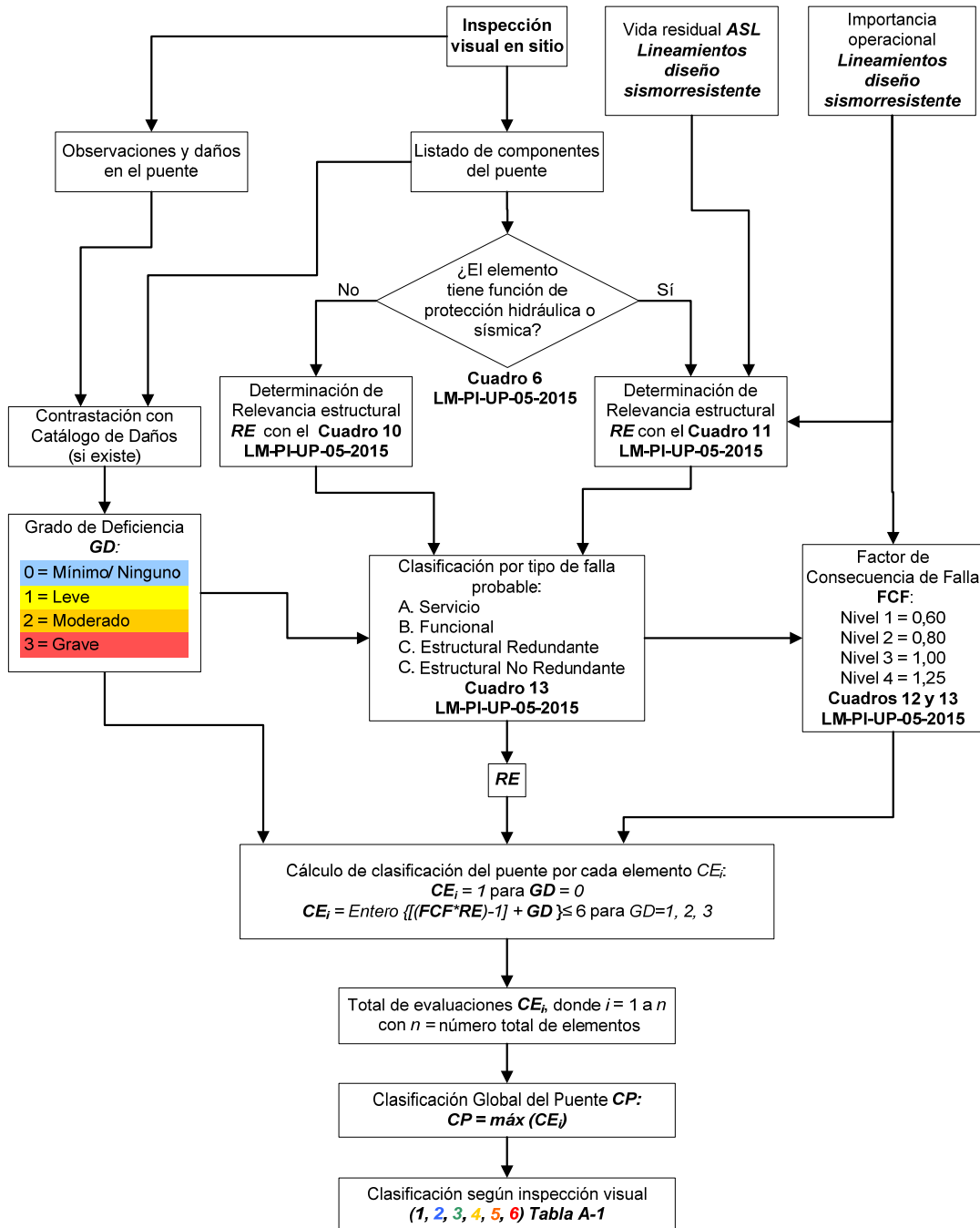
- Condición Evaluada (CE):** Esta variable representa la condición del elemento en evaluación. Se obtiene al combinar el GD, la RE y el FCF en la siguiente ecuación:

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

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**



 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>		<b>Página 46/48</b>

**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
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 47/48</b>
		<b>VERSIÓN 04</b>

### CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

<b>Nombre del puente</b>	Puente río Colorado (RN 01)	<b>Importancia Operacional (LDSP 2013)</b>	Crítico	<b>Código Importancia</b>	CR
<b>Fecha Evaluación</b>	02/11/2016	<b>TPD (veh/día)</b>	4519	<b>Edad (años)</b>	61
<b>Año de construcción o diseño</b>	1955	<b>Vida de diseño según código (años)</b>	50	<b>Vida de servicio remanente (LDSP 2013)</b>	0 ASL1

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS	TIPO DE			
				FALLA	FCF	CE <sub>i</sub>	
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	2	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.1	B	0,8	3
	Barrera vehicular (accesos)	1	3	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.2	A	0,6	3
	Aceras	2	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.3	B	0,8	2
	Señalización Vial	1	1	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.5	A	0,6	1
	Rotulación Carga/Altura Máxima	1	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.4	A	0,6	1
	Iluminación	1	0	Ver Tabla No. 2; Elemento 2.6	A	0,6	1
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	2	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.1	A	0,6	2
	Sistema de drenaje del puente	1	1	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.2	A	0,6	1
	Juntas de expansión	1	3	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.3	A	0,6	3
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.4	A	0,6	1
	Relleno de aproximación	2	0	Ver Tabla No. 3; Elemento 3.5	B	0,8	1
	Losa de aproximación	No Insp.		Ver Tabla No. 3; Elemento 3.6			
	Muros de contención en accesos	No Aplica					
SUPERES-TRUCTURA TIPO LOSA	Tablero y elemento principal	4	1	Ver Tabla No. 4; Elemento 4.1	D	1	4
SUPERES-TRUCTURA TIPO ARCO	Tablero	4	1	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.1	D	1	4
	Cuerpo del arco	4	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.2	D	1	1
	Columnas del arco	4	0	Ver Tabla No. 5; Elemento 5.3	D	1	1
	Vigas transversales	No Insp.		Ver Tabla No. 5; Elemento 5.5			
	Sistema de arriostamiento	2	1	Ver Tabla No. 5; Elementos 5.5	B	0,8	2
SUBESTRUCTURA	Apoyos	3	2	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.1	C	1	4
	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 marco	4	0	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.4	D	1	1
	Pila: Cimentación	No Insp.					
Arco: Cimentación	4	0	Ver Tabla No. 6; Elemento 6.5	D	1	1	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	3	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.1	B	1	4
	Llaves de corte	2	1	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.2	B	1	2
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	No Aplica					
	Dispositivos especiales	No Aplica					
	Protección de taludes de rellenos	2	0	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.3	B	1	1
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Escollera de protección	2	1	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.4	B	1	2
	Protección de socavación en pilas	2	1	Ver Tabla No. 7; Elemento 7.5	B	1	2
<b>CP =</b>						<b>4</b>	
<b>Condición Seria</b>							

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

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE EVALUACIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P03-2017</b>	<b>Página 48/48</b>	<b>VERSIÓN 04</b>

Página intencionalmente dejada en blanco