

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 1/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UP-PN16-2016

# EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PASO A DESNIVEL SOBRE EL FERROCARRIL A TURRIALBA RUTA No. 32

Preparado por:  
**Unidad de Puentes  
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica  
 Julio, 2016

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 2/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 3/33</b>

Información técnica del documento

<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-PN16-2016		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PASO A DESNIVEL SOBRE EL FERROCARRIL A TURRIALBA RUTA NACIONAL No.32		<b>4. Fecha del Informe</b> Julio, 2016	
<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 paso a desnivel sobre el ferrocarril a Turrialba, en la Ruta Nacional No. 32, es un producto de la Unidad de Puentes del PITRA - LanammeUCR para valorar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114.</i> <i>Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como DEFICIENTE 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. 32, Paso a Desnivel, Ferrocarril, Turrialba, Evaluación		<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 33
<b>11. Inspección e informe por:</b> Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/07/2016	<b>12. Revisado por:</b> Ing. Pablo Aguero Barrantes, M.Sc. Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/07/2016		
<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/07/2016	<b>14. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/07/2016	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA  <hr/> <b>Fecha:</b> 19/07/2016	

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE INSPECCIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p><b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b></p>	<p><b>Página 4/33</b></p>	<p>VERSIÓN 03</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 5/33</b>	<b>VERSIÓN 03</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>7</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE .....</b>	<b>13</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>7. REFERENCIAS.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....</b>	<b>29</b>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 6/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 7/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación de la condición del paso a desnivel sobre el ferrocarril a Turrialba, en la Ruta Nacional No.32, es un producto de la Unidad de Puentes del PITRA - LanammeUCR para valorar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. La evaluación de la condición en sitio se realizó el día 02 de febrero de 2016.

## 2. OBJETIVOS

- a) Realizar el inventario del paso a desnivel utilizando la información incluida en los planos de diseño originales y verificar la información durante la inspección estructural realizada en sitio.
- b) Efectuar una evaluación visual de todos los componentes estructurales y no estructurales para valorar su estado de deterioro.
- c) Evaluar la seguridad vial para reducir el riesgo de accidentes de tránsito y disminuir su severidad.
- d) Proporcionar recomendaciones generales para mantenimiento y/o reparación.
- e) Brindar una calificación de la condición del paso a desnivel basado en la evaluación visual de sus componentes

## 3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición se limita a presentar recomendaciones generales para mejoras, mantenimiento y reparación del paso a desnivel así como de estructuras o elementos conexos a éste con base en observaciones realizadas en sitio durante una evaluación visual.

Se entiende por evaluación de la condición el reconocimiento visual de todos los elementos estructurales y no estructurales del paso a desnivel a los cuales se tiene acceso por parte de un ingeniero calificado con el fin de evaluar su estado de deterioro al día de la visita al sitio.

Informe LM-PI-UP-PN16-2016	Fecha de emisión: 19 de julio de 2016	Página 7 de 33
----------------------------	---------------------------------------	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 8/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Como resultado de la evaluación se brinda una calificación al paso a desnivel según su estado de deterioro, de acuerdo con una metodología desarrollada por la Unidad de Puentes, en el informe LM-PI-UP-05-2015. En el Anexo A se puede consultar un diagrama que resume los criterios, la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición. Sin embargo, la atención de la estructura se debe de realizar haciendo un análisis integral de todos los daños detallados en la evaluación que se realiza en este informe.

Como complemento a la evaluación visual de los componentes estructurales del paso a desnivel, es preferible disponer de los planos de diseño con el fin de comprender el sistema estructural del mismo. La existencia de los planos permite recolectar información de inventario, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico y/o visual a algunos componentes del puente.

En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural o hidráulica del paso a desnivel o la capacidad soportante del suelo se recomienda realizar una evaluación estructural detallada complementada con ensayos no destructivos, un análisis hidrológico e hidráulico y un estudio geotécnico.

#### **4. DESCRIPCIÓN**

El paso a desnivel evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 32 (Carretera Braulio Carrillo), en la sección de control 70130 y cruza el ferrocarril a Turrialba, el cual, actualmente no se utiliza. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito El Cairo, del cantón Siquirres, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°06'27.9"N de latitud y 83°31'58.9"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 9/33</b>
		<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura A.** Ubicación geográfica del puente.

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 8863 vehículos por día, registrado en el año 2008 y estimado en 11194 vehículos por día para el 2013, en la sección de control donde se ubica el puente, según el Anuario de tránsito 2013, publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

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

Para éste paso a desnivel en particular, no se tuvo acceso a los planos del diseño original. Por esto, se decidió utilizar un esquema de una estructura similar de donde se muestren los elementos típicos del puente. La figura D muestra la identificación utilizada en este informe cuando se hace referencia a ciertos elementos del puente. Como los planos de otros puentes en esta ruta están identificados en el sentido Siquirres-San José, se utilizó este mismo sentido para identificar los componentes del puente.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 10/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

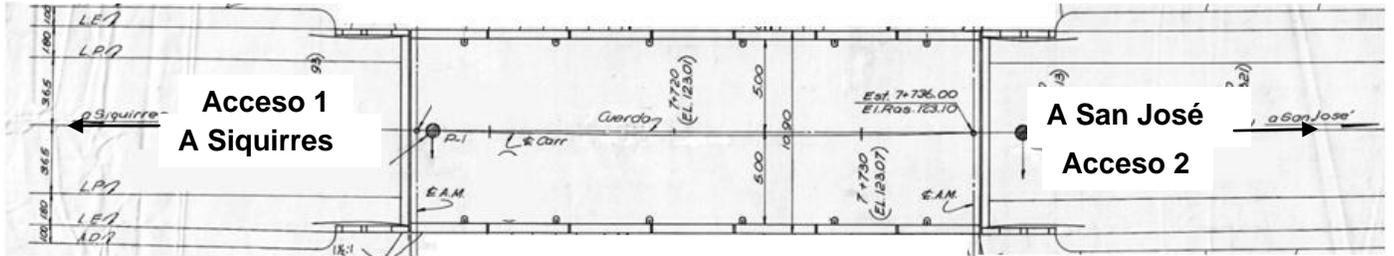


**Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro**

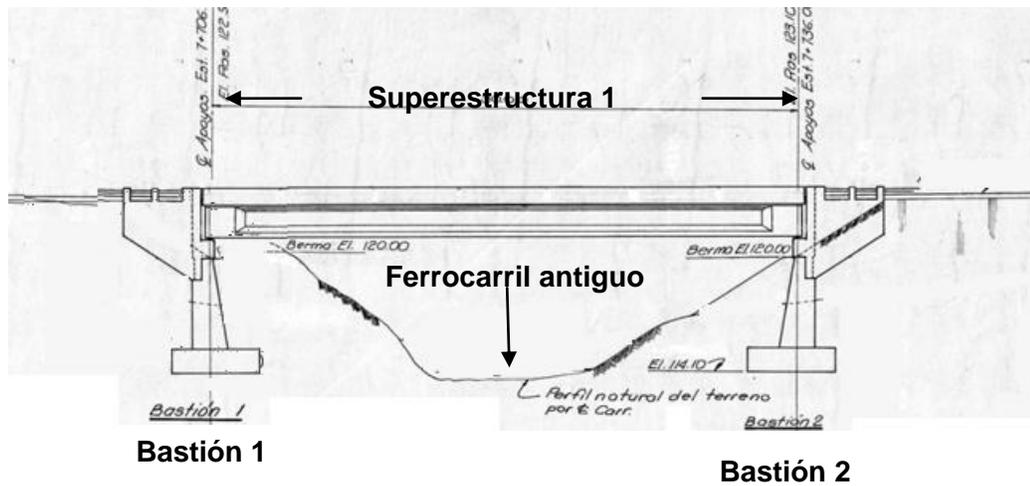


**Figura C. Vista lateral**

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 11/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Planta**



**Elevación**

**Figura D.** Identificación utilizada para el paso a desnivel sobre el ferrocarril a Turrialba.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 12/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 1. Características básicas del paso a desnivel.**

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Paso a desnivel
	Longitud total (m)	20,70 (medida en sitio entre juntas)
	Ancho total (m)	10,90 (medido en sitio)
	Ancho de calzada (m)	10,20 (según planos)
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recta
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1, tipo viga simple con vigas principales tipo I de concreto preesforzado.
	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: apoyo móvil elastomérico Bastión 2: apoyo móvil elastomérico
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 0
	Tipo de bastiones	Bastión 1: Tipo marco de concreto reforzado (observado en sitio) Bastión 2: Tipo marco de concreto reforzado (observado en sitio)
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	Bastión 1: No se tiene información Bastión 2: No se tiene información
<b>Diseño y construcción</b>	Año de diseño	No se tiene información
	Año de construcción	No se tiene información
	Especificación de diseño original	No se tiene información
	Carga viva de diseño original	No se tiene información
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No se tiene información
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No se tiene información

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 13/33</b>	<b>VERSIÓN 03</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.6 las cuales se presentan a continuación.

En la tabla se presenta los valores asignados de Grado de deficiencia (GD) y la Condición Evaluada (CE) resultante para cada elemento del puente, los cuales, se refieren al estado de deterioro observado el día de la evaluación. Estos valores se asignan de acuerdo con el elemento más dañado que se observa en cada ítem de evaluación, sin embargo, la atención de la estructura se debe realizar haciendo un análisis integral de todos los daños detallados en la evaluación que se presenta en este informe.

En el Anexo A se puede observar el procedimiento para determinar la calificación del puente. En las casillas correspondientes a GD y CE pueden aparecer valores numéricos o las siguientes expresiones: "NI" cuando el elemento no pudo ser inspeccionado por dificultades de acceso o "NA" cuando el elemento no es aplicable o no se encontraba en el tipo de puente evaluado.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 14/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	No se observaron daños por colisión en la barrera vehicular. La presencia de moho en la superficie de la barrera impidió la evaluación de la presencia de agrietamiento (Ver Figura 2).	0	1	Remover el moho de la barrera. Establecer dentro de un programa de mantenimiento la limpieza de la barrera.
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	No se observó algún sistema de contención en los accesos el día de la evaluación (ver Figura 1). En los accesos hay unos postes de concreto que representan un riesgo para los usuarios ante un accidente contra estos elementos (Valverde, 2011).	3	3	Si se colocan guardavías al igual que en otros puentes ubicados en esta carretera, revisar las longitudes, ángulos de esviaje y demás detalles como los anclajes, terminales y transiciones de guardavías de acuerdo con el Manual SCV (Valverde, 2011). Verificar que los guardavías, terminales y transiciones con la barrera del paso a desnivel estén colocados según las recomendaciones del fabricante. Remover los postes de concreto en los extremos del paso a desnivel.
2.3. Aceras y sus accesos	El paso a desnivel no contaba con aceras ni con bordillos de seguridad (ver Figura 2). Sin embargo, no se tiene información si existe necesidad de aceras en la zona. Los poblados más cercanos al puente son Siquirres y El Cairo aproximadamente a 2 km al Este y 1,5 km al Oeste del puente, respectivamente. Por esto, no se puede descartar el tránsito de peatones sobre el puente.	1	2	Evaluar mediante un estudio de tránsito la necesidad de construir una acera en el paso a desnivel y en los accesos para el tránsito peatonal que cumpla con los requisitos de la Ley 7600.
2.4. Rótulos de carga/ altura máxima e Identificación	El puente no tenía rótulos de identificación.	NA	NA	Considerar la posibilidad de colocar rótulos de identificación que incluyan el nombre del paso a desnivel y la ruta donde se ubica.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 15/33</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captaluces</li> <li>• Demarcación horizontal</li> <li>• Delineadores verticales</li> <li>• Marcadores de objeto</li> </ul>	El paso a desnivel no tenía demarcación horizontal ni captaluces en los accesos debido a trabajos de recarpeteo de la carretera y la demarcación horizontal sobre la cara superior de la losa se encontraba en mal estado (Zamora-Rojas, Jiménez-Romero, Acosta-Hernández, Castillo-Barahona, Rodríguez-Roblero, & Quirós-Serrano, 2012) (ver Figura 1). El paso tampoco tenía marcadores de objetos ni delineadores verticales.	3	3	Verificar que se hayan pintado las líneas de centro y de borde en el paso a desnivel de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro del paso y colocar marcadores de objeto en los extremos de la barrera. Incluir dentro de un programa periódico el mantenimiento de los elementos de seguridad vial del puente.
2.6. Iluminación	No se observó iluminación en el puente.	2	2	Se considera que no es evidente la necesidad de iluminación siempre y cuando se mejore la condición indicada en 2.5. Señalización.

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	FCF	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	La superficie de rodamiento del paso a desnivel es la cara superior de la losa de concreto del puente. La condición de la losa de concreto del paso a desnivel se puede consultar en el punto 4.1 <i>Tablero</i> .	NA	NA	Ver recomendaciones en 4.1 <i>Tablero</i> .
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	El paso a desnivel no tiene sistema de drenaje, ya que se encuentra en una pendiente. Se observaron sedimentos en la intersección entre la losa de concreto y las barreras vehiculares del paso a desnivel (ver Figura 2).	0	1	Limpiar los sedimentos de la losa del puente y establecer un programa de mantenimiento rutinario donde se incluya su limpieza periódica.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 16/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	FCF	RECOMENDACIONES
3.3. Juntas de expansión	<p>Las juntas de expansión se encuentran obstruidas por sedimentos y asfalto (ver Figura 3 y Figura 4). Se observaron manchas de humedad en las vigas cabezal de ambos bastiones debido al ingreso de agua a través de las juntas de expansión, lo cual podría evidenciar el deterioro del sello y del material de relleno (ver Figura 10)</p> <p>El ingreso constante de agua por las juntas de expansión y la acumulación de humedad en la parte superior de la subestructura, podría acelerar su deterioro.</p>	3	3	<p>Remover el asfalto y los sedimentos colocados sobre las juntas de expansión.</p> <p>Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño del paso a desnivel.</p>
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	No se observaron daños en la carpeta asfáltica de ambos accesos.	0	1	Ninguna
3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	No se observaron daños en los rellenos de aproximación ni en los taludes de los accesos	0	1	Ninguna
3.6. Muros de retención de los accesos	No se observaron muros en los accesos	NA	NA	Ninguna
3.7. Losa de aproximación	No se tuvo acceso visual a la losa de aproximación.	NI	NI	Ninguna
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	No se observaron sistemas de drenaje en los accesos, lo cual ha contribuido a la erosión superficial de los taludes frente a los bastiones (Figura 10) (ver 6.4 <i>Protección de taludes frente a los bastiones</i> ).	NA	NA	Evaluar la necesidad de construir un sistema de drenaje en los accesos.
3.9. Vibración	La vibración del puente es perceptible ante el tránsito de vehículos pesados.	NA	NA	Ninguna

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 17/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 4.** Estado de conservación de las superestructura de vigas de concreto

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>La cara superior presenta agrietamiento en dos direcciones, con grietas mayores que 0,3 mm y espaciadas a menos de 20 cm. También, tiene pequeños desprendimientos de concreto (ver Figura 5).</p> <p>En la cara inferior se observaron algunas grietas cuyo espesor se estima menor que 0,3 mm y un espaciamiento entre 10 cm y 20 cm (ver Figura 6). Desde la cara inferior se escuchaba crujir la losa, lo que evidencia la presencia de grietas.</p> <p>Además se encontró eflorescencia a lo largo de la mayoría de juntas de construcción de la losa (ver Figura 7).</p> <p>También, se observó un nido de piedra en la cara inferior de la losa cerca del bastión 1, con manchas de humedad que evidencian el tránsito de agua a través de la losa (ver Figura 7).</p> <p>La presencia de grietas y el crujir de la losa evidencian una deficiencia de capacidad estructural de la losa, que podría llevar a desprendimientos de concreto y agujeros.</p> <p>La presencia de eflorescencia y manchas de humedad evidencia el tránsito de agua y otras sustancias a través de las grietas y las juntas de construcción que podría generar corrosión del acero de refuerzo y acelerar el deterioro de la losa.</p>	1	3	<p>Realizar una evaluación estructural de la losa para determinar si se requiere sustituirla o rehabilitarla.</p> <p>En caso de decidir rehabilitarla, considerar la posibilidad de incluir la losa dentro de un programa de evaluaciones detalladas para determinar posibles causas de las deficiencias observadas y definir medidas de reparación acordes con estos resultados.</p>

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>		<b>Página 18/33</b>

**Tabla No. 4.** Estado de conservación de las superestructura de vigas de concreto  
(continuación)

Elementos	Observaciones	GD	CE	Recomendaciones
4.2. Vigas principales de concreto	La unión losa-viga presenta eflorescencia en toda la longitud de las vigas (Ver Figura 8). Además, se observaron pequeños nidos de piedra superficiales en los bordes inferiores de las vigas.	0	1	Ver recomendaciones en 4.1 Tablero. Incluir la limpieza de las vigas principales dentro de un programa rutinario de mantenimiento.
4.3. Vigas Diafragma	No se observaron daños en las vigas diafragma.	0	1	Ninguna

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones	Los pernos metálicos colocados a través de las vigas como parte del sistema de apoyos sobre ambos bastiones presentan oxidación y algunos presentaban corrosión debido al contacto con el agua que ingresa a través de las juntas de expansión (ver Figura 9). No se tuvo acceso visual a las almohadillas elastoméricas del apoyo.	1	3	Evaluar la necesidad de sustituir los pernos oxidados y corroídos. Proteger los elementos metálicos de los pernos con un sistema de protección contra la corrosión. Evaluar la condición de las almohadillas elastoméricas para definir si se requiere sustituir las.
5.2. Bastiones	Se observaron manchas de humedad en la viga cabezal de ambos bastiones producto del ingreso de agua a través de las juntas de expansión (ver punto 3.3 Juntas de expansión) (ver Figura 10).	0	1	Ver recomendaciones en 3.3 Juntas de expansión Posterior a reparar los sellos de las juntas, establecer dentro de un programa de mantenimiento rutinario la limpieza de la viga cabezal de los bastiones.
5.3. Aletones	No se observaron daños en los aletones	0	1	Ninguna
5.4. Pilas	El puente no tiene pilas.	NA	NA	Ninguna
5.5. Cimentaciones	No se tuvo acceso visual a las cimentaciones de los bastiones.	NI	NI	Ninguna

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 19/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

**Tabla No. 6.** Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	La longitud de asiento medida en el sitio en ambos bastiones fue de 500 mm, la cual es mayor que la longitud mínima requerida de 357 mm, calculada de acuerdo con la sección 4.7.4.4 de la especificación AASHTO LRFD 2014 y con lo especificado en los Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes del 2013.	0	1	Ninguna
6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte, cadenas, anclajes, aislamiento sísmico)	Los bastiones y la pila no tienen dispositivos para prevención de colapso en la dirección perpendicular al tránsito, solamente elementos metálicos de restricción como parte del sistema de apoyos, (ver Figura 9) La ausencia de dispositivos de prevención de colapso y los daños podrían permitir desplazamientos excesivos en la dirección perpendicular al tránsito durante un evento sísmico	1	2	Evaluar la necesidad de implementar algún tipo de dispositivo para prevención de colapso en los bastiones del puente de acuerdo con lo establecido en el Manual de rehabilitación sísmica FHWA (FHWA, 2006) y en la Especificación de diseño AASHTO LRFD (AASHTO, 2014), a los cuales se hace referencia en el documento: Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes (CFIA, 2013).
6.3. Protección de taludes de relleno	No se observaron daños en los taludes de los rellenos	0	1	Ninguna
6.4. Protección de taludes frente al bastión	Los taludes frente a los bastiones no tienen protecciones y presentan erosión leve debido principalmente a la ausencia de un sistema de drenaje en los accesos (ver Figura 10).	1	2	Evaluar la necesidad de construir protecciones contra la erosión en los taludes frente a los bastiones.

\*Nota: Los puntos 6.5. Protección de socavación en pilas y 6.6. Cauce del río no se presentan ya que no aplican para este paso a desnivel

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 20/33</b>



**Figura 1.** Deficiencias en elementos de seguridad vial del paso a desnivel.



**Figura 2.** Moho en barrera, ausencia de acera, sedimentos en intersección losa-barrera, demarcación en mal estado.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 21/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

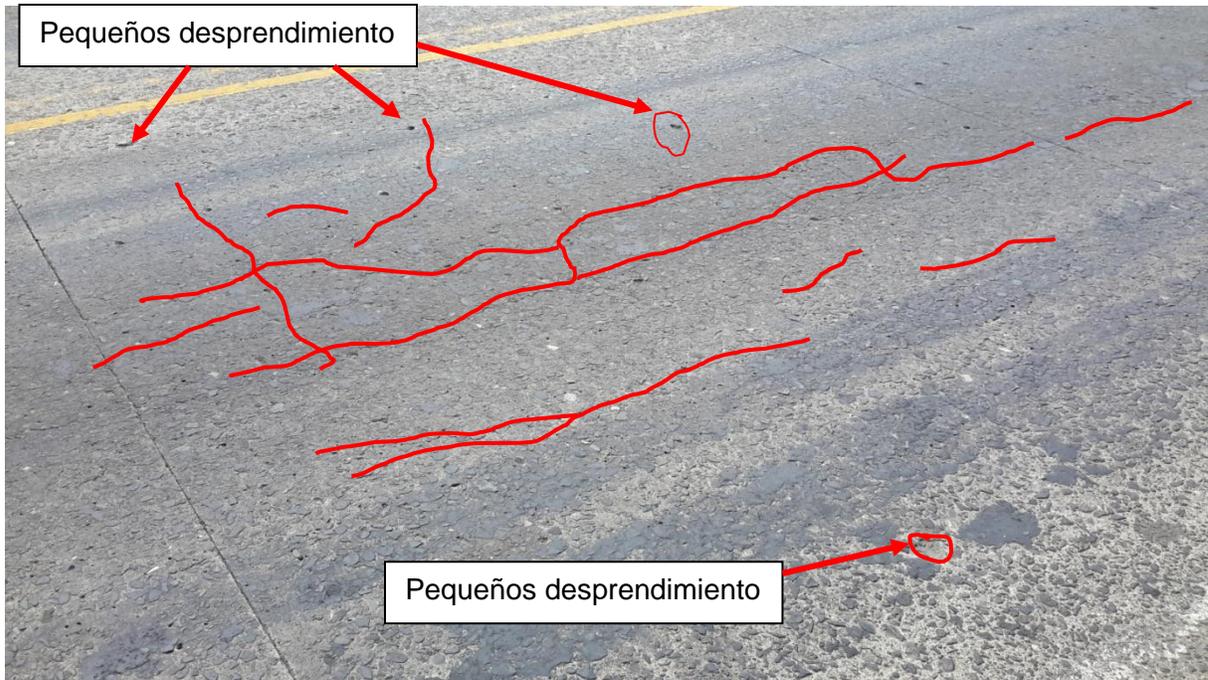


**Figura 3.** Junta de expansión sobre el bastión 1 obstruida con material asfáltico y sedimentos.



**Figura 4.** Junta de expansión sobre el bastión 2 obstruida con material asfáltico y sedimentos.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 22/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 5.** Agrietamiento en la cara superior de la losa de concreto mayor que 0,3 mm y espaciamiento menor que 20 cm y pequeños desprendimientos de concreto.



**Figura 6.** Grietas en la cara inferior de la losa menores que 0,3 mm.

Informe LM-PI-UP-PN16-2016	Fecha de emisión: 19 de julio de 2016	Página 22 de 33
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código: RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 23/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 7.** Eflorescencia a lo largo de juntas de construcción y nido de piedra con mancha de humedad.



**Figura 8.** Eflorescencia en unión losa-viga principal.

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 24/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>



**Figura 9.** Oxidación de perno en elemento metálico de un apoyo sobre el bastión 2.



**Figura 10.** Manchas de humedad en viga cabezal y erosión superficial del talud frente al bastión 2.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 25/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del paso a desnivel sobre el antiguo ferrocarril a Turrialba ubicado en la Ruta Nacional No. 32 (Carretera Braulio Carrillo). Las Tablas No. 2 a No. 6 resumen la condición de deterioro del puente y proveen algunas recomendaciones generales.

Con base en lo observado y la metodología descrita en el ANEXO A, se concluye que el estado de conservación del paso a desnivel es considerado como Deficiente:

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
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

La calificación anterior se brindó por lo siguiente:

- a. Agrietamiento en ambas caras de la losa, nidos de piedra con manchas de humedad y eflorescencia a través de las juntas de construcción.
- b. Oxidación y corrosión en los pernos colocados a través de las vigas, los cuales, forman parte del sistema de apoyos.
- c. Obstrucción de juntas de expansión con asfalto y filtración de agua a través de las juntas que evidencia deterioro del sello y del relleno.
- d. Ausencia de sistemas de contención vehicular en los accesos.
- e. Demarcación horizontal en mal estado y ausencia de iluminación.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 26/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

- f. Ausencia de dispositivos para prevención de colapso en el sentido perpendicular a la dirección del tránsito.
- g. Ausencia de protecciones contra la erosión en los taludes frente a los bastiones, los cuales, tienen erosión leve debido a la descarga de agua desde los accesos.

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

1. Realizar una evaluación estructural de la losa para determinar si se requiere sustituirla o rehabilitarla. En caso de decidir rehabilitarla, considerar la posibilidad de incluir la losa dentro de un programa de evaluaciones detalladas para determinar posibles causas de las deficiencias observadas y definir medidas de reparación acordes con estos resultados.
2. Evaluar la necesidad de sustituir los pernos oxidados y corroídos. Proteger los elementos metálicos de los pernos con un sistema de protección contra la corrosión.
3. Evaluar la condición de las almohadillas elastoméricas para definir si se requiere sustituirlas
4. Evaluar la necesidad de implementar algún tipo de dispositivo para prevención de colapso en los bastiones del paso a desnivel de acuerdo con lo establecido en el Manual de rehabilitación sísmica FHWA (FHWA, 2006) y en la Especificación de diseño AASHTO LRFD (AASHTO, 2014), a los cuales se hace referencia en el documento: Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes (CFIA, 2013).
5. Remover el asfalto y los sedimentos colocados sobre las juntas de expansión. Sustituir las juntas por otras de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño del paso a desnivel.
6. Si se colocan guardavías al igual que en el resto de puentes ubicados en esta carretera, revisar las longitudes, ángulos de esviaje y demás detalles como los anclajes, terminales y transiciones de guardavías de acuerdo con el Manual SCV (Valverde, 2011). Verificar que los guardavías, terminales y transiciones con la barrera del puente estén colocados

Informe LM-PI-UP-PN16-2016	Fecha de emisión: 19 de julio de 2016	Página 26 de 33
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código:  RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 27/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

según las recomendaciones del fabricante. Remover los postes de concreto en los extremos del paso a desnivel.

7. Verificar que se hayan pintado las líneas de centro y de borde en el paso a desnivel de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Colocar captaluces en las líneas de centro y de borde y marcadores de objeto.
8. Evaluar mediante un estudio de tránsito la necesidad de construir una acera en el puente y en los accesos para el tránsito peatonal que cumpla con los requisitos de la Ley 7600
9. Evaluar la necesidad de construir protecciones contra la erosión en los taludes frente a los bastiones.
10. Establecer un programa de mantenimiento rutinario que incluya la limpieza de todos los componentes del puente y el mantenimiento de los elementos de seguridad vial.

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

## 7. REFERENCIAS

1. AASHTO (2014). *LRFD Bridge Design Specifications. Seventh Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. CFIA (2013). *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
3. FHWA (2006). *Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges*. Publication N° FHWA-HRT-06-032. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.

Informe LM-PI-UP-PN16-2016	Fecha de emisión: 19 de julio de 2016	Página 27 de 33
----------------------------	---------------------------------------	-----------------

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 28/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

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 (2013). *Anuario de Información de Transito 2013*. Dirección de Planificación Sectorial. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
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.
8. Zamora-Rojas, J., Jiménez-Romero, D., Acosta-Hernández, E., Castillo-Barahona, R., Rodríguez-Roblero, M. J., Quirós-Serrano, C. (2012). *Guía de evaluación de seguridad vial para puentes en Costa Rica*. Versión 02-2012. Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. San José, Costa Rica.

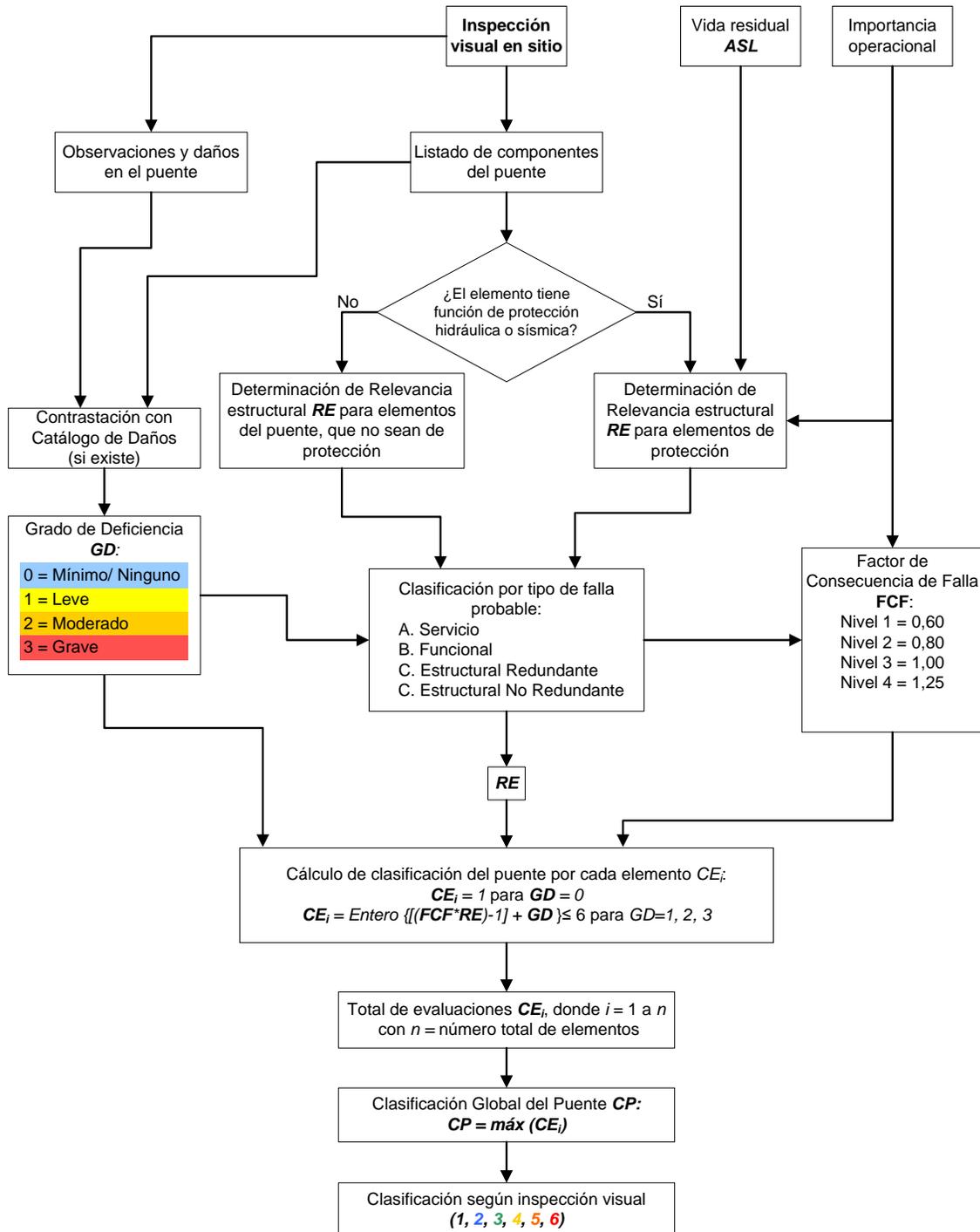
 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  INFORME DE INSPECCIÓN		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 29/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

# 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 INSPECCIÓN</b>		Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 30/33</b>	<b>VERSIÓN 03</b>

Página intencionalmente dejada en blanco



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

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR  <b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	Código:  RC-444
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 32/33</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

 <b>LanammeUCR</b>	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	<b>INFORME DE INSPECCIÓN</b>	
	<b>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN16-2016</b>	<b>Página 33/33</b>
		<b>VERSIÓN 03</b>

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

<b>Nombre del puente y Ruta</b>	Paso a desnivel Ferrocarril a Turrialba	<b>Importancia Operacional (LDSP 2013)</b>	Crítico
<b>Fecha Evaluación</b>	02/02/2016	<b>TPD (veh/día)</b>	8863
<b>Año de construcción o diseño</b>	No se tiene información	<b>Vida de diseño según código (años)</b>	No se tiene información

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS O REFERENCIA	TIPO DE FALLA	FCF	CE <sub>i</sub>	
			A TABLA DE INFORME				
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	0	Tabla 2, aspecto 2.1	B	0.8	1
	Barrera vehicular (accesos)	1	3	Tabla 2, aspecto 2.2	A	0.6	3
	Aceras	2	1	Tabla 2, aspecto 2.3	B	0.8	2
	Señalización Vial	1	3	Tabla 2, aspecto 2.5	A	0.6	3
	Rotulación Carga/Altura Máxima Iluminación	1	No Aplica	No aplica	A	0.6	
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	No Aplica	Tabla 3, aspecto 3.1	A	0.6	
	Sistema de drenaje del puente	1	0	Tabla 3, aspecto 3.2	A	0.6	1
	Juntas de expansión	1	3	Tabla 3, aspecto 3.3	A	0.6	3
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	Tabla 3, aspecto 3.4	A	0.6	1
	Relleno de aproximación	2	0	Tabla 3, aspecto 3.5	B	0.8	1
	Losa de aproximación	2	No Insp.	Tabla 3, aspecto 3.7	B	0.8	
	Muros de contención en accesos	2	No Aplica	Tabla 3, aspecto 3.6	B	0.8	
SUPERES- TRUCTURA TIPO VIGAS	Tablero	3	1	Tabla 4, aspecto 4.1	C	1	3
	Vigas principales de concreto o acero	3	0	Tabla 4, aspecto 4.2	C	1	1
	Vigas diafragma de concreto o acero	2	0	Tabla 4, aspecto 4.3	B	0.8	1
SUBESTRUC- TURA	Apoyos	3	1	Tabla 5, aspecto 5.1	C	1	3
	Aletones	2	0	Tabla 5, aspecto 5.3	B	0.8	1
	Bastiones	3	0	Tabla 5, aspecto 5.2	C	1	1
	Bastiones: Cimentación	3	No Insp.	No se pudo inspeccionar debido a que está enterrado			
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	2	0	Tabla 6, aspecto 6.1	C	1	1
	Llaves de corte	2	1	Tabla 6, aspecto 6.2	C	1	2
	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	2	No Aplica	No aplica			
	Dispositivos especiales	2	No Aplica	No aplica			
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN HIDRÁULICA	Protección de taludes de rellenos	2	0	Tabla 6, aspecto 6.3	B	1	1
	Protección de taludes frente al bastión	2	1	Tabla 6, aspecto 6.4	B	1	2
	Protección de socavación en pilas	2	No Aplica		B	1	
						<b>CP =</b>	<b>3</b>
							<b>Condición Deficiente</b>

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