

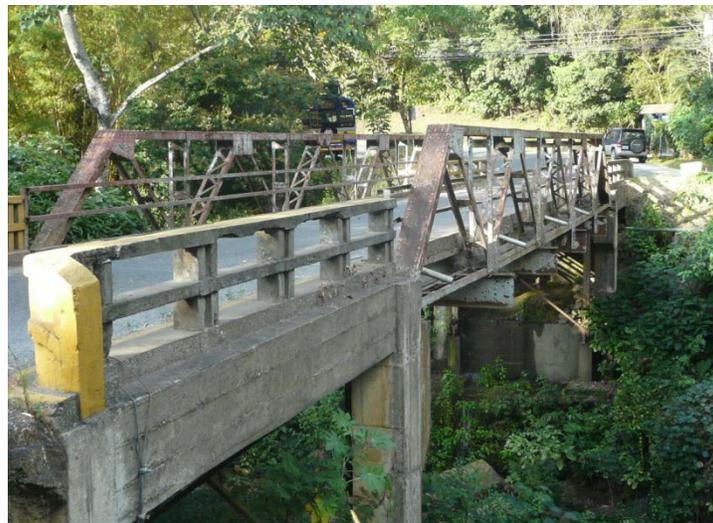
 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 1/47	VERSIÓN 03

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UP-PN14-2016

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA HONDA RUTA NACIONAL No. 239

Preparado por:
**Unidad de Puentes
 LanammeUCR**



San José, Costa Rica
 Junio, 2016

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE INSPECCIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016</p>	<p>Página 2/47</p>	<p>VERSIÓN 03</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016		Página 3/47 VERSIÓN 03

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PI-UP-PN14-2016		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA HONDA RUTA NACIONAL No.239		4. Fecha del Informe Junio, 2016	
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
6. Notas complementarias Ninguna			
7. Resumen <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre la quebrada Honda, en la Ruta Nacional No. 239, es un producto de la Unidad de Puentes del PITRA - LanammeUCR para valorar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114.</i> <i>Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como ALARMANTE. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de la estructura evaluada se realizan recomendaciones generales relacionadas con cada aspecto evaluado en este informe.</i>			
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional No. 239, quebrada Honda, Evaluación de condición.		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 47
11. Inspección e informe por: Ing. Jorge Muñoz Barrantes, Ph.D. Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 16/06/2016	12. Inspección e informe por: Ing. Pablo Agüero Barrantes, M.Sc. Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 20/06/2016	13. <hr/>	
14. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR <hr/> Fecha: 22/06/2016	15. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Puentes <hr/> Fecha: 21/06/2016	16. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA <hr/> Fecha: 23/06/2016	

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE INSPECCIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>
<p>CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016</p>	<p>Página 4/47</p>	<p>VERSIÓN 03</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 5/47	VERSIÓN 03

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	OBJETIVOS	7
3.	ALCANCE DEL INFORME	7
4.	DESCRIPCIÓN.....	8
5.	ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE	13
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
7.	REFERENCIAS.....	41
	ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	43

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 6/47	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 7/47	VERSIÓN 03

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación de la condición del puente sobre la quebrada Honda, en la Ruta Nacional No.239, 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 inspección en sitio se realizó el día 28 de Abril de 2016.

2. OBJETIVOS

- a) Realizar el inventario del puente utilizando la información incluida en los planos de diseño originales y verificar la información durante la inspección visual 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 puente basado en la evaluación visual de sus componentes

3. ALCANCE DEL INFORME

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

Se entiende por evaluación de la condición el reconocimiento visual de todos los elementos estructurales y no estructurales del puente a los cuales se tiene acceso por parte de un ingeniero calificado con el fin de evaluar su estado de deterioro al día de la visita al sitio. Como resultado de la evaluación se brinda una calificación al puente según su estado de deterioro, de acuerdo con una metodología desarrollada por la Unidad de Puentes, en el

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 7 de 47
----------------------------	---------------------------------	----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 8/47	VERSIÓN 03

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.

Como complemento a la evaluación visual de los componentes estructurales del puente, es preferible disponer de los planos de diseño del puente con el fin de comprender el sistema estructural del mismo. Lo que se busca es recolectar información que permita completar los formularios de inventario, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico y/o visual a algunos componentes del puente.

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

4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 239, en la sección de control 10491 y cruza la quebrada Honda. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Colón, del cantón Mora, en la provincia de San José. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 9°53'05.49" de latitud y -84°13'20.25" de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 9/47



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

La ruta clasifica como secundaria y tiene un tránsito promedio diario de 4710 vehículos por día en la sección de control donde se ubica el puente para el año 2008, según el Anuario de tránsito 2013, publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

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

Para éste puente en particular, no se tiene acceso a los planos del diseño original. La figura D muestra la identificación utilizada en este informe cuando se hace referencia a ciertos elementos del puente, la cual también coincide con la que se utiliza en los planos.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016		Página 10/47



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



Figura C. Vista lateral

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 10 de 47
----------------------------	---------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 11/47

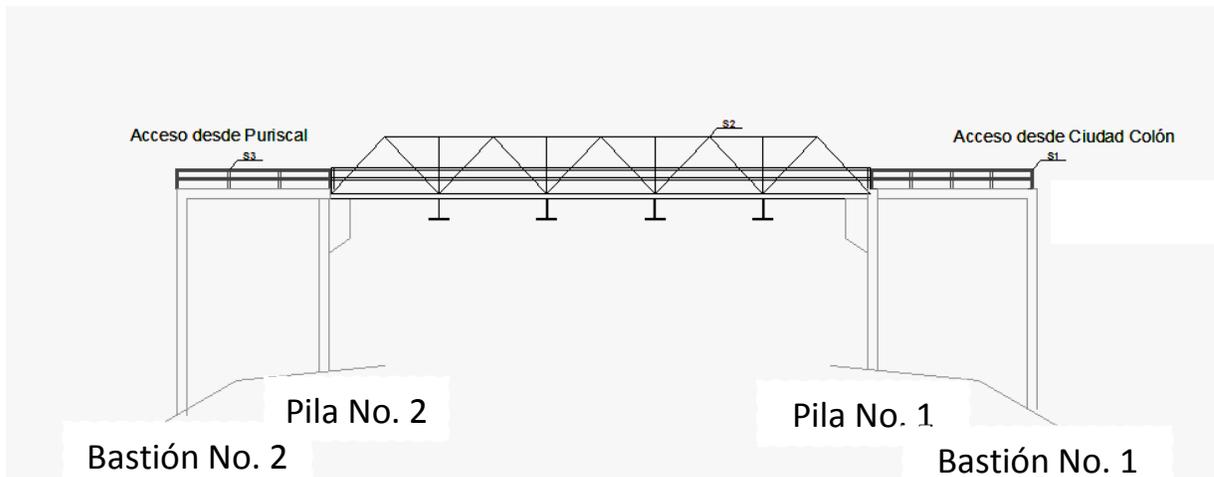
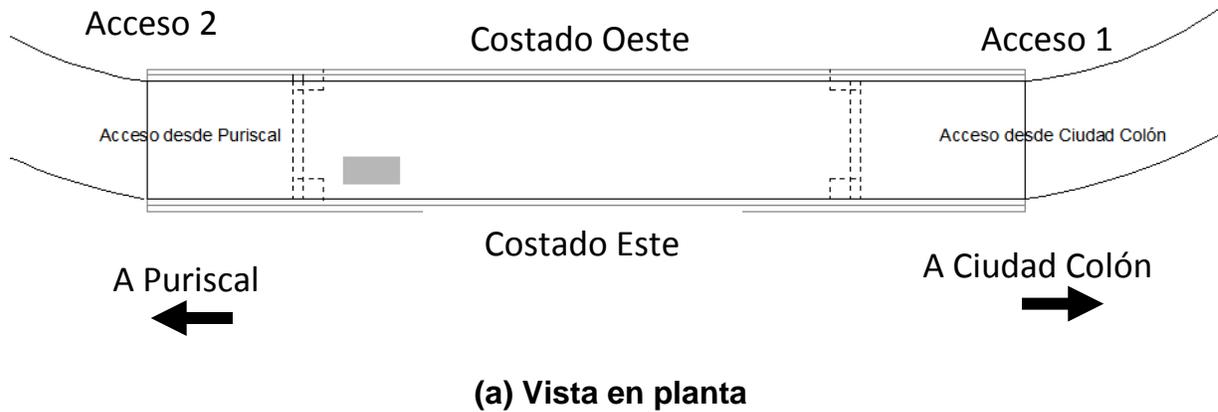


Figura D. Identificación utilizada para el puente sobre la quebrada Honda

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016		Página 12/47

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	33,7 m
	Ancho total (m)	5,5 m
	Ancho de calzada (m)	4,6 m
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	recta
	Número de carriles	1
Superestructura	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructura 1 y 3: tipo marco de concreto. Superestructura 2: cercha de paso medio (tipo "Pony").
	Tipo de tablero	Concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones: apoyo rígido (marco)
	Tipo de apoyo en pilas	Pila : apoyo inicial y final fijos en la superestructura 2
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastión 1 y2: No es posible determinar su tipología de forma precisa (es muy posible que sean tipo muro)
	Tipo de pilas	Pila 1 y 2 tipo marco de concreto con columnas de 0,6x0,6 m, Soporte adicional de marco de acero tanto para la pila 1 como la 2.
	Tipo de cimentación	No hay planos del puente ni son visibles
Diseño y construcción	Año de diseño	No hay información
	Año de construcción	Administración Figueres 1953 – 1958 (según la placa observada en el puente).
	Especificación de diseño original	No hay información
	Carga viva de diseño original	No hay información
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No hay información (refuerzo con pilas de acero)
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No hay información
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No hay información

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 13/47	VERSIÓN 03

5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE

Los resultados de la evaluación del puente se presenta en 4 áreas: (a) Seguridad vial, (b) Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (c) Superestructura y (d) Subestructura. De esta manera se describe la condición del puente de una manera simple y ordenada y al mismo tiempo se ofrecen recomendaciones para realizar mantenimiento, mejoras y reparaciones y si fuera necesario se recomienda la realización de inspecciones detalladas y estudios especializados. Estas observaciones y recomendaciones se resumen en las Tablas No.2 a No.6 las cuales se presentan a continuación.

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

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 14/47	VERSIÓN 03

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	Las superestructuras 1 y 3 contaban con una barrera de contención de concreto que presentaba agrietamiento, desprendimientos y acero de refuerzo expuesto. En la superestructura 2 se observaron largueros de acero apoyados directamente sobre la estructura portante del puente que presentaban deformación aparentemente inducida por impacto de vehículos (figura 1).	2	3	<u>En caso de rehabilitación del puente:</u> colocar estructuras de contención vehicular nuevas en las superestructuras 1 y 3 o reparar las existentes previo análisis que demuestre que son adecuadas. Para la superestructura 2, colocar una nueva barrera anclada a la losa que proteja además a la cercha de un posible impacto vehicular. Se debe evaluar la idoneidad de la losa del tablero existente como anclaje así como el efecto de la sobrecarga sobre la estructura.
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	No se observó sistema de contención. Ambos accesos del puente presentan alineamiento del camino con curvas pronunciadas por lo que la colocación de guardavías sería de utilidad para reducir el riesgo de caída vehicular al cauce (figura 2).	3	3	Colocar guardavías revisando las longitudes, ángulos de esviaje y demás detalles como los anclajes, terminales y transiciones de guardavías de acuerdo con el Manual SCV (Valverde, 2011) y las recomendaciones del fabricante.
2.3. Aceras y sus accesos	No cuenta con aceras. Se observan algunas viviendas a margen derecha de la quebrada pero no se observaron peatones durante la inspección.	1	2	<u>En caso de construcción de una nueva estructura:</u> evaluar la necesidad de la acera en el puente 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	No se observó rótulo de identificación del puente (ver figuras 2 y B).	NA	NA	Colocar rótulo de identificación y número de ruta.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 15/47

<p>2.5. Señalización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<p>La estructura contaba con una demarcación horizontal borrosa y con pocos captaluces. No hay marcador de objeto. La pintura en las barreras de los accesos estaba en condición regular (figura 3).</p> <p>Se observaron residuos varios en el tablero (figura 3 y 4).</p> <p>La estructura presentaba un solo carril, se encuentra en curva en una zona con un TPD alto 4710 (año 2008) por lo que la demarcación es vital para reducir el riesgo de accidentes.</p>	2	2	<p>Restaurar la demarcación horizontal de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010.</p> <p>Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro del puente y colocar marcadores de objeto en los extremos de la barrera del puente y delineadores verticales en los dos accesos.</p> <p>Incluir dentro de un programa periódico el mantenimiento de los elementos de seguridad vial del puente.</p>
<p>2.6. Iluminación</p>	<p>No se observó iluminación en el puente.</p>	1	1	<p>Se considera que no es evidente la necesidad de iluminación siempre y cuando se mejore la condición indicada en 2.5. Señalización o que se identifique que el puente es paso regular de peatones.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 16/47
		VERSIÓN 03

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

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
3.1. Superficie de rodamiento del puente	<p>El tablero mostraba agrietamiento severo y un agujero cubierto con una placa de acero fijada, en el momento de la inspección, por un solo perno (ver figura 4).</p> <p>Entre la superestructura 1 y 2 se encontró un desnivel de aproximadamente 3 cm y entre la superestructura 2 y 3 una abertura de más de 5 cm en la junta de expansión (figura 5).</p> <p>Los escombros en la vía encontrados el día de la inspección podrían generar condiciones riesgosas para el tránsito vehicular.</p>	3	3	<p>Incluir dentro de un programa periódico el mantenimiento de los elementos de superficie de ruedo en el puente.</p> <p>Acoger las recomendaciones del punto 3.3 Juntas de expansión y 4.1 Tablero.</p>
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	El bordillo se encontró parcialmente destruido al costado Este en el acceso 1 para la superestructura 2 y los drenajes obstruidos (figura 6).	2	2	Incluir dentro de un programa periódico el mantenimiento y limpieza de los drenes en el tablero del puente.
3.3. Juntas de expansión	No se observa un sistema de relleno adecuado en las juntas entre la superestructura 2 con la superestructura 1 y 3 que además presentaban desprendimientos en la losa y desniveles (ver figura 5). Además presentaban obstrucción con asfalto en los accesos.	3	3	<p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> colocar un sistema adecuado de juntas de expansión posterior a la corrección de las deficiencias mencionadas en 5.1 Apoyos.</p> <p>Implementar un programa de mantenimiento rutinario que incluya, entre otras labores, la reposición de los sellos de las juntas de expansión.</p>
3.4. Superficie de ruedo en accesos	No se observaron daños en la carpeta asfáltica de ambos accesos.	0	1	Ninguna

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016		Página 17/47

3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	En el relleno de aproximación del acceso 2 se observa un escarpe y erosión con cárcavas posiblemente debido a la falta de protección del talud y de una conformación inadecuada del relleno (figura 7).	1	2	Realizar un manejo de aguas apropiado (ver recomendaciones 3.8 Drenaje accesos) y reconstruir parte del relleno de aproximación proveyendo una protección contra la erosión adecuada.
3.6. Muros de retención de los accesos	No se observaron muros en los accesos	NA	NA	Ninguna
3.7. Losa de aproximación	El puente aparentemente no cuenta con losa de aproximación, los marcos de concreto de las superestructuras 1 y 3 funcionan como aproximaciones.	NI	NI	Ninguna
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	En el acceso 1 se drena el agua hacia el cauce en una zona alejada de la estructura del puente (ver figura 8). Para el acceso 2 la cuneta es discontinua cerca de la estructura del puente facilitando la erosión en la pendiente hacia el cañón de la quebrada.	1	1	Procurar continuar las cunetas o algún otro elemento sobre los taludes que conducen las aguas a la quebrada buscando realizar esta conducción lo más alejado de la estructura del puente posible.
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	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 18/47
		VERSIÓN 03

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura tipo armadura de acero.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
4.1. Tablero (losa de concreto, rejilla de acero, tablero de acero, tablero de madera).	<p>El tablero de concreto sobre las superestructuras 1 y 3 presentaba desprendimientos con exposición del acero de refuerzo en su cara inferior (ver figura 10). La cara superior estaba cubierta por una asfáltica cuyo espesor máximo era de aproximadamente unos 5 cm cercano a los accesos.</p> <p>El tablero de concreto sobre la superestructura 2 presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones en la cara superior con grietas mayores a 1 mm de espesor (figura 9). Mayores grados de daño fueron observados en la losa en la zona cercana a la junta con la superestructura 3; allí se construyó una platina que cubre un agujero en la losa (figura 13). Esta tapa metálica fue fijada mediante varios pernos de los cuales solo queda uno. El agrietamiento de la cara inferior de la losa sigue claramente la ubicación del acero de refuerzo. Los colores negro, verde y rojo en el concreto son claros indicadores de la permeabilidad alta del concreto en esta losa y son indicadores de corrosión a lo interno de la estructura.</p> <p>No fue posible la medición exacta del espesor del tablero en el campo pero del agujero se podría estimar en alrededor de unos 15 cm.</p>	3	4	<p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> dado los daños graves y generalizados observados en la superestructura 2 es muy probable que la opción más económica sea la sustitución de la losa en ese tramo sustentándose en un análisis económico y estructural del puente. Para las superestructuras 1 y 3 los daños son aparentemente reparables.</p> <p>Es evidente que el cambio de losa es un trabajo costoso que, para el caso de este puente en particular, es difícil de justificar entre otros debido a la edad de la estructura, la imposibilidad de este tipo estructural de ser ampliado a 2 carriles y el posible reforzamiento que requieran las pilas y la armadura en caso de construir una nueva losa para cumplir con los requerimientos actuales de diseño. Es muy posible que desde el punto de vista del daño observado y la obsolescencia evidente sea apropiado desde el punto de vista de gestión de los activos cambiar esta estructura por una nueva de 2 carriles.</p>
Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016			Página 18 de 47

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 19/47

<p>4.2. Armaduras de acero (elementos y conexiones).</p>	<p>La armadura presentaba algunos golpes seguramente producto del impacto vehicular (ver figura 11). Se observo pandeo local en la cuerda superior de la cercha del lado aguas arriba. Este pandeo podría estar asociado al daño en el pedestal de apoyo del puente (ver figura 11).</p> <p>La falta de mantenimiento observada es evidente con presencia de corrosión leve en todos los elementos de la armadura.</p> <p>Dada su antigüedad y tipo estructural es posible que esta estructura no sea adecuada para las condiciones actuales de uso. Además este tipo estructural es no redundante por lo que un daño sobre la armadura lleva consecuencias mayores que para otros sistemas estructurales.</p>	1	4	<p>Es muy posible que, dada su antigüedad, costos de rehabilitación y obsolescencia funcional evidente sea apropiado, desde el punto de vista de gestión de los activos, reponer esta estructura por una nueva que además permita la construcción de 2 carriles. Se recomienda realizar un análisis de soluciones entre reponer el puente contra la rehabilitación u otras opciones que la Administración considere como una solución.</p> <p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> Cambio de los elementos dañados y refuerzo de la estructura buscando cumplir con los requerimientos mínimos de la normativa actual correspondiente.</p>
<p>4.3. Vigas de piso</p>	<p>Se observo corrosión acentuada en los extremos expuestos a la intemperie (figura 12).</p>	1	2	<p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> dar tratamiento adecuado de mantenimiento a la superficie de acero en las vigas de piso.</p>
<p>4.4. Vigas transversales</p>	<p>Se observo corrosión con pérdida de sección, la condición con mayor severidad se observa en el ala superior del larguero que pasa por el agujero en la losa (ver figura 13).</p>	2	3	<p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> Cambiar los elementos dañados y dar tratamiento adecuado de mantenimiento a la superficie de acero.</p>
<p>4.5. Sistema de arriostramiento</p>	<p>Una de las barras diagonales de arriostre se encontraba desprendida en su unión el tramo central de la superestructura 2 (ver figura 14).</p>	1	2	<p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> Evaluar la función de estas barras en el sistema estructural rehabilitado. Si cumplen alguna función y los elementos son reutilizables realizar la reparación.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 20/47	VERSIÓN 03

Tabla No. 5. Estado de conservación de la subestructura

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p>Las ménsulas donde se anclan los apoyos en la superestructura 2 presentaban daños graves, con agrietamiento y desprendimiento del concreto directamente bajo el apoyo, situación que podría afectar la estabilidad de la estructura (ver figuras 15 y 16). Como resultado de los desprendimientos, los apoyos estaban parcialmente sin apoyo completo en su base. Se midió un desplazamiento vertical de unos 3 cm posiblemente relacionado con la falla en los apoyos (ver figura 5).</p> <p>Es probable que el daño en estos elementos sea producto de una mala conceptualización de diseño en los apoyos ya este sistema semeja más a una condición de apoyo tipo empotramiento cuando es probable que estos fueran diseñados como articulaciones por lo que se da una concentración de esfuerzos a compresión en la parte frontal del apoyo causando la falla del concreto.</p> <p>La superestructura 2 cuenta con un apoyo adicional sobre los largueros en donde no fue posible evaluar la condición de apoyo en los elementos (ver figura 17).</p>	3	5	<p>Es muy posible que, dada su antigüedad, daños observados en los apoyos, pedestales y pilas, costos de rehabilitación y obsolescencia funcional evidente del puente, sea apropiado desde el punto de vista de gestión de los activos cambiar esta estructura por una nueva que además permita la construcción de 2 carriles. Se recomienda realizar un análisis de soluciones entre reponer el puente contra la rehabilitación u otras opciones que la Administración considere como una solución.</p> <p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> Cambiar el sistema de apoyos buscando también readecuar aspectos relativos a los pedestales y pilas como proveer la suficiente longitud de asiento y una verificación de la capacidad de la subestructura.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 21/47	VERSIÓN 03

5.2. Bastiones	<p>El bastión 1 está casi en su totalidad bajo el nivel del terreno protegido al frente por un muro de contención (ver figura 19). Para el bastión 2 no se observan daños en su parte visualmente expuesta.</p>	0	1	<p><u>En caso de construcción de una nueva estructura:</u> evaluar la posibilidad de su reutilización previo a la propuesta de un nuevo proyecto.</p>
5.3. Aletones	<p>No se observaron aletones. De la figura 7 se puede inferir que es probable que los bastiones no cuenten con aletones.</p>	NI	NI	Ninguna
5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	<p>Las pilas de concreto presentaban desprendimientos del recubrimiento, acero de refuerzo expuesto y corroído, agrietamiento en los pedestales y nidos de piedra (figura 15, 16 y 18).</p> <p>Hay alguna redundancia para las pilas de concreto mediante el uso de una pila adicional tipo marco de acero (ver figura 17 y 18) por lo que utiliza un valor de RE = 3 en lugar de 4. Este marco de acero presentaba elementos con un área de acero transversal pequeña y con presencia de corrosión generalizada, acentuada en el pie de la columna del marco.</p> <p>Es importante acotar que sobre la pila de acero están apoyados los largueros y no la estructura de la cercha principal lo que cambia el flujo de esfuerzos del sistema.</p>	2	4	<p>Es muy posible que, dada su antigüedad, daños observados en los apoyos, pedestales y pilas, costos de rehabilitación y obsolescencia funcional evidente del puente, sea apropiado desde el punto de vista de gestión de los activos cambiar esta estructura por una nueva que además permita la construcción de 2 carriles. Se recomienda realizar un análisis de soluciones entre reponer el puente contra la rehabilitación u otras opciones que la Administración considere como una solución.</p> <p><u>En caso de rehabilitación del puente:</u> Reconstruir las pilas brindando pedestales adecuados para los apoyos y eliminando las pilas de acero sobre las que apoyan los largueros.</p>
5.5. Cimentaciones (pilas y bastiones)	<p>No se tuvo acceso visual a las cimentaciones de los bastiones.</p>	NI	NI	Ninguna

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 22/47 VERSIÓN 03

Tabla No. 6. Estado de conservación de elementos de protección sísmica e hidráulica
(Clasificación de estructura: **E, ASL1**)

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
6.1. Longitud de asiento en bastiones y pilas	La longitud de asiento se puede considerar inexistente para la estructura 2 ya que inclusive parte de las placas de los apoyos se encuentran sin soporte (figuras 15 y 16) por lo que no se cumple con lo estipulado por la AASHTO LRFD (2014), la FHWA (2006) y los Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes (2013)	3	3	Ver recomendaciones 5.1 Apoyos y 5.3 Pilas.
6.2. Dispositivos para prevención de colapso	En las pilas no se contaba con dispositivos de prevención de colapso para la superestructura 2 lo que sumado a la nula longitud de asiento en los apoyos hace que la condición sea de alta vulnerabilidad en caso de sismo.	3	3	Ver recomendaciones 5.1 Apoyos y 5.3 Pilas.
6.3. Protección de taludes de relleno	Los taludes no se encuentran protegidos. El talud del relleno de aproximación en el acceso 2 presenta erosión leve debida principalmente a la ausencia de una protección adecuada (figura 7). La ausencia de estas protecciones podría aumentar el riesgo de socavación del talud	1	1	Ver recomendaciones 3.5 Rellenos de aproximación
6.4. Protección de taludes frente al bastión	Para el bastión en el acceso 2 no se observó ninguna protección. En esa zona tampoco es evidente la necesidad de la misma. El bastión en el acceso 1 contaba con un muro con presencia de nidos de piedra (ver figura 19)	1	1	<u>En caso de rehabilitación del puente:</u> Evaluar la necesidad de construcción de una protección adecuada de los bastiones. Esta construcción debe efectuarse preferiblemente previo a una rehabilitación de la superestructura 2 y las pilas.

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 22 de 47
----------------------------	---------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016		Página 23/47 VERSIÓN 03

6.5. Protección de socavación en pilas	No se observó ninguna protección en las pilas o estaban cubiertas por la vegetación o el terreno. En la margen izquierda de la quebrada (acceso 2) se observaron algunos escarpes en el terreno a pocos metros de la pila 2 los cuales en caso de extenderse podrían causar daño por pérdida de estabilidad del cimiento de la pila (ver figura 20).	2	2	En caso de rehabilitación del <u>punte</u> : Evaluar la necesidad de construcción de una protección adecuada de las pilas. Esta construcción debe efectuarse preferiblemente previo a una rehabilitación de la superestructura 2 y las pilas.
6.6. Cauce del río	Se observaron algunos escarpes muestra de inestabilidad del terreno en el área entorno a la quebrada.	NA	NA	Ver recomendaciones en 6.4 Protección de taludes frente al bastión y 6.5. Protección de socavación en pilas.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 24/47	VERSIÓN 03



Figura 1. Daños en la barrera vehicular de concreto con acero expuesto y los rieles en la cercha



Figura 2. Ausencia de guardavías y marcadores de objeto en la aproximación del puente

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 24 de 47
----------------------------	---------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 25/47	VERSIÓN 03

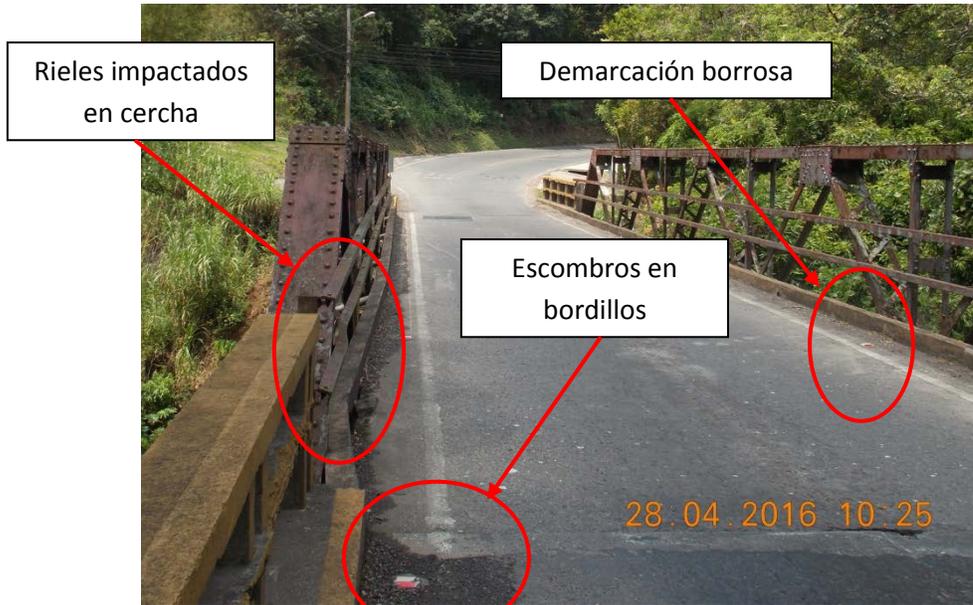


Figura 3. Ausencia de acera, demarcación borrosa, escombros, ausencia de suficientes marcadores de objeto



Figura 4. Placa en tablero (solo un perno de fijación) y escombros

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 26/47	VERSIÓN 03



Figura 5. Desnivel entre la superestructura 1 y la 2. Agujero y acero expuesto en junta entre suerestructura 2 y 3.



Figura 6. Bordillo desplazado y agujeros de drenaje obstruidos con escombros

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 27/47	VERSIÓN 03



Figura 7. Escarpe en relleno de aproximación en acceso 2



Figura 8. Manejo de agua acceso 1, aguas arriba

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 28/47	VERSIÓN 03



Figura 9. Agujero y agrietamiento en dos direcciones en tablero



Figura 10. Desprendimientos y agujeros en los tableros de la superestructura 3 y 1

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 29/47	VERSIÓN 03



Figura 11. Daños en la cercha principal



Figura 12. Corrosión en vigas de piso

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 30/47	VERSIÓN 03



Figura 13. Largueros con alas corroídas y agujero en tablero. Desprendimientos y acero expuesto (inclusive cortado) en losa del tablero



Figura 14. Arriostre suelto en tramo central superestructura 2

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 31/47	VERSIÓN 03



Figura 15. Acero expuesto, desprendimiento y agrietamiento en pedestal de apoyo en la superestructura 2 en la margen izquierda del río (costado oeste y este)



Figura 16. Movimiento vertical, desprendimiento de concreto y pérdida de soporte del apoyo en superestructura 2 en la margen derecha del río (costado este)

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 31 de 47
----------------------------	---------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 32/47	VERSIÓN 03



Figura 17. Soporte adicional en largueros del puente



Figura 18. Nidos de piedra en pila de concreto y corrosión en el pie de la pila de acero

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 33/47	VERSIÓN 03



Figura 19. Muro de protección de bastión presenta juntas constructivas evidentes y nidos de piedra



Figura 20. Erosión en el margen izquierdo de la quebrada

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 34/47	VERSIÓN 03

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente sobre la quebrada Honda ubicado en la Ruta Nacional No. 239 (carretera entre Ciudad Colon y Santiago de Puriscal). Las Tablas No. 2 a No. 6 resumen la condición de deterioro del puente y proveen algunas recomendaciones generales.

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

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
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

La calificación anterior se brinda por lo siguiente:

- a. Condición Alarmante: Los apoyos en la superestructura 2 presentaban daños graves, con agrietamiento y desprendimiento del concreto directamente bajo el apoyo, situación que podría afectar la estabilidad de la estructura. Como resultado de los desprendimientos, los apoyos estaban parcialmente sin soporte completo en su base. Además, se midió un desplazamiento vertical de 3 cm entre la superestructura 2 y la superestructura 1 posiblemente relacionado con la falla en los apoyos.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 35/47	VERSIÓN 03

Además, se observó lo siguiente:

- b. Condición Seria: El tablero de concreto sobre la superestructura 2 presentaba agrietamiento generalizado en dos direcciones en la cara superior con grietas mayores a 1 mm de espesor. Mayores grados de daño fueron observados en la losa en la zona cercana a la junta con la superestructura 3; allí se colocó una placa metálica que cubre un agujero en la losa. Esta placa fue fijada mediante varios pernos de los cuales solo subsiste uno al momento de la inspección. El agrietamiento de la cara inferior de la losa se orienta según la ubicación del acero de refuerzo. Las manchas de colores negro, verde y rojo en el concreto de la losa son claros indicadores de la permeabilidad alta del concreto y de corrosión a lo interno de la estructura.
- c. Condición Seria: La armadura presentaba algunos golpes seguramente producto del impacto vehicular. Además se observó pandeo local en la cuerda superior de la cercha del lado aguas arriba. Este pandeo podría estar asociado al daño en el pedestal de apoyo del puente.
- d. Condición Seria: Las pilas de concreto presentaban desprendimientos, acero de refuerzo expuesto corroído, y agrietamiento en los pedestales.
- e. La superestructura 1 y 3 contaba con una barrera de contención de concreto que presentaba agrietamiento, desprendimientos y acero de refuerzo expuesto. En la superestructura 2 se observaron largueros de acero apoyados directamente sobre la estructura portante del puente que se utilizan como barrera de contención.
- f. No se observa sistema de contención en los accesos. Ambos accesos del presentan alineamiento del camino con curvas pronunciadas por lo que la colocación de guardavías sería de utilidad para reducir el riesgo de caída vehicular al cauce.
- g. No cuenta con aceras. Se observan algunas viviendas a margen derecha de la quebrada pero no se observaron peatones durante la inspección.

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 35 de 47
----------------------------	---------------------------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 36/47	VERSIÓN 03

- h. No se observó rótulo de identificación del puente.
- i. La estructura contaba con una demarcación horizontal borrosa y con pocos captaluces. No hay marcador de objeto. La pintura en las barreras de los accesos estaba en condición regular. Se observaron residuos varios en el tablero. La estructura presentaba un solo carril, se encuentra en curva en una zona con un TPD de 4710 (año 2008) por lo que la demarcación es vital para reducir el riesgo de accidentes.
- j. Tablero mostraba agrietamiento severo y un agujero cubierto con una platina fijada en el momento de la inspección por un solo perno lo que crea una irregularidad en la superficie de ruedo que afecta a los usuarios y la estructura. Entre la superestructura 1 y 2 se encontró un desnivel de unos 3 cm y entre la superestructura 2 y 3 una abertura de más de 5 cm en la junta de expansión.
- k. Los escombros en la vía encontrados el día de la inspección podrían generar condiciones riesgosas para el tránsito vehicular.
- l. El bordillo se encontró parcialmente destruido al costado izquierdo en el acceso 1 para la superestructura 2 y los drenajes estaban obstruidos.
- m. No se observó un sistema adecuado de relleno en las juntas de expansión entre la superestructura 2 con la superestructura 1 y 3 que además presentaban desprendimientos en la losa y desniveles.
- n. En el relleno de aproximación del acceso 2 se observó un escarpe y erosión producto posiblemente de una falta de protección del talud y de una conformación inadecuada del relleno. La ausencia de protecciones podría aumentar el riesgo de inestabilidad del talud de relleno.
- o. Se observó corrosión acentuada en los extremos expuestos a la intemperie de la viga de piso en la armadura.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 37/47	VERSIÓN 03

- p. Se observó corrosión con pérdida de sección en los largueros del puente, la condición con mayor severidad se observa en el ala superior del larguero ubicado en el entorno del agujero en la losa.
- q. Una de las barras diagonales de arriostre se encontraba desprendida en su unión el tramo central de la superestructura 2.
- r. La longitud de asiento en la superestructura 2 se puede considerar inexistente ya que inclusive parte de las placas de los apoyos se encuentran sin soporte por lo que no se cumple con lo estipulado por la AASHTO LRFD (2014), la FHWA (2006) y los Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes (2013)
- s. En las pilas no se contaba con dispositivos de prevención de colapso para la superestructura 2 lo que sumado a la nula longitud de asiento en los apoyos hace que la condición sea de alta vulnerabilidad en caso de sismo.
- t. No se observó ninguna protección en las pilas o estaban cubiertas por la vegetación o el terreno. En la margen izquierda de la quebrada (acceso 2) se observaron algunos escarpes en el terreno a pocos metros de la pila 2 los cuales en caso de extenderse podrían causar daño por pérdida de estabilidad del cimiento de la pila.

Por lo tanto, con el propósito de resolver los problemas observados se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. En tanto la administración decide el tipo de intervención requerida para la estructura:
 - a. Se recomienda realizar inspecciones frecuentes al puente con el fin de evaluar la progresión de los daños y la necesidad de restringir su uso.
 - b. Evaluar si es necesario, como una medida preventiva, restringir el uso de la estructura en términos de su carga máxima permitida.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 38/47	VERSIÓN 03

2. Aspectos generales en caso de construcción de una nueva estructura:

- a. Construcción de una estructura cuyas características geométricas fuesen determinadas luego de realizar estudios preliminares sobre la cantidad y tipo de tránsito, hidrología, geotecnia y otros que se encuentren necesarios.
- b. Se recomienda utilizar la norma de diseño estructural AASHTO LRFD más reciente, seguir los criterios de los *Lineamientos para el diseño sismorresistente de puentes* del 2013 para estimar las cargas sísmicas, y evaluar la necesidad de la construcción de una acera en el puente y accesos cumpliendo con los requisitos de la Ley 7600.
- c. Evaluar la posible reubicación de la cercha del puente actual en algún sitio donde este tipo de estructura puede ser aún útil.

3. En caso de rehabilitación del puente:

- a. Colocar estructuras de contención vehicular nuevas en la superestructura 1 y 3 o reparar existente previo análisis que demuestre que son adecuadas. Para la superestructura 2, colocar una nueva barrera anclada a la losa que proteja además a la cercha de un posible impacto vehicular. Se debe evaluar la idoneidad de la losa del tablero existente como anclaje así como el efecto de la sobrecarga sobre la estructural
- b. Dado los daños graves y generalizados observados en el tablero de la superestructura 2 es muy probable que la opción más económica sea la sustitución de la losa en ese tramo sustentado en un análisis económico y estructural del puente. Para las superestructuras 1 y 3 los desprendimientos se deben reparar luego de verificar si la capacidad actual de las mismas es adecuada para las cargas actuales de tránsito.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 39/47	VERSIÓN 03

- c. Para los elementos estructurales en la armadura de la superestructura 2 se recomienda el cambio de los elementos dañados y refuerzo de la estructura buscando cumplir con los requerimientos mínimos de la normativa actual correspondiente. Además se debe dar tratamiento adecuado de mantenimiento a la superficie de acero para evitar problemas de corrosión.
 - d. Para el arriostramiento mediante barras en la cercha se debe evaluar efectividad de estas barras en el sistema estructural rehabilitado y si su función es necesaria. Si los elementos son reutilizables y necesarios realizar la reparación.
 - e. Cambiar el sistema de apoyos buscando también readecuar aspectos relativos a los pedestales y pilas como proveer la suficiente longitud de asiento y una verificación de la capacidad de la subestructura. Reconstruir las pilas brindando pedestales adecuados para los apoyos y eliminando las pilas de acero sobre las que apoyan los largueros.
 - f. Colocar un sistema adecuado de juntas de expansión posterior a la corrección de las deficiencias mencionadas en los apoyos.
 - g. Evaluar la necesidad de construcción de una protección adecuada de las pilas. Esta construcción debe efectuarse preferiblemente previo a una rehabilitación de la superestructura 2 y las pilas
4. Restaurar la demarcación horizontal de acuerdo con las especificaciones brindadas en la Sección 634 del CR2010. Colocar captaluces a lo largo de la línea de centro del puente y colocar marcadores de objeto en los extremos de la barrera del puente y delineadores verticales en los dos accesos. Incluir dentro de un programa periódico el mantenimiento de los elementos de seguridad vial del puente.
 5. Procurar prolongar las cunetas que conducen las aguas a la quebrada buscando realizar esta conducción lo más alejado de la subestructura del puente posible.

Informe LM-PI-UP-PN14-2016	Fecha de emisión: Junio de 2016	Página 39 de 47
----------------------------	---------------------------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 40/47	VERSIÓN 03

6. Incluir dentro de un programa periódico el mantenimiento y limpieza de los drenes en el tablero del puente y la superficie de ruedo.
7. Colocar guardavías en los accesos revisando las longitudes, ángulos de esviaje y demás detalles como los anclajes, terminales y transiciones de guardavías de acuerdo con el Manual SCV (Valverde, 2011) y las recomendaciones del fabricante.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 41/47	VERSIÓN 03

7. REFERENCIAS

1. AASHTO (2014). *LRFD Bridge Design Specifications. Seventh Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. CFIA (2013). *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
3. 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.
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.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 42/47	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 43/47	VERSIÓN 03

ANEXO A

Criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE INSPECCIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 44/47	VERSIÓN 03

Página intencionalmente dejada en blanco

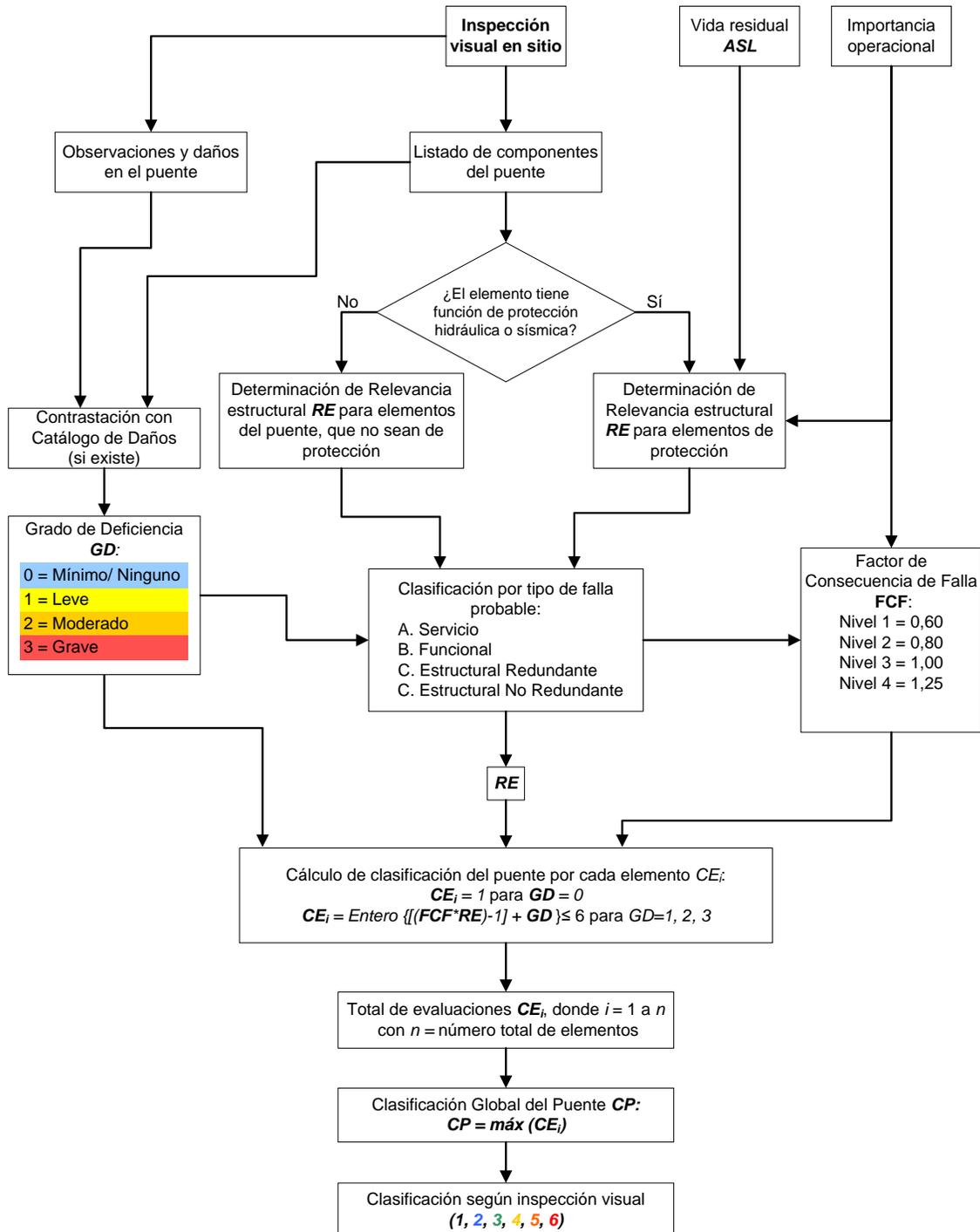


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 46/47	VERSIÓN 03

Tabla A-1. Descripción de los niveles de calificación cualitativa de la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
1	SATISFACTORIA	Estado bueno. Sin daño o daños son leves. La estabilidad estructural, seguridad vial y durabilidad están asegurados	Mantenimiento rutinario (Se asume que está programado para todos los puentes de la Red Vial Nacional)
2	REGULAR	Deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad o progresión del daño. Deficiencias en aspectos de seguridad vial	Reparaciones se programan en conjunto con el siguiente mantenimiento rutinario del puente
3	DEFICIENTE	Deficiencia importante pero los componentes del puente funcionan aún de forma adecuada. Daño o defecto en seguridad vial peligroso	Es necesario programar la reparación previo al próximo mantenimiento rutinario
4	SERIA	Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios	<u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa
5	ALARMANTE	Situación crítica. La estabilidad del puente puede estar comprometida en un periodo de tiempo corto gracias a la progresión del daño. Procurar reparación o tratamiento inmediato para asegurar estabilidad y evitar daños irreversibles en los elementos	<u>Atención prioritaria.</u> Se debe señalar la condición estructural peligrosa del puente y los trabajos de reparación son prioritarios. Evaluar la capacidad estructural residual del puente para juzgar si es necesario restringir la carga permitida
6	RIESGO INACEPTABLE o FALLA INMINENTE	Condición de deterioro inaceptable en puentes de importancia muy alta o situación de puente inestable con riesgo alto de colapso de la estructura. Daño severo en un elemento crítico o daños severos extendidos sobre varios elementos principales. Daño irreversible que posiblemente requiera el cambio del puente o la sustitución de elementos dañados	<u>Atención inmediata.</u> Cerrar el puente o restringir el paso de vehículos pesados (según criterio de la Administración). Evaluar necesidad de colocación de soportes temporales o un puente temporal. Estudio estructural del puente y propuesta de reparación o cambio del puente

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE INSPECCIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PI-UP-PN14-2016	Página 47/47
		VERSIÓN 03

CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SEGÚN LA EVALUACIÓN VISUAL

Nombre del puente y Ruta	Q. Honda	Importancia Operacional (LDSP 2013)	Esencial
Fecha Evaluación	28/04/2016	TPD (veh/día)	4710
Año de construcción o diseño	1953	Vida de diseño según código (años)	50

ELEMENTO	RE	GD	DESCRIPCIÓN DE DAÑOS O	TIPO DE	FCF	CE _i	
			REFERENCIA A TABLA DE INFORME	FALLA			
SEGURIDAD VIAL	Barrera vehicular (puente)	2	2		B	0,8	3
	Barrera vehicular (accesos)	1	3		A	0,6	3
	Aceras	2	1		B	0,8	2
	Señalización Vial	1	2		A	0,6	2
	Rotulación Carga/Altura Máxima	1	No Aplica		A	0,6	
	Iluminación	1	1		A	0,6	1
ACCESORIOS	Superficie de rodamiento (puente)	1	3		A	0,6	3
	Sistema de drenaje del puente	1	2		A	0,6	2
	Juntas de expansión	1	3		A	0,6	3
ACCESOS	Superficie de rodamiento (acceso)	1	0		A	0,6	1
	Relleno de aproximación	2	1		B	0,8	2
	Losa de aproximación	2	No Aplica		B	0,8	
	Muros de contención en accesos	2	No Aplica		B	0,8	
SUPERES-TRUCTURA TIPO ARMADURA	Tablero	3	3		C	0,8	4
	Armaduras de acero	4	1		D	1	4
SUBESTRUCTURA	Sistema de arriostamiento	2	1		B	0,8	2
	Vigas transversales y largueros de piso	3	2		C	0,8	3
	Apoyos	3	3		D	1	5
	Aletones	2	No Aplica		B	0,8	
	Bastiones: Viga cabezal	3	0		C	0,8	1
	Bastiones: Cuerpo	3	0		C	0,8	1
	Bastiones: Cimentación	3	No Insp.		C	0,8	
	Pilas: Viga cabezal	3	No Aplica		C	0,8	
	Pilas: Cuerpo tipo columna	4	No Aplica		ELEGIR		
	Pilas: Cuerpo tipo marco	3	2		D	1	4
	Pilas: Cuerpo tipo muro o marco con pilas	3	No Aplica		ELEGIR		
	Pila: Cimentación	4	No Insp.		ELEGIR		
	Torres (puente colgante o atirantado)	4	No Aplica		D	1	
	Bloques de anclaje (puente colgante o atirantado)	4	No Aplica		D	1	
	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA	Longitud de asiento (pedestales)	1	3		C	1
Llaves de corte		1	3		C	1	3
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Cadenas/ anclajes/ postensión externa	1	No Aplica		C	1	
	Dispositivos especiales	1	No Aplica		C	1	
	Protección de taludes de rellenos	1	1		C	1	1
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	Escollera de protección	1	1		C	1	1
	Protección de socavación en pilas	1	2		C	1	2
CP =						5	Condición Alarmante

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