

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 1/45	VERSIÓN 04

Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P17-2017

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CIMARRONES RUTA NACIONAL No. 32

Preparado por:
Unidad de Puentes
LanammeUCR



San José, Costa Rica
Setiembre, 2017

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 2/45	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 3/45

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PIE-UP-P17-2017		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CIMARRONES RUTA NACIONAL No.32		4. Fecha del Informe Setiembre, 2017	
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
6. Notas complementarias Ninguna			
7. Resumen <i>Este informe de evaluación de la condición del puente sobre el río Cimarrones, en la Ruta Nacional No. 32, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - LanammeUCR, para evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. Según lo observado en el sitio la condición del puente se valoró como SERIA. 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. 32, río Cimarrones, Evaluación de condición.		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 45
11. Inspección e informe por: Ing. Silvia Vargas Barrantes Unidad de Puentes	12. Inspección y revisión por: Ing. Luis Guillermo Vargas Alas Unidad de Puentes	13. Revisado y aprobado por: Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador a.i. Unidad de Puentes	
14. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR	15. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador Programa de Ingeniería Estructural		

 <p>LanammeUCR</p>	<p>Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR</p> <p>INFORME DE EVALUACIÓN</p>	<p>Código: RC-444</p>	
	<p>CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017</p>	<p>Página 4/45</p>	<p>VERSIÓN 04</p>

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017		Página 5/45

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	7
3. ALCANCE DEL INFORME.....	8
4. DESCRIPCIÓN.....	9
5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE.....	14
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
7. REFERENCIAS.....	38
ANEXO A CRITERIOS PARA CLASIFICAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PUENTE.....	39

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 6/45	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 7/45	VERSIÓN 04

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de evaluación del puente sobre el río Cimarrones, en la Ruta Nacional No.32, es un producto del programa de inspecciones de la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural - LanammeUCR, que tiene como objetivo evaluar la condición estructural y funcional de puentes ubicados a lo largo de la Red Vial Nacional a partir de su inspección, en el marco de las competencias asignadas mediante el artículo 6 de la ley 8114. La inspección del puente se realizó el día 25 de abril de 2017, se habían realizado dos inspecciones previamente en febrero de 2016 y marzo de 2015.

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 inspección visual de todos los componentes estructurales y no estructurales para evaluar su condición estructural.
- c) Inspeccionar y evaluar la seguridad vial del puente para reducir el riesgo de accidentes de tránsito y disminuir su severidad.
- d) Proporcionar recomendaciones generales para mantenimiento y/o reparación.
- e) Brindar una calificación de la condición del puente basado en la evaluación de la condición de sus componentes

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 8/45	VERSIÓN 04

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición estructural y funcional del puente se limita a presentar recomendaciones generales para mejoras, mantenimiento y reparación del puente así como de estructuras o elementos conexos a éste con base en observaciones realizadas en el sitio durante la inspección de la estructura y los elementos de seguridad vial.

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

Se entiende por evaluación la determinación de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la inspección. Como resultado de la evaluación se le asigna una calificación al puente de acuerdo con una metodología desarrollada por la Unidad de Puentes, en el informe LM-PI-UP-05-2015. En el Anexo A se puede consultar un diagrama de flujo que resume los criterios, la metodología utilizada y una tabla donde se explica el significado de cada condición.

Las dimensiones de los elementos del puente se obtienen de los planos de diseño, si es que esta información está disponible. Estas dimensiones se verifican mediante mediciones realizadas en sitio de varios elementos clave del puente. Las dimensiones obtenidas de los planos se pueden utilizar para completar formularios de inventario del puente si se considera necesario, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico y/o visual a algunos componentes del puente.

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

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 9/45
		VERSIÓN 04

4. DESCRIPCIÓN

El puente evaluado se ubica en la Ruta Nacional No. 32, en la sección de control 70090 y cruza el río Cimarrones. Desde el punto de vista administrativo, se ubica en el distrito Pacuarito, del cantón Siquirres, en la provincia de Limón. Sus coordenadas, en el sistema geográfico de ubicación, corresponden con: 10°05'50"N de latitud y 83°25'38"O de longitud. La figura A muestra la ubicación geográfica del puente.



Figura A. Ubicación geográfica del puente.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 10/45	VERSIÓN 04

La ruta clasifica como primaria y tiene un tránsito promedio diario de 8135 vehículos por día en la sección de control donde se ubica el puente, según el Anuario de Tránsito 2015, publicado por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT. Se debe indicar que el porcentaje de vehículos pesados es de 37%, de los cuales el 22% corresponde a camiones de 5 ejes.

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

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

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 11/45	VERSIÓN 04

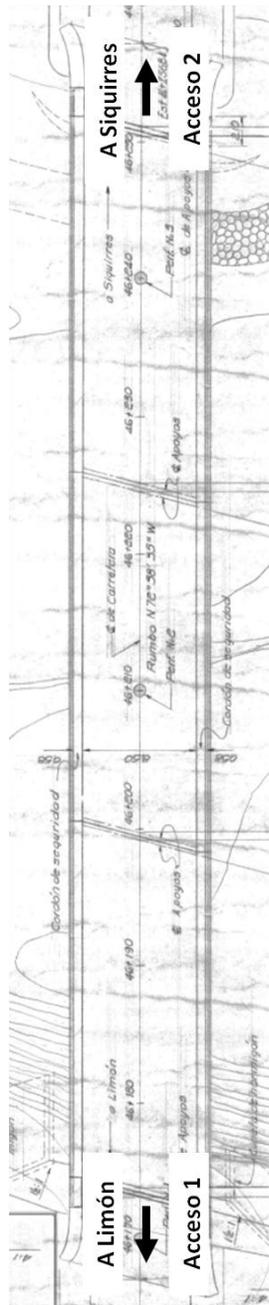


Figura B. Vista a lo largo de la línea de centro

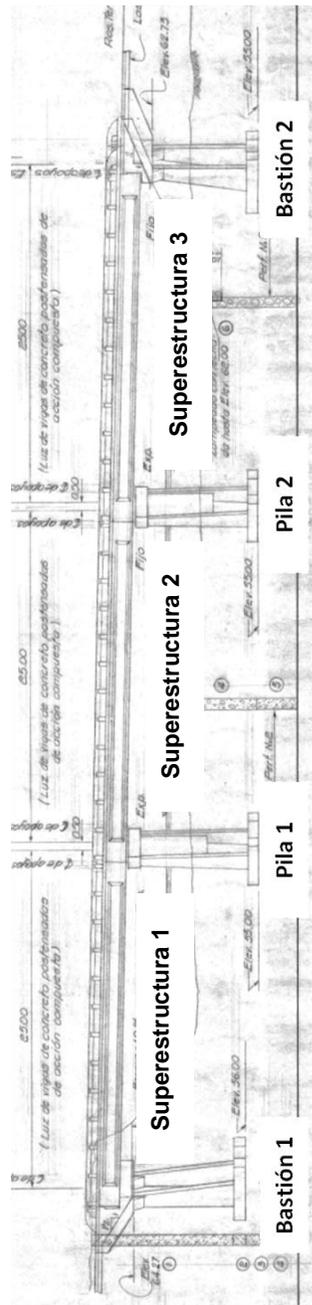


Figura C. Vista lateral

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 12/45



(a) Vista en planta



(b) Elevación

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 13/45	VERSIÓN 04

Tabla No. 1. Características básicas del puente.

Geometría	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	77.36
	Ancho total (m)	10.3
	Ancho de calzada (m)	8.5
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Sesgada
	Número de carriles	2
Superestructura	Número de superestructuras	3
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Superestructuras 1,2 y 3: tipo viga simple con vigas principales tipo I de concreto preesforzado
	Tipo de tablero	Losas de concreto reforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: apoyo fijo Bastión 2: apoyo fijo
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: apoyo inicial expansivo, apoyo final expansivo Pila 2: apoyo inicial fijo, apoyo final expansivo
Subestructura	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2, tipo marco de concreto reforzado
	Tipo de pilas	Pilas 1 y 2, tipo marco con muro pantalla de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Tipo placa (según planos)
Diseño y construcción	Año de diseño	1968
	Año de construcción	1974
	Especificación de diseño original	A.A.S.H.O 1965
	Carga viva de diseño original	HS 20-44
	Año de reforzamiento/rehabilitación	No aplica
	Especificación utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No aplica
	Carga viva de diseño utilizada para el reforzamiento/ rehabilitación	No aplica

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 14/45	VERSIÓN 04

5. ESTADO DE CONSERVACION Y SEGURIDAD VIAL DEL PUENTE

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

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

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 15/45
		VERSIÓN 04

Tabla No. 2. Estado de la seguridad vial.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
2.1. Sistema de contención vehicular del puente	<p>No se observaron daños en el sistema de contención vehicular del puente.</p> <p>Sin embargo, la barrera vehicular podría no cumplir con los niveles de contención de la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014), debido a que fue diseñada con una normativa anterior que no los consideraba.</p> <p>Un sistema de contención no acorde con las condiciones actuales de tránsito de la ruta, aumenta el riesgo de que ante el impacto de un vehículo la barrera no se desempeñe adecuadamente.</p>	1	2	<p>Evaluar si la barrera vehicular tiene capacidad para resistir las fuerzas de diseño para el nivel de contención TL-4, según los requerimientos de la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014). Si no tiene capacidad, reforzar la barrera existente o sustituirla por un sistema con capacidad demostrada para un nivel de contención TL-4 como mínimo, como parte de un programa de rehabilitación del puente según se requiera.</p>
2.2. Sistema de contención vehicular de los accesos	<p>El puente contaba con sistemas de contención vehicular en los accesos. Sin embargo, en el acceso 2 solamente una de las márgenes contaba con guardavías, que además no tenía una terminal adecuada ni extensión suficiente (ver Figura 1). En el acceso 1, los dos guardavías también presentan extensión y detalles inadecuados y no están anclados a la barrera vehicular (ver Figura 2).</p> <p>En ambos accesos se observaron elementos verticales de concreto que eran parte del sistema de contención original (ver Figura 1), y que representaban un obstáculo adicional en las márgenes para los vehículos que circulan la vía.</p>	3	3	<p>Corregir las deficiencias observadas en el sistema de contención vehicular de ambos accesos siguiendo las recomendaciones del fabricante y tomando como referencia las especificaciones del <i>Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras</i> (Valverde, 2011).</p> <p>Eliminar los elementos verticales de concreto que se ubican en los accesos.</p>

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 16/45	VERSIÓN 04

2.3. Aceras y sus accesos	<p>El puente contaba con bordillos de seguridad de 0,6 m de ancho, que es inferior al ancho mínimo de 1,2 m establecido por la Ley 7600 para el tránsito seguro de personas con discapacidad. Tampoco existían rampas de acceso.</p> <p>Al momento de la inspección se observó tránsito peatonal en el puente.</p>	1	2	<p>Evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito peatonal que cumpla con los requerimientos de la Ley 7600, acorde con el tránsito peatonal de la zona.</p>
2.4. Rótulos de carga/ altura máxima e Identificación	<p>Se encontraron rótulos de identificación en ambos accesos al puente.</p> <p>No se observaron rótulos de carga máxima. No se requieren rótulos de altura máxima.</p>	NA	NA	<p>Considerar la posibilidad de incluir en los rótulos de identificación el número de ruta nacional.</p>
2.5. Señalización <ul style="list-style-type: none"> • Captaluces • Demarcación horizontal • Delineadores verticales • Marcadores de objeto 	<p>Se encontró que algunos captaluces en la línea de centro se han desprendido.</p> <p>La demarcación horizontal se encontró en estado regular según la <i>Guía para evaluación de la seguridad vial en puentes</i> (Zamora et al, 2012) (ver Figura 3).</p>	1	1	<p>Establecer un programa de mantenimiento rutinario del puente donde se incluya reponer los captaluces faltantes. y el mantenimiento de la señalización horizontal.</p>
2.6. Iluminación	<p>El puente no tenía iluminación.</p>	2	2	<p>Se considera que no es evidente la necesidad de iluminación siempre y cuando se mejore la condición indicada en 2.5. <i>Señalización</i>.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017		Página 17/45

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>La superficie de rodamiento es la superficie superior de la losa de concreto del puente.</p> <p>Ver observaciones en 4.1. Tablero.</p>	NA	NA	Ver recomendaciones en 4.1. Tablero.
3.2. Bordillos y sistema de drenaje del puente	<p>La extensión de los ductos de salida del sistema de drenaje de la superestructura es insuficiente según los requerimientos de la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014, la cual debe ser de 100 mm por debajo de la superficie inferior de las vigas (ver Figura 4). Esto aumenta el riesgo de que el agua de escorrentía descargue sobre las vigas principales.</p>	1	1	<p>En una futura intervención del puente se recomienda proveer a la estructura de ductos de salida de drenaje con tubos de extensión que cumplan la longitud requerida en la sección 2.6.6.4 de AASHTO LRFD 2014.</p>
3.3. Juntas de expansión	<p>Se observó desprendimiento del sello en múltiples secciones de las juntas de expansión (ver Figura 5).</p> <p>Se observaron manchas de humedad en más de un 50% del área de las vigas cabezales de los bastiones y las pilas (ver Figura 6), producto del ingreso de agua a través de las juntas de expansión. Esta situación puede comprometer la durabilidad de pilas, bastiones y apoyos.</p>	1	1	<p>Reponer el sello de las juntas de expansión que se ha perdido, por otro de desempeño igual o superior acorde con los requerimientos de diseño y condiciones ambientales del puente.</p>
3.4. Superficie de rodamiento de los accesos	<p>No se observaron daños en la superficie de rodamiento de los accesos.</p>	0	1	No hay recomendaciones.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 18/45	VERSIÓN 04

3.5. Rellenos de aproximación y taludes de accesos	<p>Bajo la losa de aproximación del acceso 2 existe una aparente vivienda precaria (ver Figura 7) que compromete la estabilidad del relleno de aproximación pues la losa de aproximación es diseñada para trabajar como un elemento que se encuentra apoyado completamente sobre el relleno (que ya no se encuentra allí). Adicionalmente, como se señala en el punto 6.4, el talud frontal del bastión se encuentra erosionado, lo cual agrava la situación.</p> <p>Las personas que habitan dicha vivienda se encuentran en un enorme riesgo.</p>	2	3	<p>Eliminar esta vivienda precaria y tomar las medidas pertinentes para garantizar la estabilidad del relleno de aproximación del acceso 2.</p>
3.6. Muros de retención de los accesos	No existían muros de retención en los accesos.	NA	NA	No hay recomendaciones.
3.7. Losa de aproximación	<p>En el acceso 1 se observó una grieta longitudinal de espesor mayor a 1mm que recorre la totalidad del elemento (ver Figura 8), así como varias grietas menores en el resto de la losa. Las grietas podrían ser producto de un asentamiento diferencial en el relleno de aproximación.</p> <p>Dada la situación que se describió en el punto 3.5, existe una probabilidad de que la losa de aproximación del acceso 2 se encuentre seriamente dañada.</p>	1	2	<p>Determinar las causas del agrietamiento en la losa de aproximación del acceso 1 y a partir de ello establecer las medidas correctivas necesarias.</p> <p>Ver recomendación en 3.5.</p>
3.8. Sistema de drenaje de los accesos	No se encontró un sistema de drenaje funcional en los accesos al puente.	NA	NA	Construir un sistema de drenaje adecuado en los accesos al puente.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 19/45	VERSIÓN 04

3.9. Vibración	La vibración de la estructura es perceptible ante el tránsito de vehículos pesados, pero se considera normal.	NA	NA	No hay recomendaciones.
----------------	---	----	----	-------------------------

Tabla No. 4. Estado de conservación de la superestructura de vigas de concreto.

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
4.1. Tablero (losa de concreto).	<p>En la cara superior de la losa de las 3 superestructuras se observó desgaste superficial del concreto, así como desprendimientos puntuales de diámetro menor a 150mm y profundidad menor a 25mm (ver Figura 9).</p> <p>Además se observaron aberturas importantes en las juntas de construcción (ver Figura 10).</p> <p>Se observaron grietas en dos direcciones de 0,3mm a 1mm de espesor en la cara superior de la losa y de 0,2mm a 0,4mm en la cara inferior (ver Figura 11).</p>	1	3	<p>Realizar una evaluación de la capacidad estructural ante demandas gravitacionales y sísmicas de los elementos del puente para determinar entre otros análisis, la necesidad de sustituir o no la losa.</p> <p>En caso de que se decida no sustituir la losa, se recomienda llevar a cabo una intervención de la misma que tome en cuenta su estado de deterioro.</p>
4.2. Vigas principales de concreto	No se observaron daños en las vigas principales de concreto.	0	1	No hay recomendaciones.
4.3. Vigas Diafragma	No se observaron daños en las vigas diafragma de concreto.	0	1	No hay recomendaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 20/45	VERSIÓN 04

Tabla No. 5. Estado de conservación de la subestructura

ELEMENTOS	OBSERVACIONES	GD	CE	RECOMENDACIONES
5.1. Apoyos en bastiones y pilas	<p>Algunos de los apoyos sobre ambos bastiones presentaban corrosión generalizada severa con pérdida de sección (ver Figura 12) y deformación de las placas de acero y pernos. Se observó además agrietamiento de las almohadillas elastoméricas.</p> <p>Sobre el bastión 2 se encontraron varias tuberías de agua informales, una de las cuales presentaba una fuga descargando agua directamente sobre uno de los apoyos (ver Figura 13), propiciando su corrosión.</p> <p>No se tuvo acceso visual a los apoyos sobre las pilas, sin embargo se observó presencia de vegetación y dado que las juntas de expansión han perdido el sello, es muy probable que estos apoyos presenten deterioro.</p>	2	4	<p>Sustituir los apoyos sobre los bastiones.</p> <p>Eliminar las tuberías de agua informales que se encuentran sobre el bastión 2.</p> <p>Inspeccionar de cerca los apoyos sobre las pilas para determinar su condición y establecer si requieren medidas de intervención.</p>
5.2. Bastiones	No se detectaron daños en el cuerpo principal de los bastiones.	0	1	No hay recomendaciones.
5.3. Aletones	No se detectaron daños en los aletones de los bastiones.	0	1	No hay recomendaciones.
5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	Se observó desgaste del concreto por abrasión en la parte inferior del cuerpo principal de la pila 2, así como desprendimientos de concreto cuya extensión supera los 150 mm tanto en el marco como en el muro pantalla (ver Figura 14 y Figura 15).	1	3	<p>Reparar los desprendimientos de concreto observados en el cuerpo principal inferior de la pila 2 y sellar la grieta encontrada en la pila 1.</p> <p>Valorar la posibilidad de llevar a cabo medidas de intervención preventivas adicionales, que tomen en cuenta...</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 21/45	VERSIÓN 04

5.4. Pilas (viga cabezal, cuerpo)	Se encontró una grieta vertical de retracción en el cuerpo principal de la pila 1 de 0,45 mm de espesor (ver Figura 16).	1	3	... el desgaste por abrasión en el concreto y los desprendimientos observados.
5.5. Cimentaciones (pilas y bastiones)	Al revisar en los planos del puente el perfil de elevaciones del lecho y márgenes del cauce y compararlo con el nivel del terreno observado en sitio, se puede afirmar que ha ocurrido socavación en los elementos de la subestructura (ver Figura 17). Sin embargo, esta socavación no ha alcanzado el nivel de cimentación.	0	1	Monitorear el avance de la socavación y el estado de los elementos de la subestructura para evitar que alcancen una condición peligrosa para la estructura. Ver también las recomendaciones en 6.4.

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	<p>No se midió en sitio la longitud de asiento sobre los bastiones y pilas. Según los planos constructivos la longitud de asiento en pilas y bastiones es de 425 mm.</p> <p>La longitud de asiento requerida para el puente según el artículo 4.7.4.4 de la <i>Especificación de diseño AASHTO LRFD</i> (AASHTO, 2014) es de 462 mm a 467 mm para los distintos elementos de la subestructura.</p> <p>La longitud de asiento actual según planos es menor a las longitudes de asiento mínimas requeridas.</p>	1	2	<p>Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica de la estructura y a partir de él determinar las acciones de reforzamiento sísmico más convenientes.</p> <p>Seguir las recomendaciones del capítulo 8 del Manual de rehabilitación sísmica de FHWA (2006) para la ampliación de la longitud de de asiento en pilas y bastiones.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017		Página 22/45

6.2. Dispositivos para prevención de colapso (llaves de corte, cadenas, anclajes, aislamiento sísmico)	<p>No se observaron dispositivos para prevención de colapso en el puente. Los apoyos de las vigas del puente tienen pernos que los anclan a los bastiones y pilas, los cuales podrían brindar resistencia limitada ante movimientos sísmicos.</p> <p>La ausencia de dispositivos de prevención de colapso podría permitir desplazamientos excesivos en la dirección perpendicular al tránsito durante un evento extremo.</p>	2	3	<p>Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica de la estructura y a partir de él determinar la necesidad de construir llaves de cortante o colocar otro tipo de dispositivos para prevención de colapso en los bastiones y pilas 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 los Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes (CFIA, 2013).</p>
6.3. Protección de taludes de relleno	<p>Los taludes de relleno se encuentran cubiertos por vegetación densa.</p>	0	1	<p>No hay recomendaciones.</p>
6.4. Protección de taludes frente al bastión	<p>Según lo señalado en el punto 5.5, los taludes frente al bastión se encuentran expuestos a la erosión y no existen obras de protección.</p> <p>La protección del bastión 2 que se indica en planos constructivos ya no existe (ver Figura 17). En el bastión 1 no se indicaba protección pero se ve tan erosionado como el bastión 2.</p>	2	3	<p>Realizar estudios hidráulicos e hidrológicos que permitan determinar las acciones más convenientes para solventar la situación observada.</p>
6.5. Protección de socavación en pilas	<p>Según lo señalado en el punto 5.5, las pilas se encuentran expuestas a la socavación y no existen obras de protección.</p>	2	3	<p>Ver recomendación en 6.4.</p>
6.6. Cauce del río	<p>No hay observaciones.</p>	NA	NA	<p>No hay recomendaciones.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 23/45

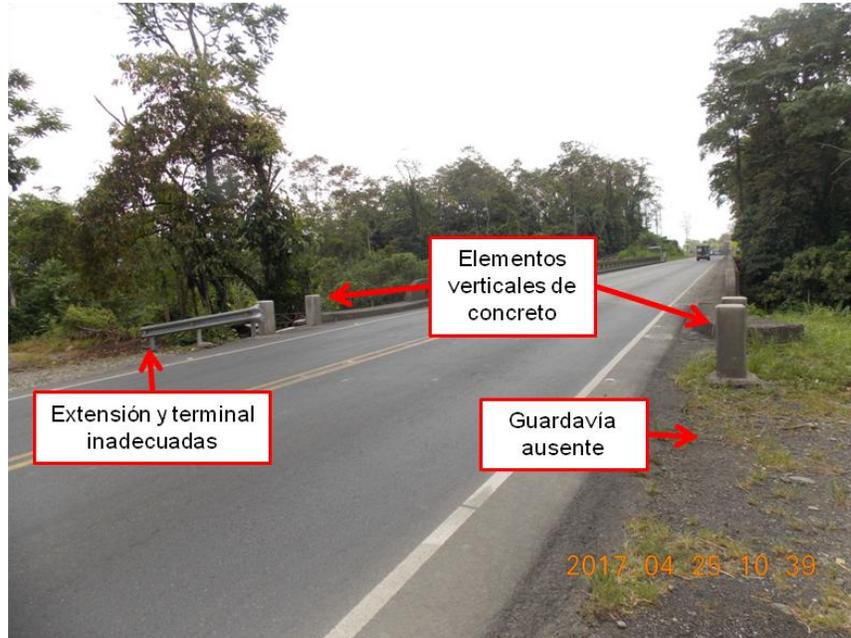


Figura 1. Deficiencias en el sistema de contención vehicular del acceso 2.



Figura 2. Deficiencias en el sistema de contención vehicular del acceso 1.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 24/45	VERSIÓN 04



Figura 3. Estado regular de la demarcación horizontal.



Figura 4. Extensión insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje de la superestructura.

Informe LM-PIE-UP-P17-2017	Setiembre, 2017	Página 24 de 45
----------------------------	-----------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 25/45



Figura 5. Pérdida del sello en múltiples secciones de las juntas de expansión.



Figura 6. Manchas de humedad en pilas y bastiones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 26/45	VERSIÓN 04



Figura 7. Vivienda precaria bajo la losa de aproximación del acceso 2.



Figura 8. Agrietamiento de la losa de aproximación del acceso 1.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017		Página 27/45



Figura 9. Desgaste superficial y desprendimientos en la cara superior de la losa de concreto.



Figura 10. Deterioro de las juntas de construcción de la losa de concreto.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 28/45	VERSIÓN 04



Figura 11. Agrietamiento en la cara inferior de la losa de concreto.



Figura 12. Apoyo con corrosión severa, deformación de la placa de acero y agrietamiento de la almohadilla elastomérica.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 29/45	VERSIÓN 04



Figura 13. Fuga de agua en tubería informal que descarga directamente sobre apoyo en bastión 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 30/45	VERSIÓN 04



Figura 14. Abrasión y desprendimiento de concreto en la parte inferior del marco de la pila 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 31/45	VERSIÓN 04



Figura 15. Abrasión y desprendimientos de concreto en la parte inferior del muro pantalla de la pila 2.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 32/45	VERSIÓN 04



Figura 16. Grieta vertical en cuerpo principal de pila 1.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 33/45
		VERSIÓN 04

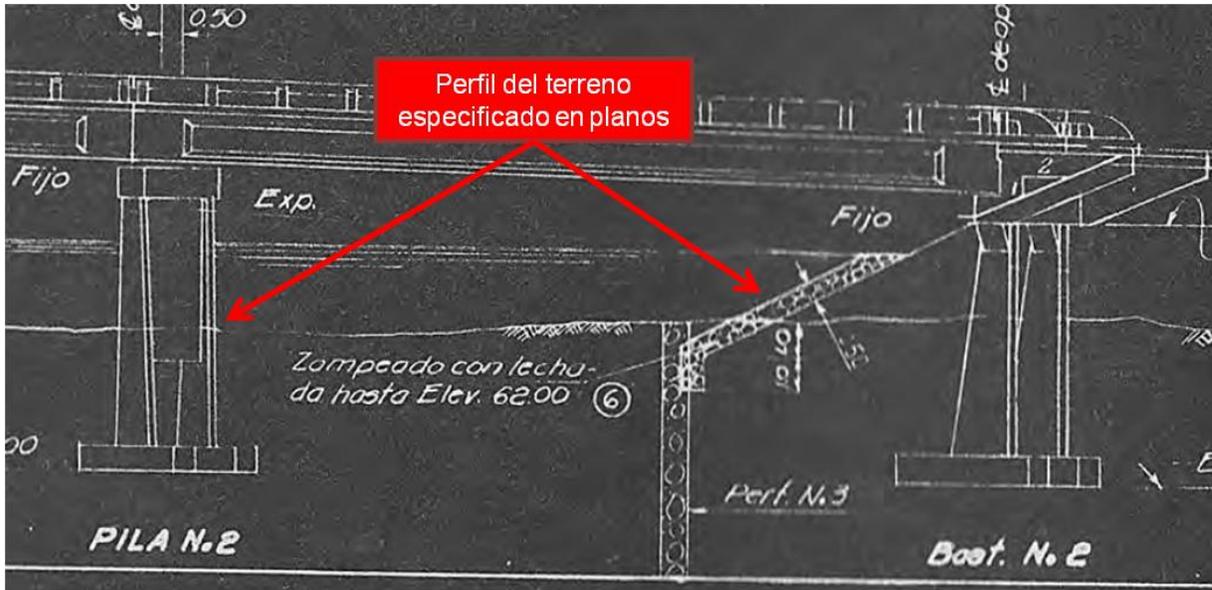


Figura 17. Socavación de los elementos de la subestructura que no ha alcanzado las cimentaciones.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 34/45	VERSIÓN 04

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición del puente río Cimarrones ubicado en la Ruta Nacional No. 32. 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 SERIA:

CATEGORÍA	CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
3	SERIA	<p>Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios</p>	<p><u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa</p>

La calificación anterior se brinda por lo siguiente:

- a. Los apoyos sobre ambos bastiones presentaban corrosión generalizada severa con pérdida de sección y deformación de las placas de acero, además de agrietamiento de las almohadillas elastoméricas.

Además, se observó lo siguiente:

- b. Agrietamiento en dos direcciones y desgaste superficial de la losa de concreto.
- c. Abrasión y desprendimientos de concreto en la parte inferior del cuerpo principal de la pila 2.
- d. Grieta vertical de retracción en el cuerpo principal de la pila 1.

Informe LM-PIE-UP-P17-2017	Setiembre, 2017	Página 34 de 45
----------------------------	-----------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 35/45	VERSIÓN 04

- e. Ausencia de dispositivos de prevención de colapso en el puente.
- f. Ausencia de elementos de protección de taludes frente al bastión y de socavación en pilas.
- g. La longitud de asiento especificada en planos constructivos es menor a la longitud de asiento mínima requerida por la normativa AASHTO LRFD 2014.
- h. Existencia de una aparente vivienda precaria bajo la losa de aproximación del acceso 2 que está comprometiendo la estabilidad del relleno de aproximación.
- i. Deficiencias en las terminales, detalles de anclaje y extensión de los guardavías en ambos accesos al puente.
- j. Ausencia de iluminación en el puente o sus proximidades.
- k. Desprendimiento de captaluces en la línea de centro.
- l. Demarcación horizontal en estado regular.
- m. Descarga directa de agua sobre uno de los apoyos del bastión 2 proveniente de tuberías de agua informales.
- n. La barrera vehicular podría no cumplir con los niveles de contención de la *Especificación de diseño AASHTO LRFD* (AASHTO, 2014), debido a que fue diseñada con una normativa mucho más antigua.
- o. Ausencia de aceras y rampas de acceso del ancho mínimo establecido por la Ley 7600 para el tránsito seguro de personas con discapacidad.
- p. Extensión insuficiente de los ductos de salida del sistema de drenaje de la superestructura.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 36/45	VERSIÓN 04

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

1. Sustituir los apoyos sobre los bastiones.
2. Inspeccionar de cerca los apoyos sobre las pilas para determinar su condición y si requieren medidas de intervención.
3. Monitorear el avance de la socavación y el estado de los elementos de la subestructura para evitar que alcancen una condición peligrosa para la estructura
4. Realizar estudios hidráulicos e hidrológicos que permitan determinar las acciones más convenientes para solventar la situación de socavación que se presenta en la subestructura.
5. Realizar un estudio detallado para determinar si es más conveniente la reparación o la sustitución de la losa de concreto.
6. Reparar los desprendimientos de concreto observados en el cuerpo principal inferior de la pila 2.
7. Sellar la grieta encontrada en la pila 1.
8. Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica de la estructura para determinar las acciones de reforzamiento sísmico más convenientes. Seguir las recomendaciones
9. Demarcar nuevamente la calzada y reponer los captaluces faltantes.
10. Establecer un programa de mantenimiento rutinario que incluya, entre otras cosas, el mantenimiento de la señalización vial.
11. Eliminar las tuberías de agua informales que se encuentran sobre el bastión 2.
12. Corregir las deficiencias observadas en el sistema de contención vehicular de los accesos al puente.
13. Evaluar si la barrera vehicular tiene capacidad para resistir las fuerzas de diseño para el nivel de contención TL-4, según los requerimientos de la *Especificación de diseño*

Informe LM-PIE-UP-P17-2017	Setiembre, 2017	Página 36 de 45
----------------------------	-----------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 37/45	VERSIÓN 04

AASHTO LRFD (AASHTO, 2014) y tomar las acciones pertinentes, así sea reforzar la barrera existente o sustituirla por un sistema con capacidad demostrada para un nivel de contención TL-4 como mínimo.

14. Evaluar la necesidad de construir una acera en el puente para el tránsito peatonal que cumpla con los requerimientos de la Ley 7600.

15. Proveer a la estructura de ductos de salida de drenaje con tubos de extensión que cumplan la longitud requerida por la norma AASHTO LRFD 2014.

Se asume que estas recomendaciones 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.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 38/45	VERSIÓN 04

7. REFERENCIAS

1. AASHTO (2014). *LRFD Bridge Design Specifications. Seventh Edition with 2015 Interim Revisions*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. CFIA (2013). *Lineamientos para diseño sismorresistente de puentes*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
3. FHWA (2006). *Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges*. Publication N° FHWA-HRT-06-032. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
4. MOPT (2015). *Anuario de Información de Transito 2015*. Dirección de Planificación Sectorial. Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
5. 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.
6. 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.
7. Zamora-Rojas, J., Jiménez-Romero, D., Acosta-Hernández, E., Castillo-Barahona, R., Rodríguez-Roblero, M. J., Quirós-Serrano, C. (2012). *Guía de evaluación de seguridad vial para puentes en Costa Rica*. Versión 02-2012. Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR. San José, Costa Rica.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 39/45	VERSIÓN 04

ANEXO A

Criterios para clasificar el estado de conservación del puente.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 40/45	VERSIÓN 04

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN		Código: RC-444
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 41/45	VERSIÓN 04

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

El procedimiento de evaluación considera las siguientes variables:

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 42/45	VERSIÓN 04

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

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

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

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

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

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

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

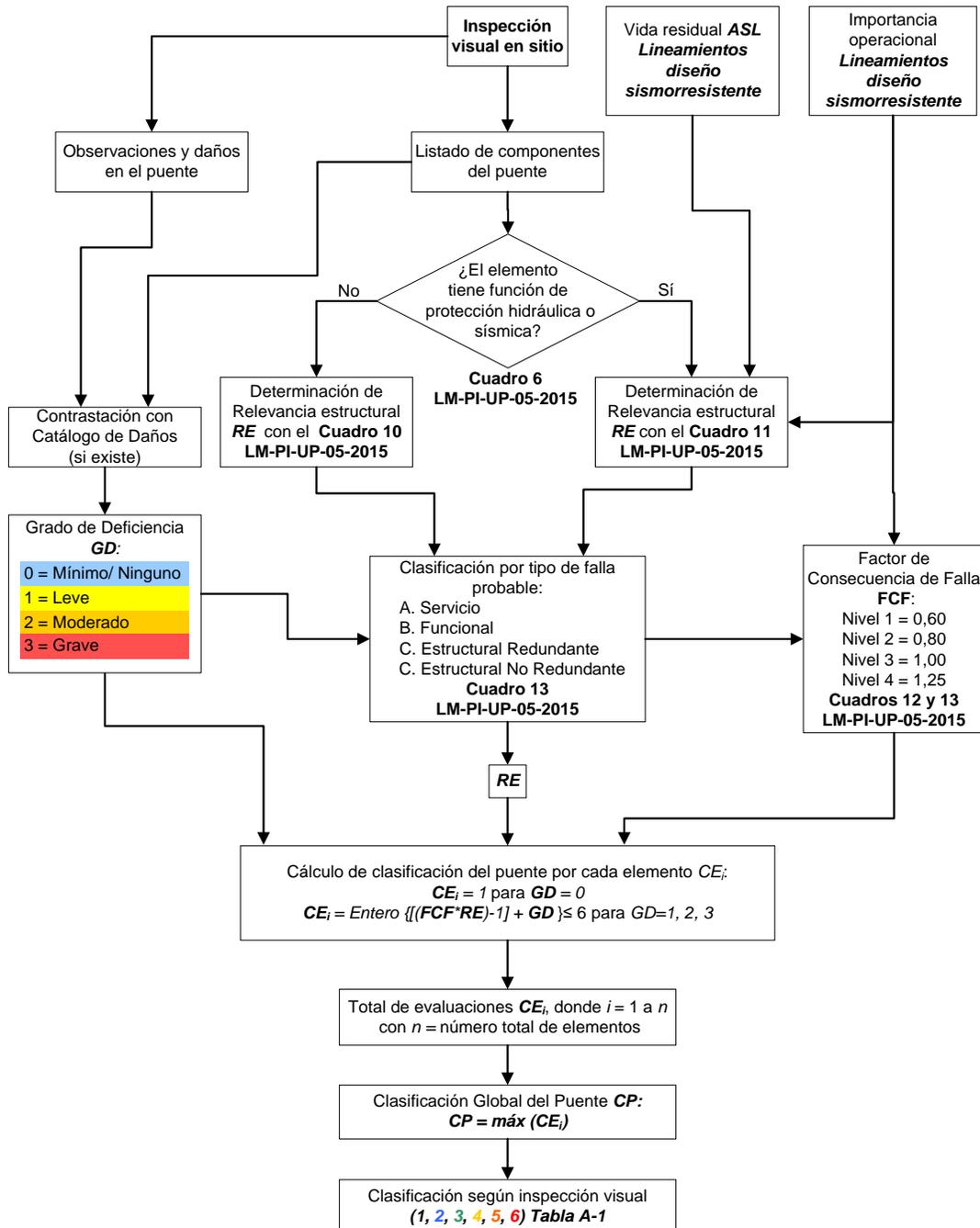


Figura A-1. Diagrama de flujo con metodología para calificar cualitativamente la condición del puente de acuerdo con informe LM-PI-UP-05-2015

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR		Código: RC-444
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 44/45	VERSIÓN 04

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

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

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	Código: RC-444	
	INFORME DE EVALUACIÓN		
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P17-2017	Página 45/45	VERSIÓN 04

 LanammeUCR		RC-451 Calificación de la condición del puente según la evaluación visual	Versión: 01 Página: 1/1			
Nombre del puente y Ruta Río Cimarrones, RN32	Importancia Operacional (LDSP 2013) Crítico					
Fecha Evaluación 25/04/2017	TPD (veh/día) 8135					
Año de construcción o diseño 1976	Vida de diseño según código (años) 50					
DESCRIPCIÓN DE DAÑOS O TIPO DE FALLA						
ELEMENTO	RE	GD	REFERENCIA A TABLA DE INFORME	FALLA	FCF	CE_i
SEGURIDAD VIAL						
Barrera vehicular (puente)	2	1	2.1.	B	0,8	2
Barrera vehicular (accesos)	1	3	2.2.	A	0,6	3
Aceras	2	1	2.3.	B	0,8	2
Señalización Vial	1	1	2.5.	A	0,6	1
Rotulación Carga/Altura Máxima	1	No Aplica	2.4.	A	0,6	
Iluminación	1	2	2.6.	A	0,6	2
ACCESORIOS						
Superficie de rodamiento (puente)	1	No Aplica	3.1.	A	0,6	
Sistema de drenaje del puente	1	1	3.2.	A	0,6	1
Juntas de expansión	1	1	3.3.	A	0,6	1
ACCESOS						
Superficie de rodamiento (acceso)	1	0	3.4.	A	0,6	1
Relleno de aproximación	2	2	3.5.	B	0,8	3
Losa de aproximación	2	1	3.7.	B	0,8	2
Muros de contención en accesos	2	No Aplica	3.6.	B	0,8	
SUPERESTRUCTURA TIPO VIGAS						
Tablero	3	1	4.1.	C	1	3
Vigas principales de concreto o acero	3	0	4.2.	C	1	1
Vigas diafragma de concreto o acero	2	0	4.3.	B	0,8	1
Sistema de arriostramiento de acero	2	No Aplica		B	0,8	
SUBESTRUCTURA						
Apoyos	3	2	5.1.	C	1	4
Aletones	2		5.3.	B	0,8	
Bastiones: Viga cabezal	3	0	5.2.	C	1	1
Bastiones: Cuerpo	3	0	5.2.	C	1	1
Bastiones: Cimentación	3	0	5.5.	C	1	1
Pilas: Viga cabezal	3	0	5.4.	C	1	1
Pilas: Cuerpo tipo columna	4	No Aplica		ELEGIR		
Pilas: Cuerpo tipo marco	4	No Aplica		ELEGIR		
Pilas: Cuerpo tipo muro o marco con pa	3	1	5.4.	D	1	3
Pila: Cimentación	4	0	5.5.	D	1	1
Torres (puente colgante o atirantado)	4	No Aplica		D	1	
Bloques de anclaje (puente colgante o	4	No Aplica		D	1	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA						
Longitud de asiento (pedestales)	2	1	6.1.	C	1	2
Llaves de corte	2	2	6.2.	C	1	3
Cadenas/ anclajes/ postensión externa	2	2	6.2.	C	1	3
Dispositivos especiales	2	2	6.2.	C	1	3
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN						
Protección de taludes de rellenos	2	0	6.3.	C	1	1
Escollera de protección	2	2	6.4.	C	1	3
Protección de socavación en pilas	2	2	6.5.	C	1	3
CP =						4 Condición Seria

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