

Programa de Ingeniería Estructural

Proyecto: LM-PIE-UP-P01-2018

INFORME EJECUTIVO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE 34 PUENTES UBICADOS EN EL TRAMO CRUCE DE RÍO FRÍO - LIMÓN RUTA NACIONAL No. 32



Preparado por:
**Unidad de Puentes
LanammeUCR**

San José, Costa Rica
Junio, 2018

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 2/93

Página intencionalmente dejada en blanco

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 3/93

Información técnica del documento

1. Informe: LM-PIE-UP-P01-2018		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: INFORME EJECUTIVO DE LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE 34 Puentes Ubicados en el Tramo Cruce de Río Frío - Limón. Ruta Nacional No.32		4. Fecha del Informe Junio, 2018	
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 ejecutivo de la evaluación de la condición de 34 puentes en el tramo entre el denominado cruce de río Frío y Limón, 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.</i> <i>Según lo observado en el sitio la condición de los puentes se valoró entre ALARMANTE; SERIA y DEFICIENTE según se describe en el documento. Por lo tanto, con el propósito de contribuir a la atención de las estructuras evaluadas se realizan recomendaciones individuales y generales relacionadas con los aspectos evaluados en este informe.</i>			
8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional No. 32, Cruce de río Frío-Limón, Evaluación de la condición.		9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 93
11. Informe por: Ing. Pablo Agüero Barrantes Unidad de Puentes	12. Revisado y aprobado por: Ing. Esteban Villalobos Vega Coordinador Unidad de Puentes	13. Revisado y aprobado por: Ing. Rolando Castillo Barahona Coordinador Programa de Ingeniería Estructural	
14. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR			

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 4/93

Página intencionalmente dejada en blanco

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. ALCANCE DEL INFORME	8
3. RESUMEN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES	8
4. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	17
5. REFERENCIAS.....	24
ANEXO 1 DETALLE DE LA DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS 34 PUENTES EVALUADOS EN LA RUTA NACIONAL NO. 32 TRAMO ENTRE EL CRUCE DE RÍO FRÍO Y LIMÓN	31
ANEXO 2 DETALLE FOTOGRÁFICO DE NUEVAS DEFICIENCIAS OBSERVADAS, PROGRESIÓN SIGNIFICATIVA DE LOS DAÑOS MENCIONADOS EN INFORMES ANTERIORES O MEJORAMIENTOS OBSERVADOS EN LA VISITA DE MONITOREO.....	43
ANEXO 3 DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE CALIFICACIÓN CUALITATIVA DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE DE ACUERDO CON INFORME LM-PI-UP-05-2015	85
ANEXO 4 GLOSARIO	89

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 6/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 6 de 93
----------------------------	-------------	----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 7/93

1. INTRODUCCIÓN

De conformidad con las competencias asignadas al Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) mediante la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603, la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR realizó visitas de inspección a 34 puentes ubicados en el tramo entre el denominado cruce de río Frío (Intersección con la Ruta Nacional No. 04) y Limón, en Ruta Nacional No. 32, iniciando en el puente sobre el río Corinto hasta el puente sobre el río Blanco de Limón en fechas entre el 13 de agosto del 2014 y el 25 de abril del 2017.

El objeto de este informe es por lo tanto resumir de manera ejecutiva, los aspectos de mayor importancia señalados en los informes de evaluación de puentes elaborados por la Unidad de Puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR, mediante las inspecciones visuales realizadas para los 34 puentes ubicados en el tramo en estudio. El resumen ejecutivo se encuentra en la sección 3 del cuerpo de este informe, en donde en la Tabla No. 1 se presentan las observaciones y recomendaciones particulares más relevantes de cada puente, así como el estado de la condición. En la sección 4 del cuerpo del informe se presentan las principales observaciones generales referentes al tramo en estudio de la Ruta Nacional. No. 32, y adicionalmente se brindan recomendaciones también de carácter general. La totalidad de las observaciones y recomendaciones se encuentran en los informes de evaluación de la condición de cada puente (ver sección 5 Referencias).

En el Anexo 1 se presenta la calificación más crítica de los grupos de elementos seguridad vial, accesorios, superestructura, subestructura y protecciones para cada uno de los 34 puentes analizados. En el Anexo 2 se presenta un registro fotográfico de los principales daños de los 34 puentes evaluados. En el Anexo 3 se presentan las categorías del estado de conservación utilizadas para calificar cualitativamente la condición de los puentes (Muñoz-Barrantes, et. al., 2015). Finalmente, en el Anexo 4 se incluye un glosario, en donde en el cuerpo del informe se indican en cursiva los términos allí incluidos.

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 7 de 93
----------------------------	-------------	----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 8/93

2. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de evaluación de la condición estructural y funcional de puentes, se limita a presentar las observaciones y recomendaciones generales para los puentes y las estructuras o elementos conexos a estos con base en observaciones realizadas en el sitio durante la inspección de las estructuras y los elementos de seguridad vial. En este informe en particular, se limitan los comentarios y observaciones a aquellos daños sobre puentes y anexos que impacten en mayor grado su calificación de condición. Para mayor detalle del estado de los puentes, se pueden consultar los 34 informes correspondientes a la inspección visual de cada una de las estructuras (ver Tabla No. 1 y referencias).

En el caso de que se quisiera verificar la capacidad estructural, 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.

Adicionalmente a los puentes pertenecientes al tramo evaluado de la Ruta Nacional No. 32, se incluye la evaluación del paso a desnivel sobre la Ruta Nacional No. 32 en Ruta Nacional No. 10, conocido como la intersección en Siquirres hacia Turrialba, debido a la importancia de esta última como ruta alterna para el tránsito de vehículos. En la evaluación, no se incluyen los pasos a desnivel pertenecientes a otras rutas nacionales o rutas municipales, ni los pasos peatonales.

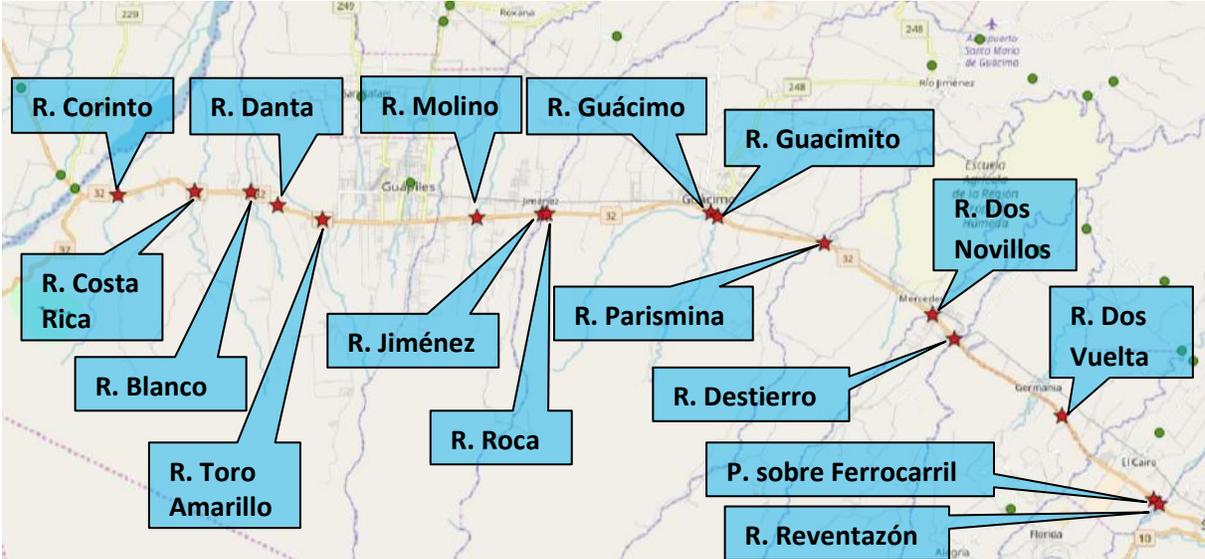
3. RESUMEN DE LA CONDICIÓN DE LOS PUENTES

Se realizaron inspecciones a un total de 34 puentes; el tramo inspeccionado inicia con el puente sobre el río Corinto y finaliza en el puente sobre el río Blanco de Limón. La ubicación de los puentes se muestra en la figura F1.

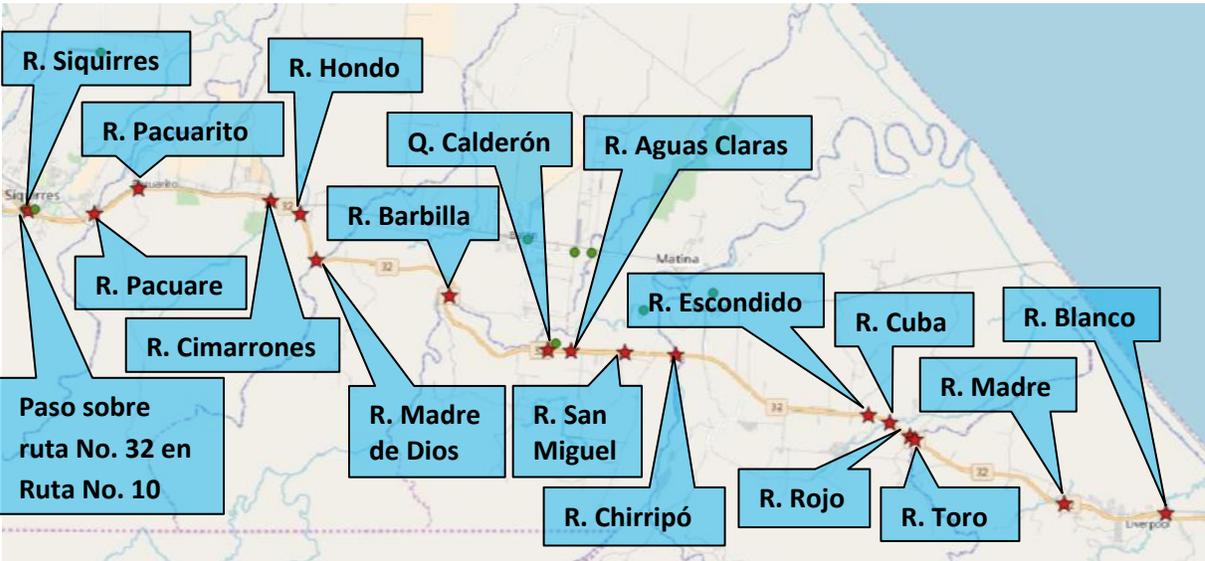
La Tabla No. 1 presenta el resumen del estado actual observado en las 34 estructuras evaluadas. Las recomendaciones y observaciones de la Tabla No. 1 se basan en las evaluaciones de los componentes principales del puente según se muestra en el anexo 1 y el

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 8 de 93
----------------------------	-------------	----------------

registro fotográfico de los daños observados se muestra en el anexo 2. El anexo 3 muestra el significado de la calificación utilizada para establecer el estado de la condición de cada estructura.



a) sección Oeste



b) sección Este

F1. Ubicación de los 34 puentes evaluados en la ruta nacional primaria No. 32

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas

Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
1) R. Corinto (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN17-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	<p>O: Apoyos con puntos de oxidación y faltante de pernos y otros accesorios. La almohadillas elastoméricas de los apoyos mostraban agrietamiento superficial. La longitud de asiento de los bastiones y las pilas es menor a la requerida por la normativa vigente, adicionalmente los bastiones y las pilas no tienen elementos de protección sísmica. El tablero de concreto presenta agrietamiento y eflorescencia. La pila interactúa con el río y no cuenta con protección contra la socavación R: Realizar un análisis estructural del puente para evaluar la necesidad de elementos de protección sísmica y ampliar la longitud de asiento. Evaluar sustitución de almohadillas elastoméricas y reponer las piezas faltantes de los apoyos. Sustituir o reparar el tablero. Realizar un estudio hidráulico para determinar las medidas de protección de la subestructura ante eventos extremos.</p>
2) R. Costa Rica (Aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN11-2015 (13/Nov/2014)	DEFICIENTE	<p>O: Los accesos no contaban con guardavías. Las juntas de expansión estaban obstruidas. Los apoyos presentaban deterioro del sistema de pintura y oxidación, así como agrietamiento de las almohadillas elastoméricas. El puente no cuenta con elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i>.</p>
3) R. Blanco (Guápiles) (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN16-2015 (13/Nov/2014)	DEFICIENTE	<p>O: Este puente sufrió el colapso de uno de sus accesos debido a un evento hidrológico-hidráulico en junio del 2015. Los accesos no contaban con guardavías. Las juntas de expansión estaban obstruidas. Desgaste del tablero. Nidos de piedra en viga. Faltante de elementos en los apoyos. El puente no cuenta con elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i>, incluyendo una evaluación de capacidad estructural y sísmica.</p>
4) R. Danta (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN06-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	<p>O: El puente no cuenta con elementos de protección sísmica. Corrosión de placas metálicas en los apoyos. Rotura superficial y abultamiento en almohadillas elastoméricas. Ausencia de aceras y bordillos. Sobrecapa de asfalto sobre el tablero. El tablero de concreto presenta agrietamiento y eflorescencia. R: Realizar una evaluación estructural y sísmica del puente. Evaluar la necesidad de incorporar elementos de protección sísmica. Proteger los elementos metálicos de los apoyos. Sustitución de las almohadillas elastoméricas y una inspección detallada de la losa de concreto para determinar las intervenciones necesarias. Realizar una evaluación de la capacidad estructural considerando la sobrecapa de asfalto.</p>
5) R. Toro Amarillo (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN19-2015 (12/Nov/2014)	DEFICIENTE	<p>O: Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Agrietamiento y eflorescencia en tablero. Ausencia de protección frente a los bastiones. El tipo de superestructura es propensa a deformaciones verticales de segundo orden. R: Analizar la estabilidad de los taludes frente a los bastiones. Eliminar sobrecapas de asfalto. Realizar una inspección en el interior de la viga cajón. Investigar si existe una posible deformación vertical de la viga cajón.</p>
6) R. Molino (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN02-2016 (03/Feb/2015)	DEFICIENTE	<p>O: Ausencia de acera peatonal y bordillo de seguridad. Obstrucción parcial de las juntas de expansión. Desgaste de la superficie, desprendimiento de agregado y agrietamiento en el tablero. Corrosión de las placas y faltante de pernos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i>, incluyendo una evaluación estructural y sísmica.</p>

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 11/93

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas (continuación).

Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
7) R. Jiménez (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN10-2015 (12/Nov/2014)	DEFICIENTE	O: Ausencia de guardavías en los accesos. Deterioro del sello de las juntas expansión. Desgaste de la superficie del tablero. Corrosión de las placas y faltante de pernos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i> , con base en la inspección detallada de los elementos que evidencian daño.
8) R. Roca (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN02-2015 (12/Nov/2014)	DEFICIENTE	O: Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello. Exposición del refuerzo transversal de las vigas. Oxidación de elementos metálicos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i> , con base en la inspección detallada de los elementos que evidencian daño.
9) R. Guácimo (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN03-2016 (02/Feb/2016)	SERIA	O: Agujero en el tablero, el cual ha sido atendido con reparaciones inadecuadas. Oxidación de elementos metálicos y faltante de pernos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. Ausencia de acera peatonal y bordillo de seguridad. Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello. R: Realizar una inspección detallada del tablero, los apoyos, la barrera vehicular, juntas de expansión. Reparar el agujero en la losa junto la junta de expansión sobre la pila 2.
10) R. Guacimito (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN04-2016 (02/Feb/2016)	SERIA	O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Oxidación de elementos metálicos y faltante de pernos de los apoyos. Colapso o deterioro de las protecciones de los taludes frente a los bastiones. Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Ausencia de aceras y bordillos. R: Realizar una inspección detallada de los apoyos y de los taludes frente a los bastiones para determinar las medidas a implementar para mejorar la condición del puente.
11) R. Parismina (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN21-2016 (02/Feb/2016)	SERIA	O: Este puente sufrió el colapso de uno de sus accesos debido a un evento hidrológico-hidráulico en octubre del 2013. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello. Acero de refuerzo expuesto y corroído en vigas. Faltantes de pernos de los apoyos. Longitud de asiento menor que la requerida por la normativa vigente. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas, incluyendo una evaluación de capacidad estructural y sísmica.
12) R. Dos Novillos (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN06-2015 (12/Nov/2014)	DEFICIENTE	O: Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello. Agrietamiento en el tablero. Faltante de pernos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i> , incluyendo una evaluación de capacidad estructural y sísmica.
13) R. Destierro (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN05-2016 (02/Feb/2016)	SERIA	O: Faltante de pernos de los apoyos y deterioro de las almohadillas elastoméricas. Ausencia de elementos de protección sísmica y longitud de asiento menor que la requerida por la normativa vigente. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello. Agrietamiento y eflorescencia en tablero. R: Reponer los elementos faltantes de los apoyos. Evaluar la necesidad de proveer de elementos de protección sísmica.

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 11 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 12/93

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas (continuación).

Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
14) R. Dos Vueltas (aprox. 1984)	LM-PI-UP-PN15-2016 (02/Feb/2016)	SERIA	O: Corrosión de elementos metálicos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con asfalto. Nidos de piedra y eflorescencia en el tablero. Sobrecapa de asfalto. R: Reparar el daño en los apoyos. Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica, que tome en cuenta la necesidad de elementos de protección sísmica y la presencia de sobrecapas de asfalto.
15) P. sobre Ferrocarril (No hay info.)	LM-PI-UP-PN16-2016 (02/Feb/2016)	DEFICIENTE	O: Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Agrietamiento y eflorescencia en tablero. Corrosión de elementos metálicos de los apoyos. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i> , con base en la inspección detallada de los elementos que evidencian daño.
16) R. Reventazón (aprox. 1978)	LM-PI-UP-PN09-2014 (13/Ago/2014)	SERIA	O: Deformación vertical en la viga cajón. Sobrecapas de asfalto. Conexión entre baranda metálica y pretil rígido es deficiente. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Apoyos en contacto con sedimentos. R: Realizar un análisis de capacidad de carga vertical considerando la deformación permanente observada y la presencia de sobrecapas de asfalto sobre el tablero.
17) P. Sup. Sobre RN32 en RN10 (No hay info.)	LM-PI-UP-PN08-2016 (02/Feb/2016)	DEFICIENTE	O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante. Un eventual colapso afectaría seriamente el tránsito en la Ruta Nacional No. 32 e incomunicaría el paso con la ruta alterna Ruta Nacional No. 10. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con asfalto. Tablero con eflorescencia. Presencia de sobrecapas de asfalto. Oxidación de los componentes metálicos de los apoyos. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i> , con base en la inspección detallada de los elementos que evidencian daño. Si se realiza la ampliación de la Ruta Nacional No. 32 este paso a desnivel podría ser sustituido.
18) R. Siquirres (aprox. 1975)	LM-PI-UP-PN19-2016 (02/Feb/2016)	SERIA	O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Socavación sin exposición del cimientto en la pila 2. Oxidación en los extremos de las vigas metálicas. Corrosión de los componentes metálicos de los apoyos. Ausencia de guardavías en los accesos. Agrietamiento en dos direcciones del tablero. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4. R: Con base en la inspección detallada del tablero determinar si este requiere ser reparado o sustituido. Evaluar la necesidad de proveer elementos de protección sísmica y aumentar la longitud de asiento.

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas (continuación).

Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
19) R. Pacuare (aprox. 1978)	LM-PI-UP-PN04-2015 (12/Nov/2014)	SERIA	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante. Socavación con exposición de la cimentación en pila 2. Exposición y corrosión de los pilotes del bastión 2. Ausencia de guardavías en los accesos. Daño de componentes de la junta. Agrietamiento y exposición del refuerzo en el tablero. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Inspección detallada del tablero, fundación de la pila 2, pilotes del bastión 2, apoyos y otros para determinar las medidas de intervención a implementar para mejorar el estado de conservación del puente. Analizar la necesidad de proveer de elementos de protección sísmica.</p>
20) R. Pacuarito (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN07-2016 (02/Feb/2016)	DEFICIENTE	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con sedimentos. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Oxidación de los componentes metálicos de los apoyos. Socavación sin exposición de la cimentación. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Atender todas las deficiencias observadas como parte de un programa de <i>mantenimiento preventivo</i>, con base en la inspección detallada de los elementos que evidencian daño.</p>
21) R. Cimarrones (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN17-2017 (25/Abr/2017)	SERIA	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Corrosión en componentes metálicos de apoyos y deterioro de las almohadillas elastoméricas. Socavación de las pilas sin exposición de la cimentación. Deficiencias en los guardavías de los accesos. Deterioro del sello en las juntas de expansión. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Ocupación del puente para uso de vivienda bajo la losa de aproximación. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Sustitución de apoyos sobre los bastiones e inspeccionar detalladamente los apoyos sobre las pilas. Monitorear el avance de la socavación. Realizar un estudio hidráulico e hidrológico para determinar las medidas para disminuir el impacto de la socavación.</p>
22) R. Hondo (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN07-2015 (11/Nov/2014)	ALARMANTE	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Exposición de pilotes del bastión 1. Socavación sin exposición de la fundación en la pila 1. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas obstruidas con sedimentos. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Ausencia de obras de protección frente a los bastiones. Longitud de asiento menor que la requerida por la normativa vigente. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: A corto plazo priorizar y atender las deficiencias observadas, incluyendo una evaluación de capacidad estructural, sísmica e hidráulica, prestando especial atención al caso de la exposición de pilotes del bastión 1.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas (continuación).

Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
23) R. Madre de Dios (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN20-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Corrosión de los apoyos. Evidencia de socavación de la pila 1 y el bastión 1. Ausencia guardavías en los accesos. Pérdida del sello de las juntas de expansión. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Ausencia de protección contra la socavación. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural, sísmica e hidráulica. Dar énfasis a la condición de los apoyos y el tablero y a la ausencia de elementos de protección sísmica.</p>
24) R. Barbilla (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN18-2016 (26/Mar/2015)	SERIA	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante. Corrosión en componentes metálicos de apoyos. Ausencia de elementos de la barrera vehicular. Descarga de agua a través de las juntas. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Nidos de piedra en vigas principales Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Evaluar la necesidad de sustituir los apoyos. Brindar protección a los taludes ubicados frente a los bastiones.</p>
25) Q. Calderón (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN05-2015 (11/Nov/2014)	SERIA	<p>O: Exposición del refuerzo en vigas principales. Exposición de pilotes del bastión 1. Daños en protecciones del talud frente al bastión 1. Corrosión en vigas. Rotación del bastión. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica para determinar las medidas de intervención de necesarias, prestando especial atención al caso de la exposición de pilotes del bastión 1 y al estado de las vigas.</p>
26) R. Aguas Claras (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN12-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	<p>O: Rotación de bastiones y apoyos. Exposición de pilotes de ambos bastiones. Pernos deformados. Ausencia protección de los taludes frente a los bastiones. Deficiencias en la señalización vertical y horizontal. Pérdida del sello de las juntas de expansión. Exposición del refuerzo en vigas principales. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica para definir las medidas de intervención de necesarias, incluyendo los daños observados en los apoyos bastiones y accesos.</p>
27) R. San Miguel (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN10-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	<p>O: Exposición de pilotes del bastión 1. Ausencia de elementos de protección sísmica. Deficiencias en los guardavías de los accesos. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Agrietamiento y nidos de piedra en el tablero. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica para determinar las medidas de intervención a implementar para mejorar la condición de puente. Proteger los taludes frente a los bastiones.</p>

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas (continuación).

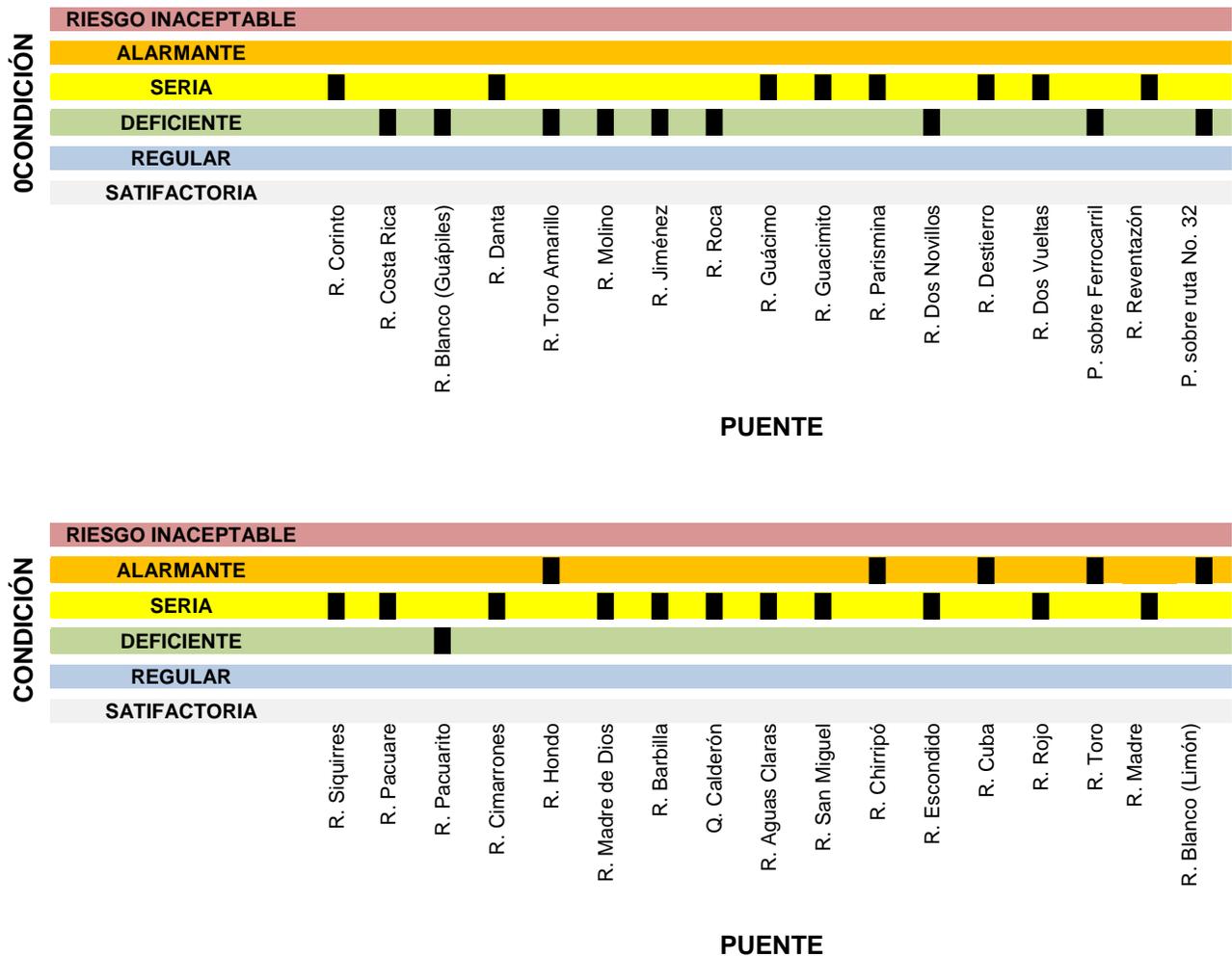
Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
28) R. Chirripó (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN21-2014 (14/Ago/2014)	ALARMANTE	O: Deformación lateral permanente de la superestructura. Apoyos con desplazamiento lateral permanente y con faltante de elementos. Según el SAEP no hay rutas alternas disponibles. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Longitud de asiento insuficiente en pila 7. R: Realizar una evaluación detallada y un análisis de capacidad estructural y sísmica para las medidas de intervención a realizar al puente. Evaluar si es necesario sustituir los apoyos mecánicos existentes por otro sistema. Proteger los elementos metálicos contra la corrosión.
29) R. Escondido (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN13-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico, adicionalmente no se puede garantizar que los elementos en los extremos de los bastiones tengan capacidad para funcionar como elementos de protección sísmica. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Corrosión en componentes metálicos de apoyos. Rotación de bastiones y apoyos. Agrietamiento en el bastión B2. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. Daño en la barrera vehicular del puente. Pérdida del sello de las juntas de expansión. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica, tomando en cuenta la rotación del bastión B1 y el agrietamiento del bastión B2, entre otros.
30) R. Cuba (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN27-2014 (10/Nov/2014)	ALARMANTE	O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. Rotación de bastiones y apoyos debido al terremoto de Limón de 1991. Longitud de asiento reducida por rotación de bastiones. Vigas con condición de apoyo distinta a la de diseño. Ausencia de guardavías en los accesos. Desprendimientos y refuerzo de refuerzo expuesto en las juntas de expansión. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica para determinar las medidas de intervención a implementar en el puente.
31) R. Rojo (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN09-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	O: Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. Rotación permanente de los bastiones. Exposición de pilotes de bastiones. Deficiencias en los guardavías en los accesos. Juntas de expansión obstruidas con asfalto. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Realizar evaluación de capacidad estructural y sísmica, dando prioridad a los daños observados en los bastiones. Sustitución de apoyos dañados.
32) R. Toro (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN08-2015 (10/Nov/2014)	ALARMANTE	O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante. Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. Corrosión en los extremos de las vigas principales. Rotación y exposición de pilotes en bastiones debido al terremoto de Limón de 1991; la exposición de los pilotes también se debe a eventos hidrológicos-hidráulicos. Ausencia de guardavías en los accesos. Juntas de expansión obstruidas y deterioro del sello. R: Proteger temporalmente el bastión 2. Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica para determinar las medidas a implementar, dando prioridad a los daños observados en los bastiones y vigas.

Tabla No. 1. Resumen ejecutivo de la condición de las 34 estructuras visitadas (continuación).

Puente (año construcción)	Informe (Fecha de insp.)	Estado	Observaciones principales, "O", y recomendaciones prioritarias por puente, "R" (con énfasis en deficiencias de mayor relevancia)
33) R. Madre (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN11-2016 (03/Feb/2016)	SERIA	<p>O: Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. Agrietamiento en dos direcciones en el tablero. Corrosión en componentes metálicos de apoyos. Daños en la barrera de contención vehicular del puente. Deterioro del sello en las juntas de expansión. Ausencia de elementos de protección sísmica. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica tomando en cuenta el estado de la losa del tablero y de los apoyos, entre otros, para determinar las medidas de intervención a implementar para mejorar la condición del puente.</p>
34) R. Blanco (Limón) (aprox. 1974)	LM-PI-UP-PN09-2015 (12/Nov/2014)	ALARMANTE	<p>O: El puente es sesgado lo que lo hace vulnerable ante movimiento sísmico ya que no cuenta con elementos de protección sísmica como por ejemplo llaves de cortante, además la longitud de asiento es insuficiente Ver las limitaciones de rutas alternas en la observación 8 de la sección 4.1. Deformación vertical permanente de vigas. Rotación y exposición de pilotes en bastiones debido al terremoto de Limón de 1991. Vigas con condición de apoyo diferente a la de diseño. Ausencia de guardavías en los accesos. Desprendimiento del sello de las juntas de expansión. Presencia de sobrecapa de asfalto. R: Realizar una evaluación de capacidad estructural y sísmica incluyendo la rotación de los bastiones, la exposición de los pilotes, la condición de apoyo de las vigas, entre otros.</p>

4. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la evaluación visual de la condición de 34 puentes en el Ruta Nacional No. 32 en el tramo entre el denominado cruce de río Frío y Limón, iniciando en el puente sobre el río Corinto y finalizando en el puente sobre el río Blanco de Limón. A manera de resumen, se muestran los resultados de la tabla No. 1 de forma esquemática en la figura F2.



F2. Resumen de condición de los 34 puentes visitados en la Ruta Nacional primaria No. 32

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 18/93

4.1. OBSERVACIONES GENERALES.

Con base en los resultados mostrados en la figura F2 y la tabla 1, las características generales de los puentes en el tramo y los tipos de daños observados, se obtienen las siguientes observaciones generales para el tramo evaluado:

1) Cinco puentes: Hondo, Chirripó, Cuba, Toro y Blanco de Limón, presentan condición **ALARMANTE** principalmente por daños en sus elementos principales relacionados con el terremoto de Limón de 1991 o a *eventos hidrometeorológicos extremos*. Dicha condición implica que la estabilidad del puente puede estar comprometida y la necesidad de atención debería ser prioritaria.

2) El estado más común de los puentes del tramo, según atributos como la edad, uso y condición de preservación, es de una condición predominantemente **SERIA** (19 puentes), lo que indica que los puentes presentan deterioro significativo en uno o varios elementos primarios, o la falla de elementos secundarios. Dichos puentes tienen una necesidad de atención pronta para detener la progresión del daño. Los 19 puentes en condición **SERIA** presentan principalmente daños en la losa de concreto reforzado del tablero, las juntas de expansión y los apoyos. Además, se observan deficiencias en seguridad vial, como por ejemplo en los guardavías y ausencia de aceras para peatones. Todos estos deterioros se repiten en los puentes con condición **DEFICIENTE** pero en menor grado de severidad y extensión, y en los puentes con condición **ALARMANTE** pero en donde el estado de conservación lo define un elemento con peor condición.

3) Diez de los puentes fueron clasificados con una condición **DEFICIENTE**, lo que indica que presentan deficiencias pero el puente funciona aún de forma adecuada. Lo anterior implica que las intervenciones pueden ser realizadas como parte de un programa de *mantenimiento preventivo*.

4) Ninguno de los puentes evaluado presenta una condición **SATISFACTORIA**, **REGULAR** o de **RIESGO INACEPTABLE** (ver Anexo 3).

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 18 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 19/93

5) Desde el puente sobre el río Corinto hasta el puente sobre el río Pacuarito en el kilómetro 101,66 (20 estructuras) el estado de conservación de los puentes varía entre **DEFICIENTE** y **SERIO**. A partir del puente sobre el río Cimarrones y hasta el puente sobre el río Blanco de Limón (14 estructuras), el estado de conservación varía entre **SERIO** y **ALARMANTE**, en donde estos puentes muestran evidencia de haber sido afectados por el terremoto de Limón en 1991.

6) Las condiciones observadas en los 34 puentes a lo largo del tramo en estudio, permiten concluir que las estructuras han carecido a lo largo de su vida de servicio (que varía entre 34 y 44 años aproximadamente) de tareas de conservación para preservar su valor como activo, ya sean estas por *mantenimiento preventivo* o *rehabilitación*, salvo aquellas intervenciones que se han dado por casos de emergencia con el objetivo de restituir el paso a través de la ruta, lo cual ha provocado en muchos casos la evolución de daños cuya solución inicial era más económica. Por ejemplo, la condición comentada anteriormente de deterioro de las juntas de expansión ha provocado descarga de agua hacia los apoyos y con ello el deterioro importante de los mismos.

7) Todos los puentes, fueron diseñados con base en normas AASHTO anteriores al año 1977, por lo que su vulnerabilidad en caso de sismo es significativa. Evidencias de vulnerabilidad sísmica son: la ausencia de elementos para la prevención del colapso ante sismo en 29 de los 34 puentes inspeccionados, los daños observados en los puentes ubicados entre el río Cimarrones y el río Blanco de Limón durante el terremoto de Limón de 1991, la existencia de puentes con un sesgo igual o mayor a 20° en nueve de los 34 puentes haciendo hincapié en los puentes sobre los ríos Pacuare, Pacuarito, Hondo, Madre de Dios, Barbilla, Cuba y Blanco de Limón los cuales son puentes de varios tramos con superestructuras simplemente apoyadas y sin elementos de protección para prevención del colapso ante sismo, y la falta de longitud de asiento mínima de acuerdo a la normativa vigente en 12 de los puentes.

8) La disponibilidad de *rutas alternas* del tramo analizado de la Ruta Nacional No. 32 es un factor muy importante a tomar en cuenta. Si se considera una *ruta alterna* como la ruta

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 19 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 20/93

de menor longitud que debe dar servicio a la misma demanda de tránsito con las mismas característica geométricas y estructurales de la ruta que salió de operación, la Ruta Nacional No. 32 no cuenta con redundancia en el tramo entre los puentes sobre los ríos Siquirres y Blanco de Limón (17 puentes). En ese caso se afectaría directamente el transporte de mercadería en camiones pesados desde los puertos de Limón hacia otras zonas del país. Incluso, después del puente sobre el río Siquirres (viajando en sentido Limón San José) existe la opción de utilizar la Ruta Nacional No. 10 como ruta alterna (hacia Turrialba), la cual a pesar de pertenecer a la Red de Alta Capacidad, no ofrece las mismas condiciones de servicio que la Ruta Nacional No. 32, por tratarse de una ruta de montaña. En el caso de la movilidad de personas, víveres o equipamiento de emergencia existen opciones, las cuales están reportadas como *rutas alternas* en la base de datos de la herramienta SAEP, sin embargo algunas incluyen caminos de lastre y otras están ubicadas en barrios marginales, por lo que no se puede asegurar que se pueda restablecer el tránsito para cualquier tipo de vehículo ante una eventual falla de alguna de las estructuras. Adicionalmente, en el caso específico del puente sobre el río Chirripó, no existe una *ruta alterna* de ningún tipo ante una eventual falla de la estructura, esta situación influye mucho en clasificar el puente como **ALARMANTE**.

9) En las inspecciones visuales se evidenció erosión del cauce, socavación general y local o exposición de la cimentación por socavación local en doce puentes: Pacuare, Pacuarito, Cimarrones, Hondo, Madre de Dios, Calderón, Aguas Claras, San Miguel, Cuba, Rojo, Toro y Blanco de Limón, atribuibles a eventos hidrológicos-hidráulicos o a licuación del terreno inducida por sismo; los casos más críticos de exposición de la cimentación de pilotes son los casos del puente sobre el río Hondo y el puente sobre el río Toro. Adicionalmente, en los últimos años se ha presentado el cierre de puentes por afectación de los rellenos de aproximación y taludes frente a los bastiones, tal es el caso del puente sobre el río Parismina en octubre del 2013 y el puente sobre el río Blanco de Guápiles en junio del 2015.

10) Se deben tomar en cuenta los resultados del análisis de posibles flujos de *lahares* de material proveniente del Volcán Turrialba y su afectación a la Red Vial Nacional. En el caso de la Ruta Nacional No. 32, los puentes sobre los ríos Corinto, Blanco de Guápiles,

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 20 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 21/93

Toro Amarillo, Reventazón y el paso sobre el Ferrocarril, si bien es cierto durante las inspecciones no se observó ninguna afectación al respecto, estos son vulnerables y podrían ser afectados por *lahares* (Ruiz-Cubillo, 2015) lo cual implicaría fuerzas erosivas y de impacto transversal de importancia ya que la densidad del lahar es superior a la del agua.

11) Otra condición particular de la ruta No. 32 es la presencia del poliducto, el cual en algunos casos está apoyado en los puentes. Un eventual colapso de un puente con el poliducto adosado induciría daños en el poliducto provocando posible desabastecimiento de combustible y daño ambiental.

12) Durante las inspecciones se ha identificado el uso de los puentes por parte de peatones y ciclistas, en algunos casos de importancia. En algunos casos los puentes no cuentan con aceras y en otros cuentan con un bordillo de seguridad, y en ambas situaciones las condiciones evidenciadas no se ajustan a lo requerido por la ley 7600. Adicionalmente, la ausencia de una barrera rígida que proteja al peatón del tránsito vehicular es otra deficiencia observada en todos los puentes.

4.2. RECOMENDACIONES GENERALES.

Con el propósito de contribuir en la atención, desde la perspectiva de la condición, del tramo analizado, y considerando que el mismo se encuentra en proceso de ser intervenido en el corto plazo, se recomienda analizar la realización de las siguientes acciones:

1) Realizar una evaluación integral detallada de las todas las estructuras tomando en cuenta que éstas fueron diseñadas y proyectadas siguiendo normas AASHTO anteriores a 1977, y que por ello requieren una nueva evaluación de aspectos como su capacidad de carga y vulnerabilidad ante la acción de los sismos. Adicionalmente se deben tomar en cuenta las características hidrológicas-hidráulicas de las cuencas en los puntos de interés para los periodos de retorno definidos por la Administración, considerando si en dicho análisis se debe tomar en cuenta la variable de cambio climático. Estas evaluaciones deben tomar en cuenta el estado de deterioro actual de los componentes, el análisis económico de

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 21 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 22/93

las distintas opciones de intervención posibles y cualquier otro aspecto que aplique a cada puente en particular, con el fin de brindar a la Administración información sobre la gestión a realizar, sea esta una *rehabilitación* o la *sustitución* de la estructura.

2) Con base en el estado de la condición son prioritarios el análisis integral detallado y la intervención de los puentes sobre el río Hondo, el río Chirripó, el río Cuba, el río Toro y el río Blanco de Limón, ya que su condición es **ALARMANTE**. Por su estado de la condición, año de construcción, vulnerabilidad sísmica y condiciones hidrológicas-hidráulicas, estos puentes son candidatos a ser *sustituídos*, sin embargo debe realizarse el análisis técnico y económico mencionado en la recomendación anterior, para definir la solución más eficiente. Seguidamente, evaluar detalladamente e intervenir las estructuras clasificadas como en condición **SERIA**, con los criterios mencionados en la recomendación 1. Por último, el análisis también debe ser llevado a cabo en las estructuras con condición **DEFICIENTE**, ya que si bien es cierto su condición podría señalar la necesidad de sólo llevar a cabo tareas de *mantenimiento preventivo* principalmente *basado en la condición*, el análisis integral detallado podría indicar un requerimiento mayor, como por ejemplo una readecuación sísmica o la necesidad de aumentar la altura libre inferior.

3) Todos los diseños, ya sea el de las *rehabilitaciones* de puentes existentes, el de las *sustituciones* de puentes existentes o el de los puentes nuevos, deben considerar como mínimo la carga vehicular de diseño HL-93 de las especificaciones AASHTO LRFD vigentes (hoy en día la octava edición del 2017) y las consideraciones de los Lineamientos para Diseño Sismorresistente de Puentes del 2013.

4) Todos los diseños deben considerar las condiciones particulares de la ruta como por ejemplo: las características geológicas, la sismicidad de la zona, el potencial de licuación del terreno, la vulnerabilidad ante lahares, la presencia del poliducto, las características de las cuencas y su potencial de erosión y socavación ante eventos *hidrometeorológicos extremos*, el uso de los puentes por parte de peatones y ciclistas, el porcentaje de vehículos pesados que transitan y la velocidad de la ruta para efectos de proveer dispositivos de seguridad vial acordes a esa realidad, etc.

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 22 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 23/93

Se asume que estas recomendaciones serán evaluadas por los profesionales que la Administración asigne como responsables del mantenimiento y rehabilitación de las estructuras. Las deficiencias mencionadas en este informe corresponden únicamente a aquellos daños o defectos de mayor impacto estructural o en funcionalidad de los puentes, por lo que las estructuras deben ser evaluadas de forma integral nuevamente previo a cualquier trabajo de intervención o rehabilitación general de la estructura. Además, en caso de ser requerido para alguna de las estructuras, se recomienda procurar la asesoría profesional específica en los aspectos que se mencionaron en los puntos anteriores.

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 24/93

5. REFERENCIAS

1. Vargas-Alas, L.G., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Corinto Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN17-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
2. Vargas-Barrantes, S., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2014). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Costa Rica Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN11-2014”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
3. Vargas-Alas, L.G., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Blanco de Guápiles Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN16-2015”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
4. Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Danta Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN06-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
5. Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Toro Amarillo Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN19-2015”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
6. Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Molino Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN02-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
7. Vargas-Barrantes, S., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Jiménez Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-*

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 24 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 25/93

PN10-2015". San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

8. Agüero-Barrantes, P., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *"Evaluación de la condición del puente sobre el río Roca Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN02-2015"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
9. Agüero-Barrantes, P., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *"Evaluación de la condición del puente sobre el río Guácimo Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN03-2016"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
10. Agüero-Barrantes, P., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *"Evaluación de la condición del puente sobre el río Guacimito Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN04-2016"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
11. Villalobos-Vega, E., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *"Evaluación de la condición del puente sobre el río Parismina Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN21-2016"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
12. Vargas-Alas, L.G., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *"Evaluación de la condición del puente sobre el río Dos Novillos Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN06-2015"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
13. Agüero-Barrantes, P., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *"Evaluación de la condición del puente sobre el río Destirerro Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN05-2016"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
14. Vargas-Alas, L.G., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016).

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 25 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 26/93

“Evaluación de la condición del puente sobre el río Dos Vueltas Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN15-2016”. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

15. Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del Paso a Desnivel sobre el Ferrocarril a Turrialba Ruta No. 32 LM-PI-UP-PN16-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
16. Agüero-Barrantes, P., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2014). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Reventazón Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN09-2014”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
17. Agüero-Barrantes, P., Vargas-Barrantes, S., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el paso a desnivel sobre Ruta Nacional No. 32 en Ruta Nacional No. 10 LM-PI-UP-PN08-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
18. Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Siquirres Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN19-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
19. Agüero-Barrantes, P., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Pacuare Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN04-2015”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
20. Agüero-Barrantes, P., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Pacuarito Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN07-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
21. Vargas-Barrantes, S., Vargas-Alas, L.G., Villalobos-Vega, E., Castillo-Barahona, R. (2017).

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 26 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 27/93

“Evaluación de la condición del puente sobre el río Cimarrones Ruta Nacional No. 32 LM-PIE-UP-PN17-2017”. San José, Costa Rica: Programa de Ingeniería Estructural (PIE), LanammeUCR.

22. Vargas-Alas, L.G., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Hondo Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN07-2015”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
23. Villalobos-Vega, E., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Madre de Dios Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN20-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
24. Vargas-Barrantes, S., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Barbilla Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN18-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
25. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre la quebrada Calderón Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN05-2015”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
26. Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Aguas Claras Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN12-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
27. Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río San Miguel Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN10-2016”*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
28. Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2014).

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 27 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 28/93

“Evaluación de la condición del puente sobre el río Chirripó Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN21-2014”. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

29. Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Escondido Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN13-2016”.* San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
30. Agüero-Barrantes, P., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2014). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Cuba Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN27-2014”.* San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
31. Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Rojo Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN09-2016”.* San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
32. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L.G., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Toro Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN08-2015”.* San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
33. Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2016). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Madre Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN11-2016”.* San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
34. Vargas-Alas, L.G., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Evaluación de la condición del puente sobre el río Blanco de Limón Ruta Nacional No. 32 LM-PI-UP-PN09-2015”.* San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
35. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L.G., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *“Actualización de los Criterios para la*

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 28 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 29/93

evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015". San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

36. Ruiz-Cubillo, P., Vega-Salas. P., Barrantes-Jiménez, R., Loria-Salazar, L.G. (2015). *"Modelación de lahares generados por el volcán Turrialba y su posible afectación a la Red Vial Nacional LM-PI-UGERVN-11-2015"*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
37. MOPT (2017). *"Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)"*. http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP_CONAVI_Web/login.faces. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
38. FHWA (2011). *Bridge Preservation Guide*. Publication N° FHWA-HIF-11042. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Virginia, USA.
39. IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
40. AASHTO (2000). *Transportation Policy Book*. American Association of State Highway and Transportation Officials.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 30/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 30 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 31/93

ANEXO 1

Detalle de la determinación de la condición de los
 34 puentes evaluados en la Ruta Nacional No. 32
 Tramo entre el cruce de río Frío y Limón

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 32/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 32 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 33/93

A continuación se detalla en la tabla A1 un resumen de los hallazgos de mayor impacto en la calificación para las 34 estructuras inspeccionadas. En la tabla A1 se tienen 4 columnas: en la primera Elemento evaluado se indica cual aspecto se evalúa del puente. La siguiente columna, Inspección Visual, indica los aspectos de mayor importancia observados por elemento en la visita (incluye según la severidad y tipo de daño una fotografía). En la tercera columna, Calificación, se indica la calificación en una escala del 1 al 6 correspondiente a los elementos correspondientes de la primera columna (consultar anexo 3, clasificación). Finalmente, Condición observada, da la condición determinada luego de la inspección visual.

Tabla No. A1. Condición de los puentes y sus elementos ((FX), indica: ver figura FX)

1) Puente Sobre el río Corinto			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Guardavías en los accesos con deficiencias (F3)	3	Seria
Accesorios	Juntas de expansión obstruidas (F4)	3	
Superestructura	Agrietamiento y eflorescencia en tablero (F5)	3	
Subestructura	Faltante de elementos y accesorios en apoyos (F6)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y longitud de asiento insuficiente	4	
2) Puente Sobre el río Costa Rica			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos (F7)	3	Deficiente
Accesorios	Juntas de expansión obstruidas (F8)	3	
Superestructura	Sin daño observado	1	
Subestructura	Deterioro de pintura y oxidación (F9)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	
3) Puente Sobre el río Blanco (Guápiles)			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas de expansión obstruidas	2	
Superestructura	Desgaste en tablero y nidos de piedra en vigas (F10)(F11)	3	
Subestructura	Faltante de elementos en apoyos (F12)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 34/93

Tabla No. A1b. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

4) Puente Sobre el río Danta			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras y bordillos	3	Seria
Accesorios	Sobrecapa de asfalto y obstrucción en juntas (F13)	3	
Superestructura	Agrietamiento y eflorescencia en tablero (F14)	3	
Subestructura	Corrosión de placas de apoyos (F15)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	

5) Puente Sobre el río Toro Amarillo			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas de expansión obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Agrietamiento y eflorescencia en tablero (F16)	3	
Subestructura	Filtraciones sobre los bastiones	1	
Protecciones	Ausencia de protección frente a los bastiones (F17)	3	

6) Puente Sobre el río Molino			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras y bordillos	3	Deficiente
Accesorios	Obstrucción parcial de juntas de expansión	2	
Superestructura	Desgaste, desprendimiento de agregado y agrietamiento en tablero (F18)	3	
Subestructura	Corrosión de las placas y faltante de pernos de los apoyos (F19)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	

7) Puente Sobre el río Jiménez			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Deterioro del sello de las juntas expansión (F20)	3	
Superestructura	Desgaste de la superficie del tablero	3	
Subestructura	Corrosión de las placas y faltante de pernos de los apoyos (F21)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	

8) Puente Sobre el río Roca			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello (F22)	3	
Superestructura	Exposición del refuerzo transversal de las vigas (F23)	3	
Subestructura	Oxidación de elementos metálicos de los apoyos	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	

Tabla No. A1c. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

9) Puente Sobre el río Guácimo			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras y bordillos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello	3	
Superestructura	Agujero en el tablero, reparaciones inadecuadas (F25)	4	
Subestructura	Faltante de pernos de los apoyos (F24)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	

10) Puente Sobre el río Guacimito			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de aceras y bordillos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F26)	3	
Subestructura	Faltante de pernos de los apoyos (F27)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y colapso o deterioro de las protecciones de los taludes frente a los bastiones. Longitud de asiento insuficiente (F28)	4	

11) Puente Sobre el río Parismina			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello	2	
Superestructura	Acero de refuerzo expuesto y corroído en vigas (F29)	4	
Subestructura	Faltantes de pernos de los apoyos (F30)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y longitud de asiento insuficiente	4	

12) Puente Sobre el río Dos Novillos			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello	2	
Superestructura	Agrietamiento en el tablero (F31)	3	
Subestructura	Faltante de pernos de los apoyos (F32)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 36/93

Tabla No. A1d. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

13) Puente Sobre el río Destierro			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto o deterioro del sello	3	
Superestructura	Agrietamiento y eflorescencia en tablero (F33)	4	
Subestructura	Faltante de pernos de los apoyos y deterioro de las almohadillas elastoméricas (F34)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y longitud de asiento insuficiente	4	
14) Puente Sobre el río Dos Vueltas			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Nidos de piedra y eflorescencia en el tablero (F35)	3	
Subestructura	Corrosión de elementos metálicos de los apoyos (F36)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	
15) Paso sobre el Ferrocarril			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Agrietamiento y eflorescencia en tablero (F37)	3	
Subestructura	Corrosión de elementos metálicos de los apoyos (F38)	2	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	2	
16) Puente Sobre el río Reventazón			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Conexión entre baranda metálica y pretil rígido es deficiente (F39)	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Deformación vertical en la viga cajón (F40)	4	
Subestructura	Apoyos en contacto con sedimentos.	3	
Protecciones	Ausencia de sistemas de protección contra socavación	2	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 37/93

Tabla No. A1e. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

17) Paso a desnivel sobre Ruta Nacional No. 32 en Ruta Nacional No.10			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de la guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Tablero con eflorescencia (F41)	3	
Subestructura	Oxidación de los componentes metálicos de los apoyos (F42)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	
18) Puente Sobre el río Siquirres			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de la guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Deterioro del sello de las juntas	2	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones del tablero (F43)	4	
Subestructura	Corrosión en componentes metálicos de apoyos (F44)	4	
Protecciones	Socavación en la pila 2 y longitud de asiento insuficiente	3	
19) Puente Sobre el río Pacuare			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Daño de componentes de la junta (F45)	3	
Superestructura	Agrietamiento y refuerzo expuesto en el tablero (F46)	4	
Subestructura	Socavación con exposición de la cimentación en pila 2 (F47)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	
20) Puente Sobre el río Pacuarito			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Deficiente
Accesorios	Juntas obstruidas con sedimentos	2	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F47)	3	
Subestructura	Socavación sin exposición de la cimentación (F48)	3	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y longitud de asiento insuficiente	3	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 38/93

Tabla No. A1f. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

21) Puente Sobre el río Cimarrones			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Deficiencias en guardavías de los accesos	3	Seria
Accesorios	Deterioro del sello en las juntas	1	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F50)	3	
Subestructura	Corrosión en componentes metálicos de apoyos (F51) y socavación sin exposición de la cimentación (F52)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica y longitud de asiento insuficiente	3	

22) Puente Sobre el río Hondo			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Alarmante
Accesorios	Juntas obstruidas con sedimentos	2	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F53)	3	
Subestructura	Exposición de pilotes del bastión 1 (F54)	5	
Protecciones	Ausencia de protección frente a los bastiones y longitud de asiento insuficiente.	4	

23) Puente Sobre el río Madre de Dios			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Pérdida del sello de las juntas	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero	4	
Subestructura	Socavación de la pila 1 y el bastión 1 (F55)	4	
Protecciones	Ausencia de protección contra la socavación y longitud de asiento insuficiente	4	

24) Puente Sobre el río Barbilla			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de elementos de la barrera vehicular (F56)	4	Seria
Accesorios	Ingreso de agua a través de las juntas	1	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F57)	3	
Subestructura	Corrosión en componentes metálicos de apoyos (F58)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 39/93

Tabla No. A1g. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

25) Puente Sobre la quebrada Calderón			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de la guardavías en los accesos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Exposición del refuerzo en vigas principales (F59)	4	
Subestructura	Exposición de pilotes del bastión 1 (F60)	4	
Protecciones	Daños en protecciones del talud frente al bastión 1	4	

26) Puente Sobre el río Aguas Claras			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Deficiencias en la señalización	3	Seria
Accesorios	Pérdida del sello de las juntas	3	
Superestructura	Exposición del refuerzo en vigas principales	3	
Subestructura	Rotación de bastiones y apoyos (F61) (F62) Exposición de pilotes del ambos bastiones (F63)	4	
Protecciones	Ausencia protección de los taludes frente a los bastiones	3	

27) Puente Sobre el río San Miguel			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Deficiencias en las barreras de los accesos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Agrietamiento y nidos de piedra en el tablero (F64)	3	
Subestructura	Exposición de pilotes del bastión 1 (F65)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	

28) Puente Sobre el río Chirripó			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Alarmante
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Deformación permanente en el plano horizontal (F66)	5	
Subestructura	Apoyos desplazados y con faltante de elementos (F66)	5	
Protecciones	Longitud de asiento insuficiente en pila 7	4	

29) Puente Sobre el río Escondido			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Daño en la barrera vehicular del puente	3	Seria
Accesorios	Pérdida del sello de las juntas	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F67)	4	
Subestructura	Rotación de bastiones y apoyos (F68)	4	
Protecciones	Deficiencia de elementos de protección sísmica	2	

Tabla No. A1h. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

30) Puente Sobre el río Cuba			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Alarmante
Accesorios	Desprendimientos y refuerzo expuesto en juntas	3	
Superestructura	Vigas con condición de apoyo distinta a la de diseño	4	
Subestructura	Rotación de bastiones y apoyos. Exposición de pilotes (F69) (F70)	5	
Protecciones	Longitud de asiento reducida y ausencia de elementos de protección sísmica (F70)	4	
31) Puente Sobre el río Rojo			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Deficiencias en guardavías de los accesos	3	Seria
Accesorios	Juntas obstruidas con asfalto	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero	3	
Subestructura	Rotación y exposición de pilotes en bastiones (F71) (F72)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	
32) Puente Sobre el río Toro			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia de guardavías en los accesos	3	Alarmante
Accesorios	Juntas obstruidas y deterioro del sello	3	
Superestructura	Corrosión en vigas principales (F73)	3	
Subestructura	Rotación y exposición de pilotes en bastiones (F74)	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	
33) Puente Sobre el río Madre			
Elementos evaluados	Inspección Visual	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Daños en la barrera del puente	3	Seria
Accesorios	Deterioro del sello en las juntas	3	
Superestructura	Agrietamiento en dos direcciones en el tablero (F75)	4	
Subestructura	Corrosión en componentes metálicos de apoyos (F76)	4	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	3	

Tabla No. A1h. (Continuación) Condición de los puentes y sus elementos

34) Puente Sobre el río Blanco			
Elementos evaluados	<i>Inspección Visual</i>	Calif.	Condición observada
Seguridad Vial	Ausencia guardavías en los accesos	3	Alarmante
Accesorios	Desprendimiento del sello de las juntas	3	
Superestructura	Deformación vertical permanente de vigas	5	
Subestructura	Rotación y exposición de pilotes en bastiones (F77) (F78)	5	
Protecciones	Ausencia de elementos de protección sísmica	4	

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 42/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 42 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 43/93

ANEXO 2

Detalle fotográfico de nuevas deficiencias observadas, progresión significativa de los daños mencionados en informes anteriores o mejoramientos observados en la visita de monitoreo

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 44/93

Página intencionalmente dejada en blanco

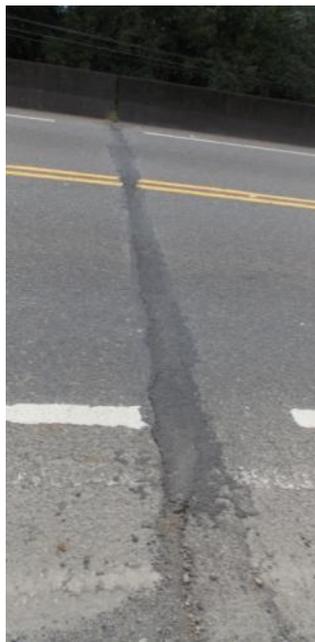
Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 44 de 93
----------------------------	-------------	-----------------



F3: Puente sobre el río Corinto. Ausencia de sistema de contención en extremo aguas arriba del acceso 2 y deficiencias en guardavías colocados



(a) Junta sobre bastión 1



(b) Junta sobre pila



(c) Junta sobre bastión 2

F4: Puente sobre el río Corinto. Juntas de expansión cubiertas por asfalto.



(a) Cara inferior de la losa en la superestructura 1



(b) Cara inferior de la losa en la superestructura 2

F5: Puente sobre el río Corinto. Eflorescencia a lo largo de juntas de construcción en la cara inferior de la losa.



(a)



(b)

F6: Puente sobre el río Corinto. Faltante de pernos en elementos de apoyo y faltante de un angular en apoyo sobre el bastión 2.



F7: Puente sobre el río Costa Rica. Ausencia de guardavías y marcadores de objetos en ambos accesos al puente.



F8: Puente sobre el río Costa Rica. Obstrucción de las juntas de expansión con una sobrecapa asfáltica.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 48/93



F9: Puente sobre el río Costa Rica. Deterioro del sistema de protección de pintura del mecanismo de restricción del movimiento horizontal de las vigas.



F10: Puente sobre el río Blanco (Guápiles). Ausencia de aceras, bordillos obstruidos con sedimentos, demarcación y captaluces en buen estado. Desgaste de la losa del puente



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 49/93



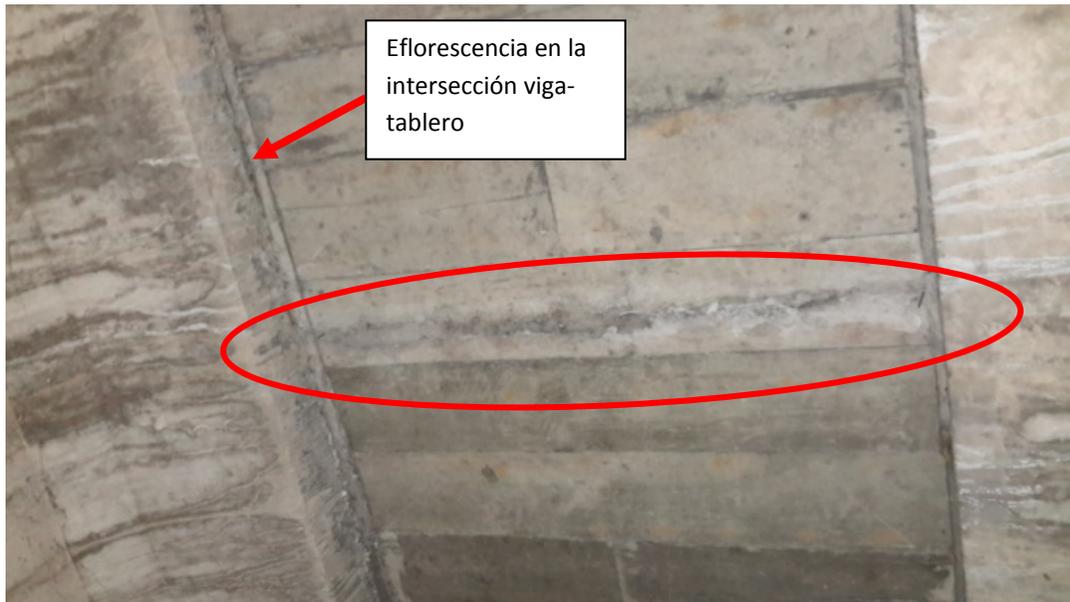
F11: Puente sobre el río Blanco (Guápiles). Nidos de piedra generalizados en vigas de concreto.



F12: Puente sobre el río Blanco (Guápiles). Pernos faltante en elementos de apoyo sobre el bastión 2 y musgo cubriendo el elemento debido a ambiente húmedo.



F13: Puente sobre el río Danta. Junta de expansión sobre bastión 1 cubierta por asfalto y grietas en carpeta asfáltica de acceso 1.



F14: Puente sobre el río Danta. Eflorescencias en la cara inferior del tablero a lo largo de las grietas observadas y en la intersección de superficies de concreto entre las vigas y la losa.



F15: Puente sobre el río Danta. Elemento de acero del sistema de apoyo con corrosión y pérdida de pernos.



F16: Puente sobre el río Toro Amarillo. Grieta transversal con presencia de eflorescencia en la losa de concreto



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

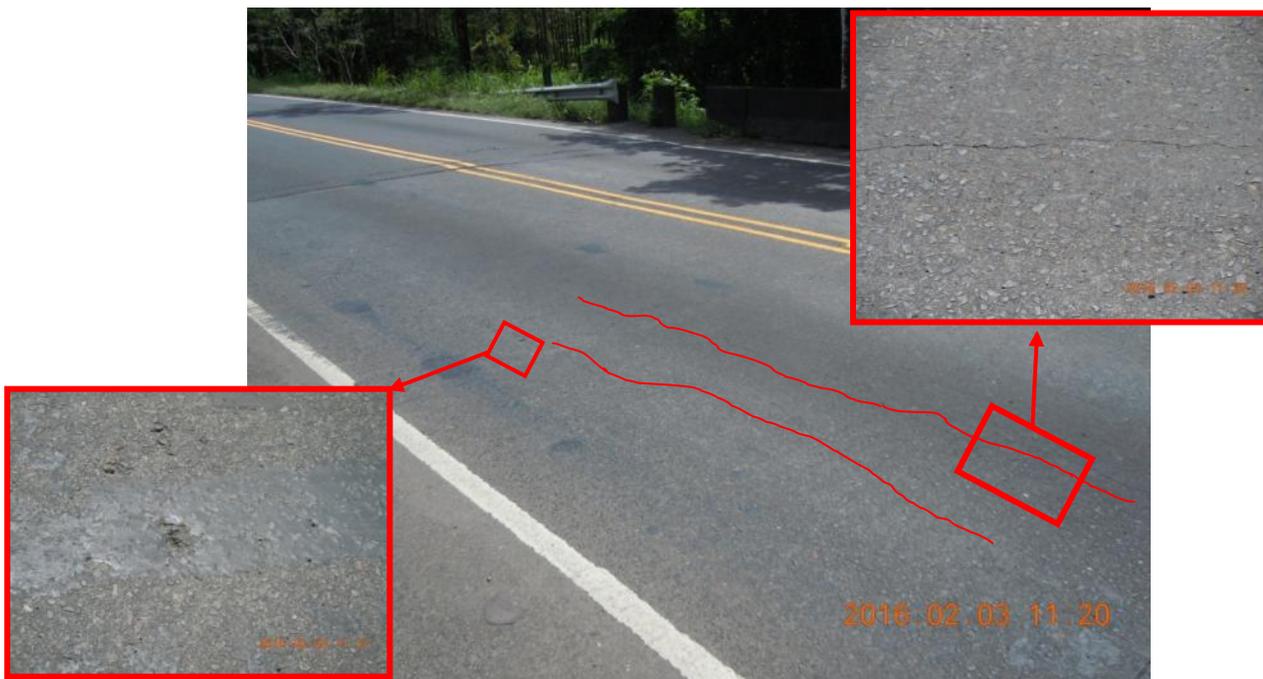
CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 52/93



Distancia aproximada a
escarpe de 2,5 metros

F17: Puente sobre el río Toro Amarillo. Proximidad del escarpe de deslizamiento frente al bastión 2.



F18: Puente sobre el río Molino. Agrietamiento y desgaste de la cara superior de la losa de concreto del puente con desprendimientos de agregado grueso.



F19: Puente sobre el río Molino. Corrosión en elementos de acero de los apoyos de ambos bastiones que restringen horizontalmente las vigas y faltante de pernos.



F20: Puente sobre el río Jiménez. Sello fuera de posición o ausente en junta de expansión intermedia.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 54/93



F21: Puente sobre el río Jiménez. Corrosión del mecanismo de anclaje de los apoyos y pérdida de arandela y tuerca.



F22: Puente sobre el río Roca. Junta de expansión del acceso 2 cubierta con asfalto (izquierda) y Junta de expansión sobre la pila 1 con deterioro del sello



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 55/93



F23: Puente sobre el río Roca. Pérdida de recubrimiento y refuerzo transversal expuesto en viga principal.



F24: Puente sobre el río Guácimo. Apoyos en contacto con sedimentos, oxidación de elementos metálicos y de pernos.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 56/93



F25: Puente sobre el río Guácimo. Junta de expansión obstruida con asfalto sobre la pila 2 (setiembre del 2014 arriba, abril del 2015 abajo a la izquierda y febrero del 2016 abajo a la derecha). Nótese un agujero que fue rellenado con asfalto, sin optar por una solución definitiva.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 57/93



F26: Puente sobre el río Guacimito. Agrietamiento visible en la cara superior del tablero.



F27: Puente sobre el río Guacimito. Apoyos en contacto con sedimentos, oxidación de elementos metálicos y faltante de pernos.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 58/93



F28: Puente sobre el río Guacimito. Colapso de la protección del talud ubicado frente al bastión 2.



(a)

(b)

(c)

F29: Puente sobre el río Parismina. Deterioros en vigas principales: (a) Eflorescencia generalizada en viga sur de superestructura 1; (b) Nidos de piedra, recubrimiento insuficiente y corrosión del acero de refuerzo; (c) Contacto entre el terreno y la viga norte de superestructura 3.



(a)



(b)

F30: Puente sobre el río Parismina. Pérdida parcial y completa de sistema de angulares y pernos así como presencia de humedad y sedimentos: (a) Caso de apoyos en bastión B2; (b) Caso de apoyos en bastión B1.



F31: Puente sobre el río Dos Novillos. Desgaste y agrietamiento típico en la superficie superior de la losa del puente.



(a) Apoyo de la viga externa noreste



(b) Apoyo de la viga externa suroeste

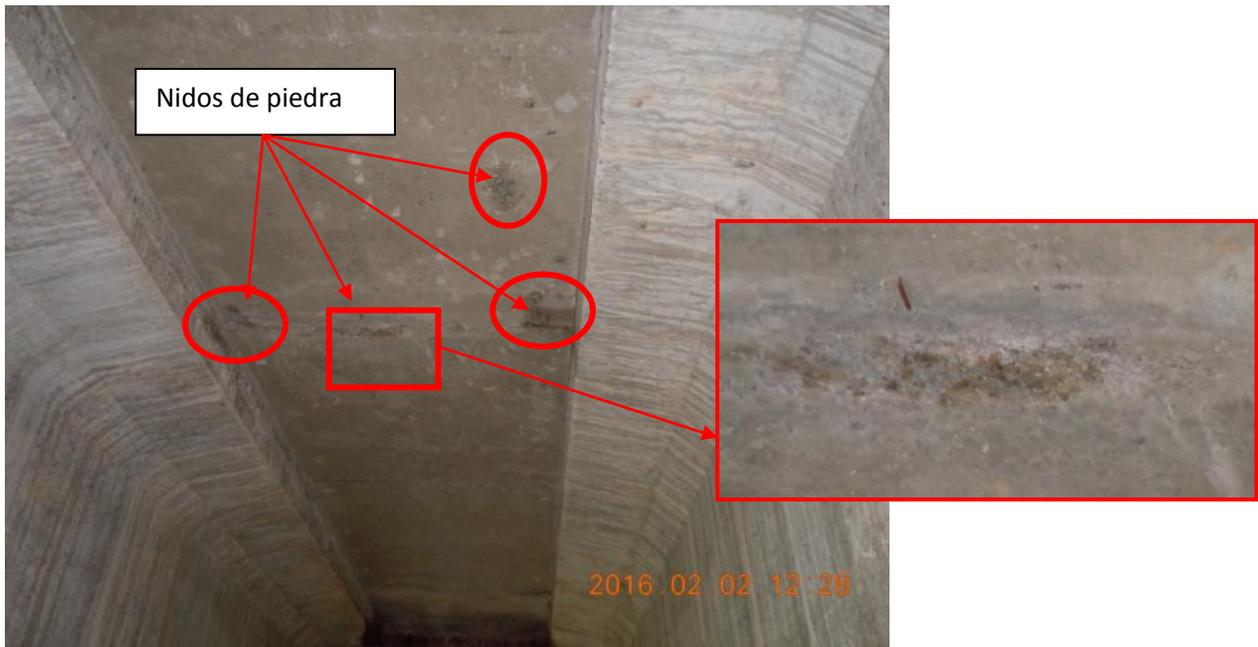
F32: Puente sobre el río Dos Novillos. Daños en los elementos de los apoyos sobre el bastión 1.



F33: Puente sobre el río Destierro. Agrietamiento y desgaste de la cara superior del tablero que funciona como superficie de rodamiento del puente.



F34: Puente sobre el río Destierro. Faltante de pernos y elementos metálicos, desprendimientos de concreto en pedestal y presencia de sedimentos y humedad en bastión 1.



F35: Puente sobre el río Dos Vueltas. Nidos de piedra en cara inferior de la losa, eflorescencia en juntas de construcción.



F36: Puente sobre el río Dos Vueltas. Corrosión de apoyos, suciedad, moho y humedad en viga cabezal, pared del cabezal y vigas. Vista de apoyos sobre bastión 2



F37: Paso sobre el ferrocarril. Agrietamiento en la cara superior de la losa de concreto mayor que 0,3 mm y espaciamiento menor que 20 cm y pequeños desprendimientos de concreto.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 63/93



F38: Paso sobre el ferrocarril. Oxidación de perno en elemento metálico de un apoyo sobre el bastión 2.



F39: Puente sobre el río Reventazón. Detalle de conexión de la barrera vehicular al parapeto de concreto



F40: Puente sobre el río Reventazón. Deformación permanente visible en la superestructura del puente



F41: Paso sobre Ruta Nacional No. 32. Eflorescencia en la cara inferior del tablero.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 65/93



F42: Paso sobre Ruta Nacional No. 32. Oxidación generalizada en los elementos metálicos de apoyo exterior sobre el bastión 1



(a)

(b)

F43: Puente sobre el río Siquirres. Losa de superestructuras 1 y 3: (a) Agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta mayor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50 cm. Caso de la superestructura 3; (b) Evidencia de eflorescencia en algunas de las juntas de construcción. Caso de la superestructura 3.



(a)



(b)

F44: Puente sobre el río Siquirres. Deterioro de los apoyos elastoméricos y corrosión severa del acero: (a) Caso del bastión B1; (b) Caso del bastión B2.



F45: Puente sobre el río Pacuare. Daños en junta dentada entre superestructuras 1 y 2.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 67/93



F46: Puente sobre el río Pacuare. Exposición del refuerzo principal en la losa del tablero



F47: Puente sobre el río Pacuare. Exposición de la placa de cimentación de la pila 2



F48: Puente sobre el río Pacuarito. Agrietamiento en la cara inferior del tablero.



F49: Puente sobre el río Pacuarito. Socavación sin exposición del cemento en la pila.



F50: Puente sobre el río Cimarrones. Agrietamiento en la cara inferior de la losa de concreto.



F51: Puente sobre el río Cimarrones. Apoyo con corrosión severa, deformación de la placa de acero y agrietamiento de la almohadilla elastomérica.



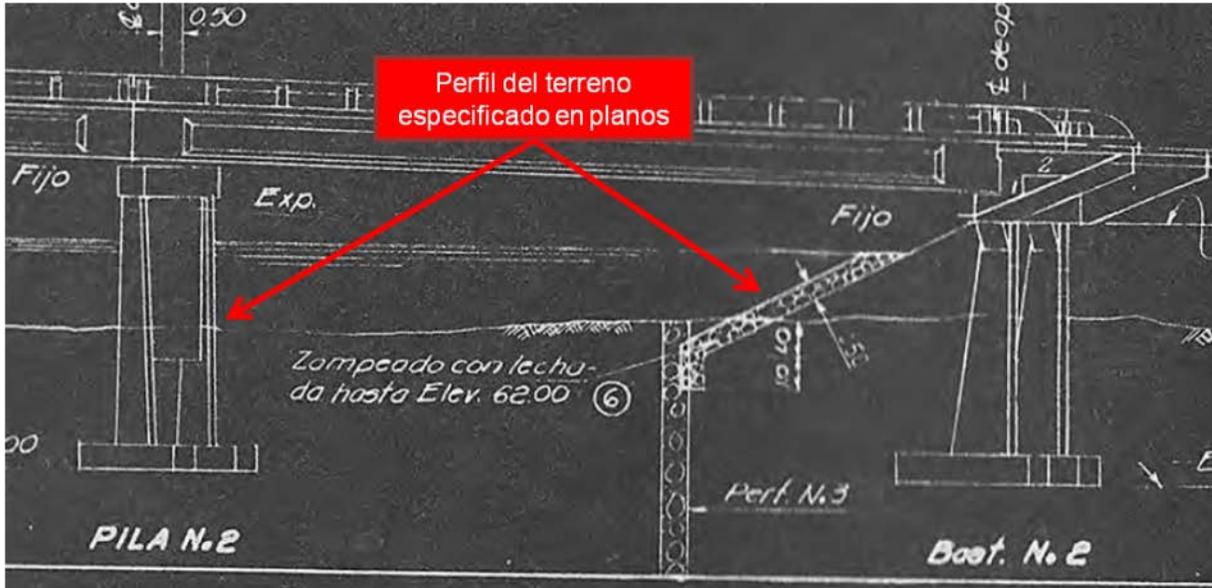
LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 70/93



F52: Puente sobre el río Cimarrones. 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

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

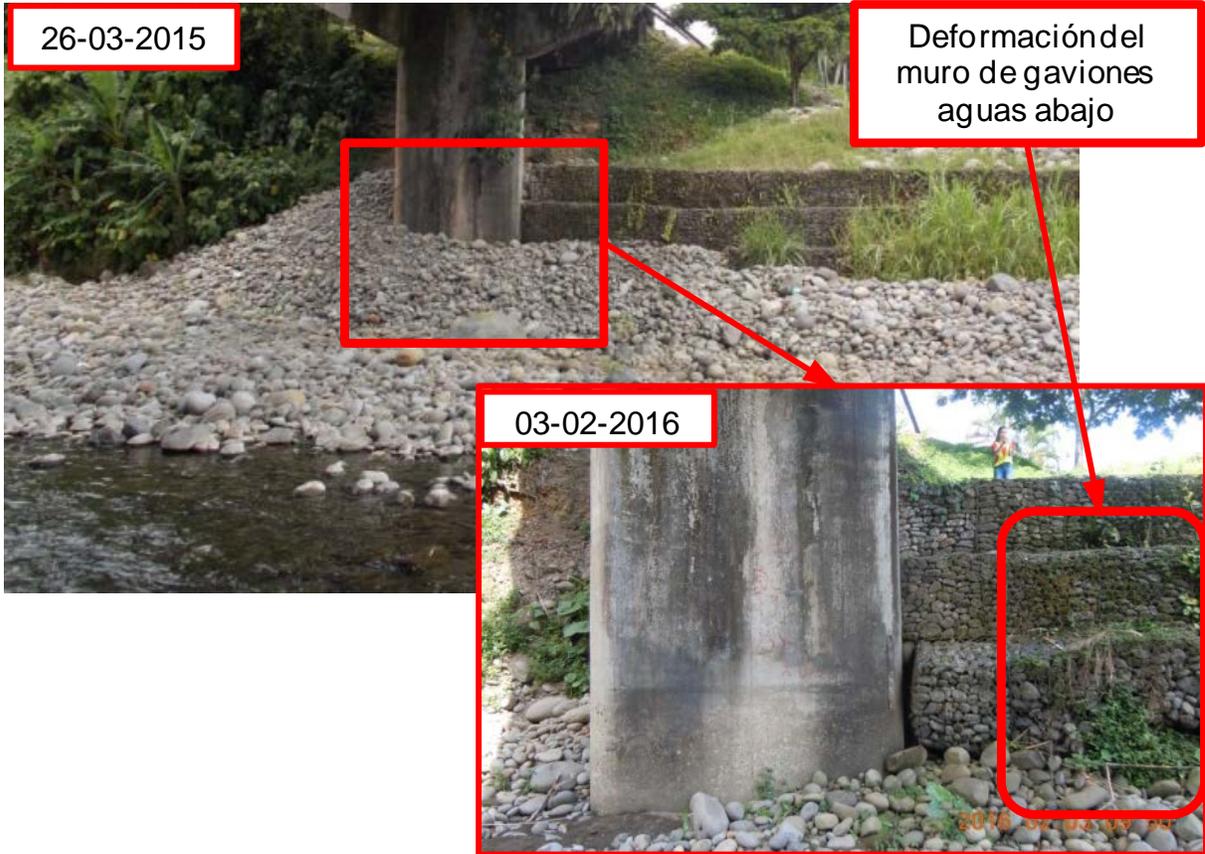
Página 71/93



F53: Puente sobre el río Hondo. Agrietamiento en la superficie superior de la losa del puente.



F54: Puente sobre el río Hondo. Socavación de la fundación del bastión 1, con pilotes expuestos. Se muestra además corrosión de los pilotes y del sistema de arriostramiento temporal.



F55: Puente sobre el río Madre de Dios. Socavación del talud original y de conformaciones de material posteriores de la protección del talud frente al bastión 1 (B1) y pila 1 (P1), así como deformación del muro de gaviones colocado aguas abajo en la margen izquierda



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 73/93



F56: Puente sobre el río Barbilla. Ausencia de los elementos metálicos superiores de la barrera vehicular



F57: Puente sobre el río Barbilla. Agrietamiento en la cara superior de la losa de concreto



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

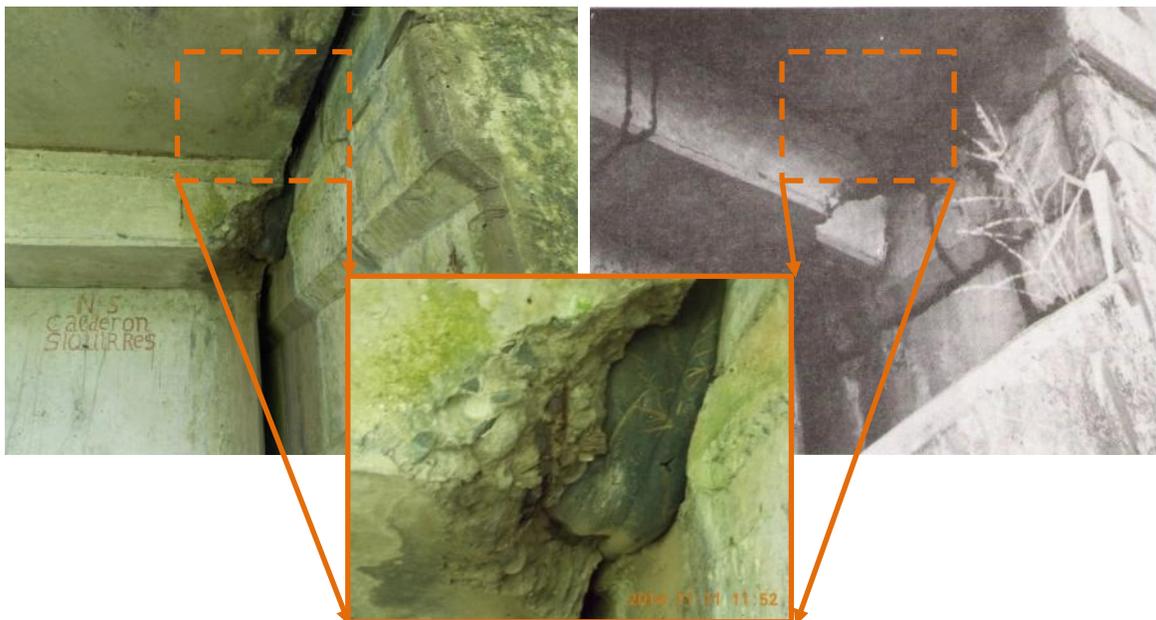
INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 74/93



F58: Puente sobre el río Barbilla. Perno y tuerca con sección reducida por corrosión en apoyo sobre bastión 2.



F59: Puente sobre la quebrada Calderón. Desprendimiento de esquina en viga principal luego del sismo de limón 1991. Pérdida del acero de refuerzo y deformación del sello de la junta.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

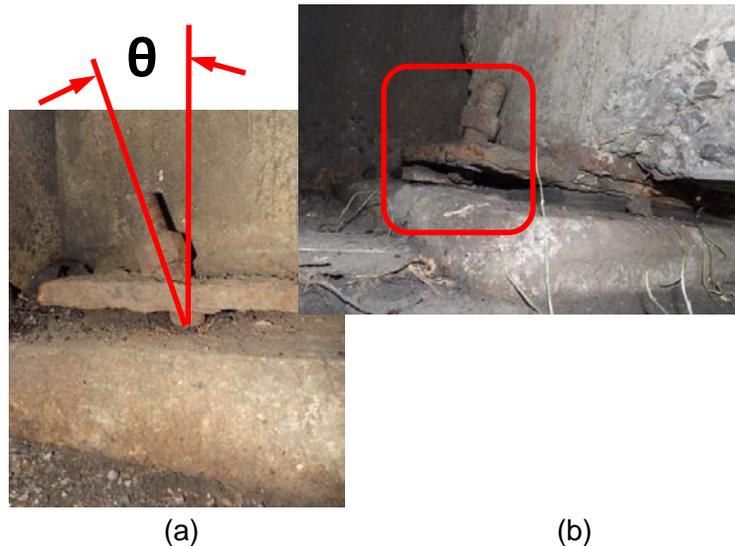
INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

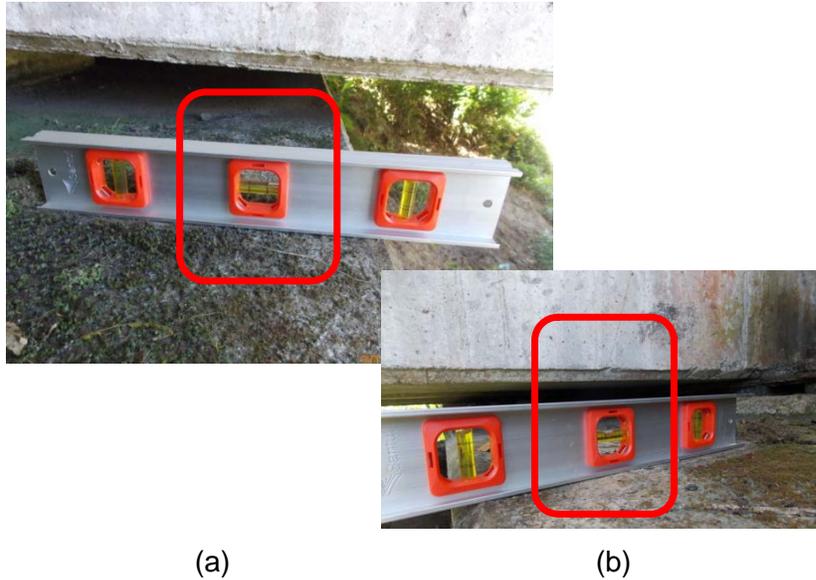
Página 75/93



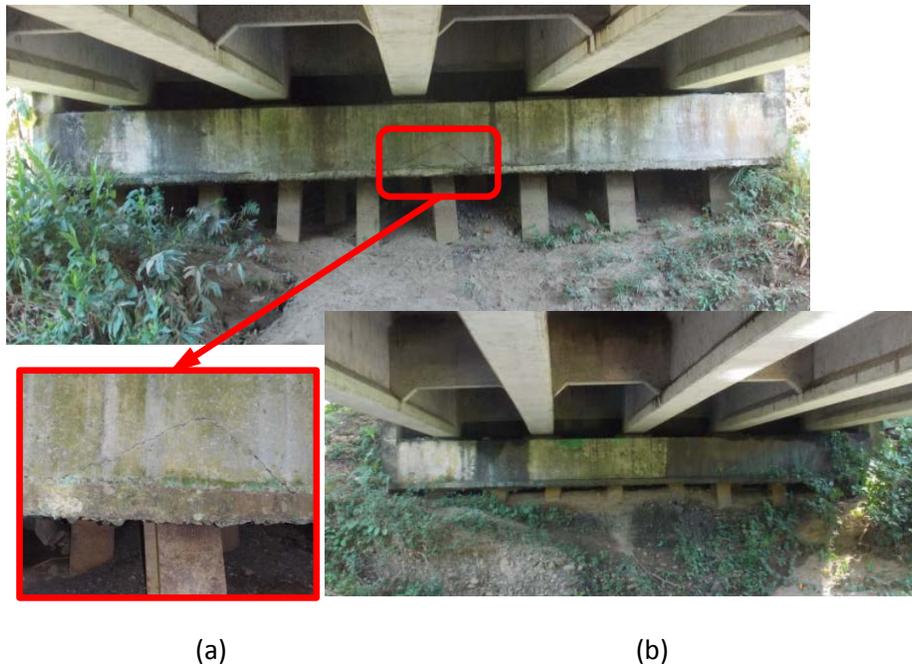
F60: Puente sobre la quebrada Calderón. Cimentación expuesta por socavación del margen derecho de la quebrada en el bastión 1



F61: Puente sobre el río Aguas Claras. Estado de deterioro y corrosión de los apoyos, así como deformación de los pernos de anclaje debido a la acción sísmica, caso del bastión B2: (a) Deterioro y deformación permanente del perno; (b) Pérdida completa de una longitud del perno.



F62: Puente sobre el río Aguas Claras. Rotación de ambos bastiones: (a) Bastión B2 el cual es el caso más crítico; (b) Bastión B1 con rotación de aproximadamente 1°.



F63: Puente sobre el río Aguas Claras. Manchas de humedad y socavación de las cimentaciones: (a) Bastión B1 con detalle de grieta en conexión pilote-bastión; (b) Bastión B2



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 77/93



F64: Puente sobre el río San Miguel. Agrietamiento y nido de piedra de dimensión mayor a 10cm en la cara inferior de la losa.



F65: Puente sobre el río San Miguel. Pilotes del bastión 1 expuestos.

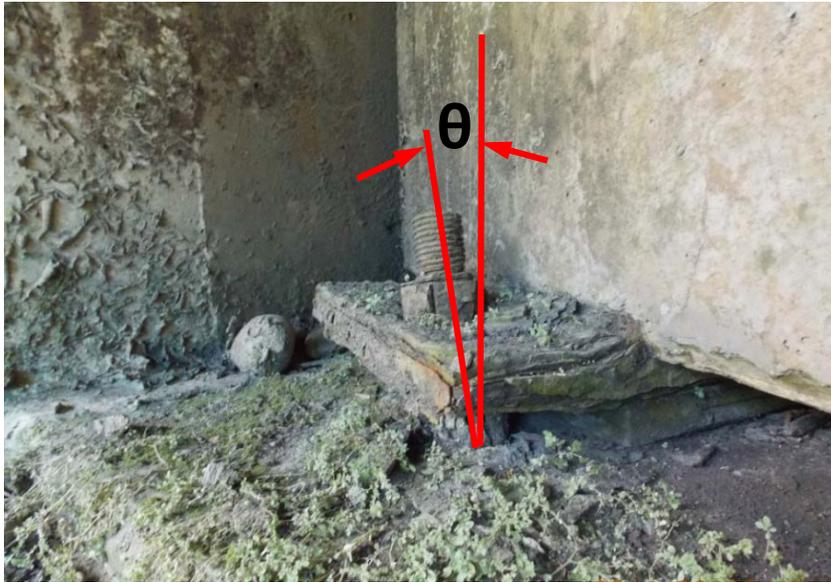


Superestructura con deformación permanente perpendicular a la dirección del tránsito

F66: Puente sobre el río Chirripó. Vista de pila 3 desde el acceso este.



F67: Puente sobre el río Escondido. Desprendimientos (Señalados en azul) y agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50 cm observado en la superficie inferior de la losa de concreto.



F68: Puente sobre el río Escondido. Estado de deterioro y corrosión de los apoyos, así como deformación de los pernos de anclaje debido a la acción sísmica.



F69: Puente sobre el río Cuba. Rotación permanente del bastión 1, pilotes expuestos, desprendimientos de concreto y acero de refuerzo expuesto y corroído.



(a) Fotografía de 1991



(b) Fotografía de 2014

Fuente: Watanabe, Yasuda and Yoshida, 1992¹

F70: Puente sobre el río Cuba. Evidencia de daños sin atención desde el terremoto de Limón 1991 (Vista del bastión 1)



F71: Puente sobre el río Rojo. Inclinación del bastión 1.

¹ Watanabe, H., Yasuda, S. y Yoshida, N. (1992) Reporte de reconocimiento en el Terremoto de 1991 en Telire-Limón: Asociación para el desarrollo de predicción de terremotos [Título original en Japonés]



F72: Puente sobre el río Rojo. Exposición de la cimentación del bastión 1.



F73: Puente sobre el río Toro. Corrosión en el ala inferior de las vigas principales cerca al apoyo del bastión 1.



LanammeUCR

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR

INFORME DE EVALUACIÓN

CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018

Página 82/93



F74: Puente sobre el río Toro. Pilotes expuestos debido a la acción sísmica y a eventos hidrológicos-hidráulicos. Daños en pilotes y cabezal de pilotes debido a rotación.



F75: Puente sobre el río Madre. Agrietamiento en ambas direcciones con un ancho de grieta menor a 0,2 mm y con intervalos menores a 50 cm observado en la superficie inferior de la losa de concreto



F76: Puente sobre el río Madre. Estado de los apoyos: (a) Neopreno deteriorado y deformado a compresión; (b) Estado avanzado de corrosión, caso de apoyo en bastión B1.



F77: Puente sobre el río Blanco (Limón). Daños en bastión 1 y vigas de la superestructura 1 apoyadas en el borde de la viga cabezal.



(a) Inspección de 1991



(b) Inspección de agosto de 2014

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, UCR, 1991

F78: Puente sobre el río Blanco (Limón). Parte superior expuesta de los pilotes de la cimentación del bastión 1.

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 85/93

ANEXO 3

Descripción de las categorías de calificación
 cualitativa de 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 INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 86/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 86 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 87/93

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 INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 88/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 88 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 89/93

ANEXO 4

Glosario

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 90/93

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 90 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

 LanammeUCR	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 91/93

- **Inspección:** Es 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.
- **Evaluación:** Es la determinación de la condición del puente a partir de las observaciones realizadas durante la inspección.
- **Evento hidrometeorológico extremo:** episodio, suceso o evento meteorológico e hidrológico que es raro, o infrecuente, según su distribución estadística para un lugar determinado. Ocurrencia de un valor o una variable climática por encima (o debajo) del valor límite cerca de los extremos superior e inferior del rango de valores observados (IPCC, 2012).
- **Lahar:** Término proveniente de Indonesia cuyo significado es flujo de detritos, flujo transicional o flujo hiperconcentrado proveniente de un volcán que baja por un cauce. Su origen requiere una fuente de agua, material piroclástico no consolidado, laderas con pendientes pronunciadas y un mecanismo disparador como erupciones volcánicas, lluvias torrenciales o terremotos (Ruiz-Cubillo, et. Al., 2015).
- **Conservación de Puentes:** Son las acciones o estrategias que previenen, retrasan o reducen el deterioro de los puentes o de los componentes de puentes, restablecen la función de puentes existentes, mantienen a los puentes en buena condición y extienden su vida útil. Acciones de conservación efectivas de puentes son necesarias para retrasar la necesidad de reparaciones costosas y acciones de reemplazo, por medio de la aplicación de estrategias y acciones de conservación en los puentes mientras estos están en una condición satisfactoria, regular o deficiente (ver tabla B-1) y antes del comienzo de deterioro serio. Conservación de puentes incluye actividades de *mantenimiento preventivo* y de *rehabilitación* (FHWA, 2011).
- **Mantenimiento Preventivo:** Es la estrategia planeada de tratamientos de costo efectivo a un puente existente de forma tal que se preserve, se retarden futuros deterioros, y se mantenga o mejore la condición funcional del sistema (sin una mejora sustancial de la capacidad estructural). Se aplica a elementos de puente con una significativa vida útil

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 91 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 92/93

remanente. Mantenimiento preventivo incluye actividades *cíclicas o programadas* y *actividades basadas en la condición* (FHWA, 2011).

- **Mantenimiento Cíclico o Programado:** Actividades realizadas en un intervalo preestablecido y que buscan preservar las condiciones existentes de los componentes de un puente. La condición de los componentes no siempre es directamente mejorada como resultado de estas actividades, pero se espera que el deterioro sea retrasado (FHWA, 2011).
- **Mantenimiento Basado en la Condición:** Actividades realizadas en los componentes de un puente según sea necesario e identificado por medio del proceso de inspección de puentes. Estas actividades son diseñadas para extender la vida útil de los puentes (FHWA, 2011).
- **Rehabilitación:** Involucra trabajos mayores requeridos para restablecer la integridad estructural de un puente así como los trabajos necesarios para corregir la mayoría de defectos de seguridad. Si bien es cierto la *rehabilitación* es considerada una tarea de *conservación de puentes*, mejoras funcionales tales como agregar un carril o aumentar el claro vertical, son a menudo consideradas actividades de *rehabilitación* pero no tareas de *conservación de puentes* (FHWA, 2011).
- **Sustitución:** Es el reemplazo total de un puente estructural o funcionalmente obsoleto, por medio de una estructura construida en el mismo corredor vial. La estructura de reemplazo deberá cumplir los estándares más actuales de geometría, estructurales y constructivos, requeridos para los tipos y volumen proyectado de tránsito en el puente para su vida de diseño. La sustitución no es considerada una actividad de *conservación de puentes* (FHWA, 2011).
- **Ruta Alternativa:** Debe considerarse una ruta alternativa la ruta que inicia en un punto de intersección de una ruta principal, pasa a través de ciertos poblados y ciudades, y luego conecta de nuevo con la ruta principal a varios kilómetros de distancia. Dado que el propósito del sistema de numeración de rutas de Estados Unidos es definir (señalizar) la mejor ruta disponible y con la menor longitud, una ruta alternativa debe ser designada como

Informe LM-PIE-UP-P01-2018	Junio, 2018	Página 92 de 93
----------------------------	-------------	-----------------

	Universidad de Costa Rica Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR	
	INFORME DE EVALUACIÓN	
	CONSECUTIVO: LM-PIE-UP-P01-2018	Página 93/93

tal solo si ambas rutas son capaces de alojar la misma demanda de tránsito y cuando la ruta alterna tiene substancialmente las mismas características geométricas y estructurales de la ruta principal (AASHTO, 2000).