



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Ingeniería del Transporte (PITRA)

Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional

Reporte No. PN 10-16

Inspección y evaluación
del puente sobre el Río Marín

Ruta Nacional 140



27 de agosto del 2010

1. Introducción

Se prepara este informe de inspección y evaluación del puente sobre el Río Marín, ubicado en la Ruta Nacional 140, en cumplimiento de las disposiciones que establece el Artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencias Tributarias.

De esta forma se responde al mandato expreso de la ley de realizar *“Evaluación bienal de toda la Red Vial Nacional pavimentada”* y de informar *“para lo que en derecho corresponda, a la Asamblea Legislativa, al Ministerio de la Presidencia, al MOPT, a la Contraloría General de la República y a la Defensoría de los Habitantes, el resultado final de las auditorías técnicas realizadas a proyectos en ejecución y de las evaluaciones efectuadas a la red nacional pavimentada, las carreteras y los puentes en concesión”*.

Se entiende por inspección visual la observación de todos los componentes del puente a los cuales se tiene acceso por parte de un inspector o ingeniero calificado con el fin de evaluar su estado de deterioro en un instante dado. Para realizar dicha labor, se utilizó como guía el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

El puente en cuestión cruza el Río Marín en la Ruta 140 y se encuentra en el distrito Quesada, cantón San Carlos, provincia de Alajuela. Su ubicación en coordenadas CRTM es 1143652 de latitud y 455943 de longitud. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del puente, el cual fue inspeccionado el 19 de mayo de 2010 y 19 de agosto de 2010. De acuerdo con las bases de datos disponibles, este puente brinda servicio a una ruta nacional que sirve de comunicación a la comunidad de La Marina con Ciudad Quesada.

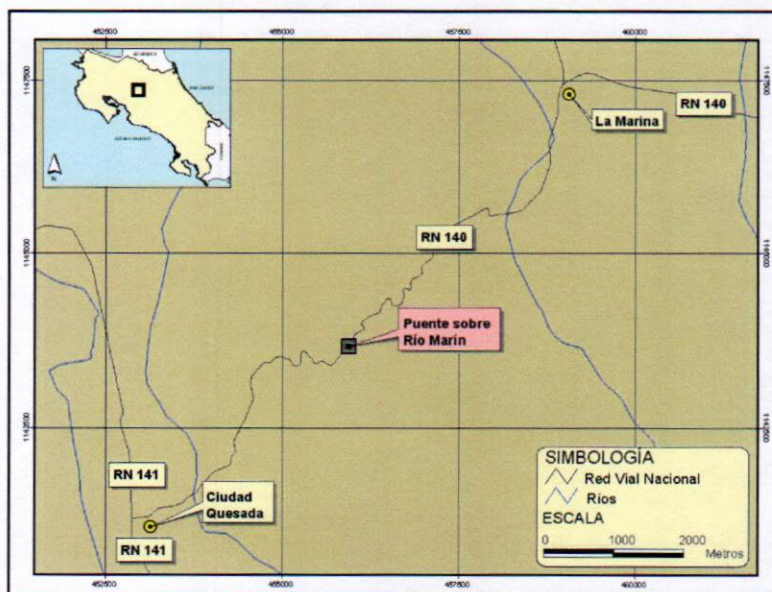


Figura 1. Ubicación geográfica del puente sobre el Río Marín.
(Preparado por LanammeUCR, 2010).



2. Antecedentes

Como parte de las labores de evaluación de la red vial nacional que realiza el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica, en cumplimiento de los mandatos que le otorga la Ley N° 8114 y su reforma mediante la Ley N° 8603, se han venido realizando evaluaciones de vulnerabilidad ante amenazas naturales de diferentes elementos que componen la red vial nacional (e.g., susceptibilidad a deslizamientos, vulnerabilidad de alcantarillas, susceptibilidad ante flujo de lodos y detritos, vulnerabilidad de puentes).

La definición de aquellos puntos críticos para la infraestructura vial y que se reconocen como secciones vulnerables ante las amenazas mencionadas es una labor que requiere del aporte de los profesionales que más conocen la red vial por la naturaleza de su trabajo, como son los ingenieros a cargo de los organismos de inspección contratados por el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). De esta forma, la estrategia inicial definida por la Unidad de Evaluación de la Red Vial consistió en solicitar información a los ingenieros de cada uno de los organismos de inspección, para lo cual se les envió comunicación escrita solicitando su colaboración para identificar si, a su criterio, existe algún tramo de la Red Vial Nacional a su cargo que requiera ser evaluado desde un punto de vista de vulnerabilidad ante amenazas naturales.

Es así, como desde marzo del año 2010 la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional (UERNV) implementa una metodología de detección de elementos de la infraestructura vial nacional vulnerables ante amenazas naturales. Por medio de los oficios MSD-SJ-191-2010, OIGD(1-2)-118-2010, MSD-LS-127-2010, FVC(1-4)-170-2010, FCV(1-5)-093-2010, SALASA (1-7)-114-10, COGUSA-206-2010, OI (H)-0184-2010, OI (2-1)-163-2010, MAUCA 097-2010, ILS (2-3)-088-2010, 232-Nicoya-2010, CC 02-017-2010, ILS (3-2)-157-2010, OI-PA-ZONA (4-1)-CO-253-2010, CVRGU (4-2)-034-2010, CVRGU (4-3)-043-2010, UI (5-1)-257-2010, PCVSC-157-2010, OISC (6-2)-G 21-10, enviados por los organismos de inspección al LanammeUCR, se identificaron distintos aspectos que los ingenieros a cargo de los organismos de inspección, como representantes de la Administración, consignan como vulnerables ante eventos naturales. Esta identificación de sectores fue sometida a un análisis de priorización por parte de la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR, la cual permitió definir a los puentes como estructuras vulnerables que necesitan de atención, por lo cual en mayo de 2010 se inició un proceso de inspección y evaluación de estas estructuras a cargo de la UERNV, lo cual compone una primera etapa de análisis de los sectores consignados como vulnerables ante amenazas naturales.

3. Objetivo general

El objetivo de las inspecciones realizadas por la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR es evaluar el estado de los puentes de la red vial nacional, para establecer una base de información organizada que sirva como insumo técnico para promover procesos de planificación y acciones preventivas o correctivas por parte de la Administración Activa del Estado costarricense, facilitándoles la toma de decisiones y la priorización con el fin de reducir el riesgo existente.

4. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la inspección realizada son:

- Realizar una descripción básica del puente y sus componentes.
- Evaluar la seguridad vial del puente.
- Efectuar una inspección visual de los componentes del puente para evaluar su estado actual de deterioro.
- Generar un diagnóstico preliminar de la estructura del puente y proporcionar recomendaciones para el mantenimiento y/o reparación del puente.
- Evaluar la vulnerabilidad del puente ante amenaza sísmica según la metodología RMS.

5. Alcance del informe

Este informe de inspección y evaluación del puente sobre el Río Marín brinda recomendaciones para mantenimiento y reparación basadas en observaciones visuales realizadas el día 19 de mayo y 19 de agosto de 2010, a partir de visitas al puente y la inspección visual de los elementos de la estructura.

El alcance de este informe no comprende la revisión de los planos de diseño, de los planos de cómo fue construido el puente, ni de registros previos de inspección o mantenimiento, por lo que la evaluación se basa únicamente en la inspección de los componentes a los cuales se tuvo acceso visual, siguiendo para ello los lineamientos para la calificación del grado de deterioro de puentes incluidos en el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural, hidráulica o funcional del puente, así como las propiedades mecánicas de los materiales que lo componen, se recomienda a la Administración Activa llevar a cabo estudios especializados para tal fin.

6. Descripción

El puente sobre el Río Marín consiste de un sistema de superestructura de vigas de concreto simplemente apoyadas. Este cuenta con juntas de expansión al inicio y al final del tramo, las cuales están cubiertas por una sobrecapa de carpeta asfáltica de espesor desconocido colocada sobre la losa de concreto del puente.

El puente, de un carril solamente, no cuenta con señal de identificación (indicación del nombre del puente); no obstante, cuenta con una placa que indica su periodo de construcción (1949-1953) y otra que identifica la carga de diseño utilizada (H-15) (Ver Fotografía 1).



Fotografía 1. Placas indicando periodo de construcción y carga viva considerada para diseño. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).

En cuanto a señalización vial, cuenta en ambos sentidos con señales verticales de identificación delimitadoras del puente y de prevención que indican cambios en el alineamiento horizontal (señal tipo *Chevron*), así como señales de reglamentación para priorizar el paso (señal de *CEDA EL PASO*). Se observaron postes de acero utilizados para colocar señales viales verticales que no cuentan con rotulación alguna. La demarcación horizontal se encuentra en mal estado, siendo poco visible durante el día y en condiciones de lluvia, tal como se pudo constatar el día de la inspección.

El puente cuenta con sus respectivas barandas en concreto reforzado, las cuales presentan pérdida de concreto en la base y el tope de las columnas dejando expuesto el acero de refuerzo. El puente no cuenta con guardavías en los accesos a la estructura.

A un costado del puente se ubica una acera para paso peatonal el cual, por la cercanía del puente con una escuela, es usada frecuentemente por niños para desplazarse hacia la escuela. La estructura de acero del puente peatonal presenta señales importantes de oxidación y corrosión, además la superficie superior presenta problemas de fricción por el tipo de material usado, sobre todo en condiciones de lluvia en la cual la superficie se mantiene húmeda.

Las fotografías 2 y 3 muestran vistas generales del puente sobre el Río Marín, en las cuales se pueden identificar algunas de las condiciones antes descritas.



Fotografía 2. Vista general del puente sobre el Río Marín.
(Estado de puente al 19 de agosto de 2010).



Fotografía 3. Vista lateral del puente (aguas abajo) sobre el Río Marín.
(Estado de puente al 19 de agosto de 2010).

El cauce del río, en el punto de confluencia con el puente, muestra una alineación sesgada con evidencia de arrastre de bloques de roca, lo que es señal del caudal que puede pasar por ese punto durante crecidas del río y que podrían causar daños estructurales y funcionales al puente.

El puente cuenta con ductos de drenaje a ambos lados de la vía con señal de poco o nulo mantenimiento. La estructura no cuenta con iluminación y además es utilizado para el paso de tuberías de pequeño diámetro que se supone son de agua potable.

La subestructura cuenta con bastiones tipo muro de concreto con viga cabezal los cuales cuentan con sus respectivos aletones. Las cimentaciones de los bastiones y aletones muestran evidencia de socavación, aguas arriba, por la erosión causada por el río.

7. Evaluación del puente

Para efectos de facilitar la presentación de los hallazgos observados en el puente y ofrecer recomendaciones para mejoras, mantenimiento y reparación, la evaluación del puente se dividió en cuatro áreas: (a) seguridad vial, (b) superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros, (c) superestructura y (d) subestructura. Las observaciones y recomendaciones según estas áreas se resumen en las Tablas 1 a 4, las cuales se presentan a continuación.

7.1. Seguridad vial y estado de conservación actual del puente

Tabla 1. Condiciones de Seguridad Vial.

SEGURIDAD VIAL		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
1.1. Barandas	Las barandas presentan pérdida de concreto en la base y el tope de las columnas, dejando expuesto acero de refuerzo. Además, las barandas no están debidamente pintadas. (Ver fotografías 6 y 7).	Investigar si la baranda tiene la capacidad para resistir la colisión de un vehículo y prevenir que este caiga al río. En base a este estudio se determinaría si la baranda debería ser sustituida. De no requerir su sustitución, se recomienda reparar las columnas de las barandas para, evitar la corrosión y oxidación del acero de refuerzo y que esta condición se extienda al acero de refuerzo del resto de la estructura de la baranda. Pintar las barandas con pintura que cumpla con los estándares de retroreflectividad para asegurar que sean visibles en horas de la noche, sobre todo por el alineamiento de la carretera en el punto de ubicación del puente.
1.2. Guardavías	Los accesos al puente no cuentan con guardavías. (Ver Fotografía 4).	Colocar guardavías en los accesos del puente. Los guardavías deben contar con la debida señalización y cumplir con aspectos de seguridad vial en su diseño y construcción, para asegurar que sirvan como elementos de protección y no representen un peligro potencial para los usuarios.

Tabla 1 (cont.). Condiciones de Seguridad Vial.

SEGURIDAD VIAL		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
1.3. Paso peatonal y accesos	La estructura del paso peatonal presenta evidencia de corrosión y oxidación importante. La superficie superior del paso peatonal fue construida con láminas de punta de diamante, las cuales no proveen una superficie con suficiente grado de fricción, sobretodo en condiciones de lluvia. (Ver fotografías 6 y 10).	Se recomienda sustituir el paso peatonal a menos que se demuestre por medio de un estudio técnico y de costos que el costo de su reparación es menor al 50% del costo de sustitución. En el caso que decida proseguir con la reparación, se recomienda proteger la estructura con el sistema de pintura recomendado por AASHTO 1996. Además, se recomienda remplazar las láminas de punta de diamante existentes por otro tipo de superficie que proporciones un nivel de fricción suficiente para evitar el deslizamiento de los peatones. Se recomienda construir los accesos respectivos marcándolos con pintura retroreflectiva.

Tabla 2. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.1. Superficie de rodamiento	La superficie de rodamiento no presenta problemas.	Eliminar la carpeta asfáltica colocada sobre las juntas de expansión.
2.2. Cunetas y drenajes del puente	Los ductos de drenajes del puente se encuentran cubiertos de tierra y vegetación, lo que impide el adecuado desagüe del agua recolectada provocando acumulación de agua en la superficie de rodamiento, lo que a su vez puede resultar en problemas de fricción para los carros con la superficie de rodamiento. (Ver Fotografía 5).	Limpiar los ductos de drenaje de toda suciedad, tierra o sedimento. Se recomienda además, colocar tubos dentro de los ductos de drenaje que recojan el agua de escorrentía de la superficie de rodamiento y la desagüen al río, evitando así el contacto directo de las vigas con el agua.

Tabla 2 (cont.). Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.3. Drenajes de accesos	No existen cunetas adecuadas que recolecten y guíen las aguas de escorrentía superficial lejos de los aletones del puente. Actualmente el agua de escorrentía está siendo descargada en los taludes contiguos a los aletones, lo que puede erosionar el talud y la cimentación de los aletones. (Ver Fotografía 12).	Construir un sistema de recolección de agua de escorrentía superficial que descargue el agua recolectada directamente al río, evitando que el agua percole en el material de relleno detrás de los aletones y erosione el talud contiguo.
2.4. Juntas de expansión	Las dos juntas de expansión de la superestructura ubicadas sobre los bastiones del puente están cubiertas por una sobrecapa de asfalto, lo que eventualmente resultará en grietas en la capa de mezcla asfáltica ubicadas sobre estas. (Ver Fotografía 4).	Se recomienda eliminar la capa de mezcla asfáltica sobre las juntas. Limpiar las juntas y sellarlas con material flexible e impermeable para permitir la contracción/expansión del puente y evitar la infiltración de agua. Implementar un sistema de mantenimiento periódico para eliminar el sedimento que pueda acumularse en las juntas.
2.5. Accesos	No existe evidencia de asentamientos en los accesos, a pesar de las condiciones de drenaje existentes.	Monitorear la condición de los accesos en la siguiente inspección.

Tabla 2 (cont.). Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

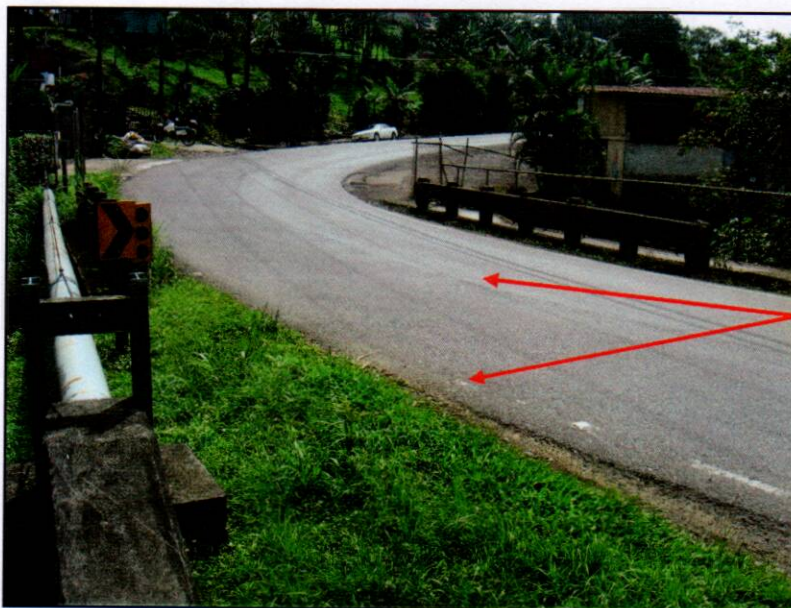
SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.6. Cauce del río	El puente presenta una alineación recta aguas arriba y aguas abajo del puente. No obstante, el punto de confluencia del río con el puente hay un recodo que hace que el río golpee la base del aletón derecho aguas arriba, provocando socavación del suelo bajo el aletón y bajo el bastión.	Construir un sistema de protección contra la erosión y la socavación de la cimentación de los bastiones del puente, tomando en consideración el sesgo entre la orientación del puente y la del río.
	No se observó erosión de las márgenes del río, tanto aguas arriba como aguas abajo. No obstante, se observó una depositación importante de piedras de gran tamaño cerca de los bastiones, lo que refleja que el río tiene capacidad hidráulica para arrastrar este tipo de material y que eventualmente podría provocar erosión en los márgenes del río.	Construir obras de encauzamiento, como pueden ser diques de acompañamiento o de guía, con el fin de dirigir el flujo del río hacia el vano del puente y conseguir que el agua cruce el puente en dirección perpendicular al vano.

Tabla 3. Estado de conservación de la superestructura.

SUPERESTRUCTURA		
Elementos	Observaciones	Recomendaciones
3.1. Losa	La losa se observa en buen estado.	Monitorear en la próxima inspección.
3.2. Vigas principales	Las caras externas de las vigas externas muestran clara evidencia de humedad producto del mal estado de los ductos de drenaje.	Proveer a los drenajes de una tubería con un largo suficiente para que descarguen el agua directamente al río y así eliminar el contacto directo de las vigas con el agua.

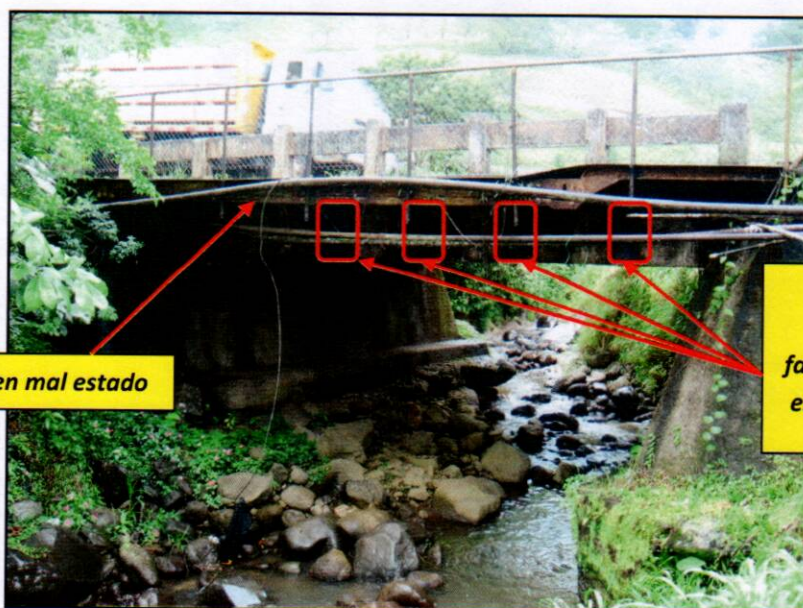
Tabla 4. Estado de conservación de la subestructura.

SUBESTRUCTURA		
Elemento/ componente	Observaciones	Recomendaciones
4.1. Apoyos sobre el bastión	El tipo de apoyo entre la superestructura y la subestructura aparenta ser del tipo apoyo simple. Se observó una leve filtración de agua proveniente de la superficie en el apoyo de ciertas vigas sobre el bastión. Adicionalmente se observó acumulación de sedimento alrededor de los apoyos y sobre la viga cabezal.	Limpiar todo el sedimento acumulado alrededor de los apoyos y sobre la viga cabezal. Además detener la continua filtración de agua colocando un sello de neopreno que impermeabilice la junta de expansión.
4.2. Bastiones y aletones	Se observó escurrimiento de agua de escorrentía sobre los bastiones y aletones debido a un mal manejo de las aguas que se recogen en la superficie de ruedo y que no cuentan con un adecuado encauzamiento. (Ver Fotografía 12).	Limpiar todo el sedimento acumulado en la superficie de los bastiones y aletones para evitar el crecimiento de vegetación. Proporcionar un sistema adecuado de encauzamiento del agua de escorrentía para que esta no se infiltre en el relleno detrás de los aletones y sea descargada de forma adecuada al río.
4.3. Cimentación	Hay evidencia de socavación significativa bajo los cimientos por el efecto erosivo del flujo de agua. No existe ningún tipo de protección (.e. enrocado) de la cimentación para evitar este problema, sino más bien material arrastrado por el río que se ha acumulado en la base de la cimentación. Se desconoce si este material ha impactado fuertemente al bastión (Ver Fotografía 9).	Reparar el daño observado en los cimientos debido a la erosión y construir un sistema de protección a los cimientos de los bastiones para reducir o mitigar el efecto erosivo del río.



*Señalización horizontal
prácticamente inexistente*

Fotografía 4. Vista general puente sobre Río Marín.
(Estado del puente al 19 de agosto de 2010).



Paso peatonal en mal estado

*Ductos de desagüe llenos de
sedimentos y tierra, lo que
facilita la percolación del agua de
escorrentía en las vigas externas*

Fotografía 5. Vista lateral puente sobre Río Marín.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).

*Columnas de baranda con
pérdida de concreto*



Fotografía 6. Falta de concreto en topes de columnas de baranda.
(Estado del puente al 19 de agosto de 2010).

*Columnas de baranda con
pérdida de concreto*



Fotografía 7. Falta de concreto en base de columna de baranda.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



*Eflorescencia en viga
principal*

Fotografía 8. Zona con eflorescencia en vigas principales.
(Estado del puente al 19 de agosto de 2010).



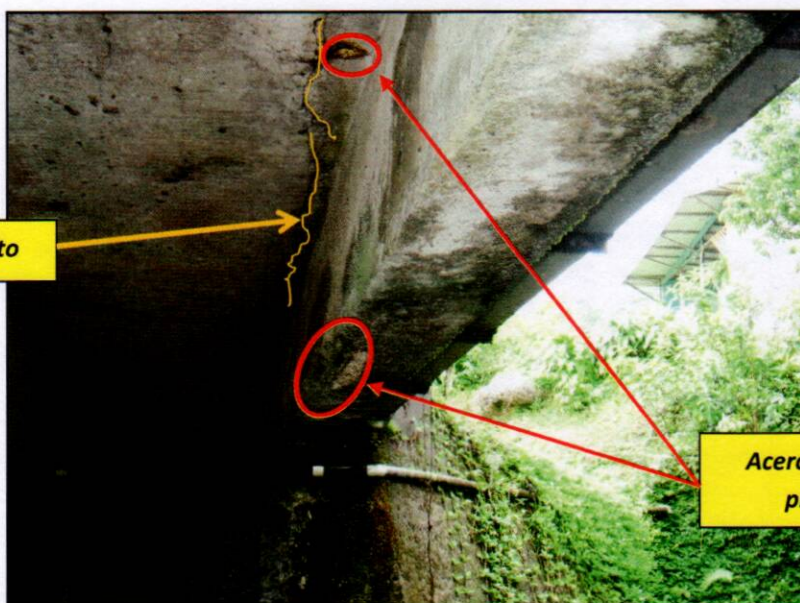
*Socavación de la cimentación
de bastión (aguas arriba)*

Fotografía 9. Socavación, aguas arriba, de cimentación de bastión
(Estado del puente al 19 de agosto de 2010).



**Estructura de paso peatonal
con evidencia de oxidación y
corrosión**

Fotografía 10. Vista inferior paso peatonal.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Grietas en losa de concreto

**Acero de refuerzo de viga
principal expuesto**

Fotografía 11. Vista inferior puente sobre Río Marín.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



*Mal manejo de agua de
escorrentía*

Fotografía 12. Agua de escorrentía sin canalizar.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



*Mal manejo de agua de
escorrentía*

Fotografía 13. Agua de escorrentía mal canalizada descargada
en taludes cercanos al puente. (Estado del puente al 19 de mayo de 2010).



Fotografía 14. Evidencia de humedad en bastión bajo estructura de paso peatonal.
(Estado del puente al 19 de mayo de 2010).

8. Evaluación de la vulnerabilidad del puente según metodología de RMS

Para la evaluación de la vulnerabilidad de este puente ante amenazas sísmicas se utilizó el método de Risk Management Solutions Inc. (RMS), publicado en 1997, el cual considera el comportamiento diferenciado de los tipos estructurales de puentes. Los resultados del uso de esta metodología sirven para complementar las observaciones visuales de las inspecciones realizadas en campo, tomando en consideración los daños potenciales que podría sufrir la estructura según sus características estructurales del puente y las aceleraciones pico del terreno que podrían presentarse para diferentes periodos de retorno.

Esta metodología se basa en estudios estadísticos del comportamiento de puentes ante sismos ocurridos en el pasado, y es una práctica muy utilizada en la actualidad debido al desarrollo de un gran número de curvas de fragilidad para distintos tipos de estructuras.

Para predecir los daños que provocaría un terremoto sobre un puente, se utilizan curvas de fragilidad, las cuales indican la probabilidad de que un determinado estado de daños sea excedido para una aceleración pico del terreno, en función de las características estructurales del puente.

La metodología de análisis se detalla en el documento "Evaluación ante amenaza sísmica de puentes de la Red Vial Nacional Documento de trabajo" (LM-PI-PV-ERV-39-10), publicado por la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR en el mes de junio del año 2010.

El puente sobre el Río Marín fue evaluado tomando en consideración sus características estructurales y utilizando mapas de aceleraciones, según la amenaza sísmica, para periodos de retorno de 100 y 500 años, este último valor como revisión según la última versión del Código Sísmico de Costa Rica (2002). Bajo estas consideraciones se esperarían aceleraciones pico del terreno de 0,28g para un periodo de retorno de 100 años y de 0,425g para un periodo de retorno de 500 años.

En la Tabla 5 se muestran las características utilizadas para evaluar el puente.

Tabla 5. Características del puente sobre el Río Marín.

Característica	Puente sobre Río Marín
Periodo de construcción	1949-1953
Material	Concreto
Tipo de estructura	Vigas de concreto reforzado de sección rectangular
Tipo	Puente simplemente apoyado
Diseño	Convencional
Riesgo	Alto

De las características anteriores, y siguiendo la metodología de RMS, el puente clasifica como una estructura HBR12 (puente simplemente apoyado, diseño convencional y de alto riesgo).

Con base en la clasificación del puente (i.e., HBR12) y las aceleraciones del terreno esperadas para periodos de retorno de 100 y 500 años, se concluye que el puente tiene una vulnerabilidad muy alta ante amenaza sísmica.

El nivel de vulnerabilidad muy alta, según la metodología RMS, implica que el puente es susceptible a la degradación de los bastiones (estructuralmente inseguros, sin necesariamente llegar a colapsar), a la pérdida parcial de apoyo de las vigas principales sobre la viga cabecal (meseta de apoyo) del bastión y a asentamientos en los accesos al puente.

De ahí la importancia de realizar las reparaciones necesarias al puente para asegurar su buen funcionamiento y comportamiento estructural ante cargas de servicio y minimizar el nivel de riesgo asociado ante eventos extremos.

9. Conclusiones y recomendaciones generales

Las Tablas 1 a 4 resumen acciones, en forma de recomendación, que se deberían ejecutar para resolver las situaciones que la falta de mantenimiento ha generado en el puente, según lo observado el día que se realizó la inspección (19 de mayo de 2010 y 19 de Agosto de 2010), y así lograr extender su vida útil y aumentar la seguridad de los usuarios.

El estado de deterioro del puente clasifica como crítico por la socavación que presentan los cimientos de los bastiones y aletones. Se recomienda brindarle una solución a este problema dentro de los siguientes 90 días.

Para asegurar el buen funcionamiento de los ductos de drenaje, se recomienda limpiarlos de toda suciedad, tierra o sedimento. Se recomienda además, colocar tubos dentro de los ductos de drenaje que recojan el agua de escorrentía de la superficie de rodamiento y la desagüen al río, evitando así el contacto directo de las vigas con el agua.

En las zonas con acero de refuerzo expuesto, se recomienda limpiar cualquier signo de oxidación y restituir el concreto descascarado. En las zonas donde existe corrosión en el acero de refuerzo, y por consiguiente pérdida del área efectiva del acero, la Administración debe analizar la necesidad de reforzar el elemento estructural o al menos detener el proceso de deterioro para asegurar un adecuado comportamiento estructural del puente.

Para mejorar la seguridad vial de los usuarios del puente se recomienda pintar las barandas con pintura retroreflectiva que asegure la visibilidad del puente en horas de la noche. Se debe demostrar que las barandas tienen la resistencia de resistir una colisión y que prevenga que el vehículo caiga la río. Además se recomienda colocar guardavías en los accesos del puente y proveer a la estructura de iluminación.

Para proveer de seguridad a los peatones que usen el puente, se recomienda sustituir el paso peatonal por otro que cuente con una superficie antideslizante a menos que se demuestre que el costo de reparar la estructura existente resulta ser menor al 50% del costo de sustitución. Se recomienda que la estructura del paso peatonal sea sujeta a un programa de mantenimiento, tal y como se recomienda para la estructura del puente vehicular.

No se observó que el puente sobre el Río Marín haya recibido algún tipo de mantenimiento preventivo o correctivo, por lo que se recomienda a la Administración, a través del Ministerio de Obras Públicas y Transportes y los órganos adscritos al ministerio, como el Consejo Nacional de Vialidad, que incluya en su programa de administración de puentes una programación para inspecciones visuales y de mantenimiento del puente con al menos una periodicidad de un año hasta que no se atiendan las situaciones identificadas y posteriormente se implemente un proceso de mantenimiento sistemático y preventivo.



Las observaciones realizadas durante la inspección de campo, correspondiente a los puntos antes mencionados, se complementaron con una evaluación ante amenaza sísmica del puente, realizada según la metodología de Risk Management Solutions Inc. (RMS). Esta evaluación permitió determinar que el puente es susceptible a la degradación de los bastiones del puente (estructuralmente inseguros, sin necesariamente llegar a colapsar), pérdida parcial de apoyo de las vigas principales sobre la viga cabezal (meseta de apoyo) del bastión y a asentamientos en los accesos al puente. De ahí la importancia de realizar las reparaciones necesarias al puente para asegurar su buen funcionamiento y comportamiento estructural ante cargas de servicio y minimizar el nivel de riesgo asociado ante eventos extremos; pues a partir de las condiciones de deterioro actuales y con el nivel de amenaza asociado se podría esperar la falla eminente de la estructura.

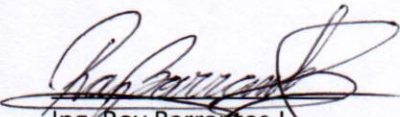


Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

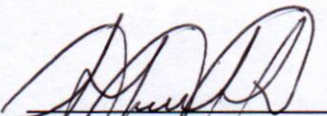
**Puente inspeccionado e
informe preparado por:**


Ing. Diego A. Cordero C.
Ingeniero evaluador
Unidad de Evaluación de
la Red Vial Nacional
PITRA - LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

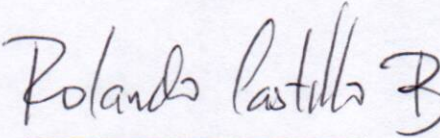
Informe revisado por:


Ing. Roy Barrantes J.
Coordinador Unidad de
Evaluación de la Red Vial
Nacional (UERVN)
PITRA - LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

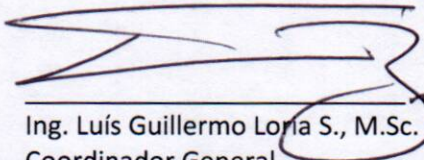
Informe revisado por:


Lic. Miguel Chacón A.
Asesor Legal Externo
LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Informe revisado por:


Ing. Rolando Castillo B., Ph.D.
Asesor técnico
Unidad de Puentes
PITRA - LanammeUCR
Universidad de Costa Rica

Informe aprobado por:


Ing. Luis Guillermo Loria S., M.Sc.
Coordinador General
PITRA - LanammeUCR
Universidad de Costa Rica



INSPECCION DE PUENTES (EVALUACION DEL DAÑO)
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



Universidad de Costa Rica

A. IDENTIFICACION Y UBICACIÓN

NOMBRE DEL PUENTE:	Río Marín	PROVINCIA:	Alajuela	DIRECCION DE VIA:	La Marina
RUTA No:	140	CANTON:	San Carlos	CRUZA SOBRE:	Río Marín
CLASIFICACION DE RUTA:	Secundaria	DISTRITO:	Quesada	FECHA DE DISEÑO:	No Disponible
KILOMETRO:	5,04	LATITUD :	1143652 (CRTM)	FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	1949
ADMINISTRADO POR:	CONAVI	LONGITUD	455943 (CRTM)		

B. DATOS DE INSPECCIÓN

Inspeccionado por:	Diego A. Cordero	Fecha:	19-Mayo-2010	Condiciones del Clima	Nublado
Inspección Previa por:	No aplica	Fecha:	No aplica	Reporte No.	PN 10-16
Fecha de próxima inspección:	No disponible				

C. INFORMACION GENERAL

Tipo de estructura	Puente
Longitud total (m)	9,00
Numero de claros	1
Ancho total (m)	6,00
Ancho de calzada (m)	6,00
No. de vías	1

D. INSPECCION VISUAL

ITEM	ELEMENTO	EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO					
		Ondulación	Surcos	Agrietamiento	Baches	Sobrecapas de asfalto	
1	Superficie de rodamiento	1	1	1	1	1	
2	Juntas de expansión	Sonidos extraños	Filtración de agua	Fallante o Deformación	Movimiento vertical	Obstruida	Acero Expuesto
3	Baranda - Metálica	1	2	1	1	5	1
		Deformación	Oxidación	Corrosión	Fallante		
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		
4	Baranda - Concreto	Agrietamiento	Refuerzo expuesto	Fallante			
		2	3	1			

ITEM	ELEMENTO	EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO					
		Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
5	Losa	1	1	1	1	1	1
		Agujeros					
6	Vigas Principal	1					
		Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
		2	1	3	3	1	1
7	Viga Diafragma	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

ITEM	ELEMENTO	EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO					
		Oxidación	Corrosión	Deformación	Pérdida de pernos	Grietas en sol/placa	
8	Viga Principal	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
9	Sistema de Arriostramiento	Oxidación	Corrosión	Deformación	Rotura de conexiones	Rotura de elementos	
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
10	Pintura	Decoloración	Ampollas	Descascaramiento			
		No aplica	No aplica	No aplica			

ITEM	ELEMENTO	EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO					
		Rotura de pernos	Deformación extraña	Inclinación	Desplazamiento		
11	Apoyos	1	1	1	1		
12	Bastión (Viga cabzal y Aletónes)	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
		1	1	1	1	1	1
		Protección del talud					
13	Bastión (Cuerpo Principal)	1	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
		1	1	1	1	1	1
		Pérdida de talud	Inclinación	Socavación			
		1	1	3			
14	Pila (Viga cabzal)	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
15	Pila (Cuerpo Principal)	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra	Eflorescencia
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		Inclinación	Socavación				
		No aplica	No aplica				

D5. COMENTARIOS		ITEM No	COMENTARIOS
		2	En los puntos de apoyo de las vigas principales sobre la viga cabezal del basión que presentan humedad, hay evidencia de eflorescencia. Además, sobre la viga cabezal se observó residuos de suelo y sedimentos que pudieron haberse introducido por la junta antes de ser tapada por el asfalto.
		4	La baranda de concreto, aguas arriba, muestra cierto grado de inclinación con respecto a la vertical.
		4	Los topes y bases de dos columnas de la baranda tienen acero de refuerzo expuesto, aunque este no muestra evidencia de corrosión o oxidación.
		12 y 13	Hay importante evidencia de socavación del suelo bajo la cimentación del basión derecho y del aletón, aguas arriba. Esto por el recodo que hace el río en ese punto en particular, produciendo la socavación que si no se atiende podría resultar en la inclinación de este basión.



INSPECCION DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



Universidad de Costa Rica

NOMBRE DEL PUENTE:	Río Marín	PROVINCIA:	Alajuela	DIRECCION DE VIA:	La Marina
RUTA No:	140	CANTON:	San Carlos	CRUZA SOBRE:	Río Marín
CLASIFICACION DE RUTA:	Secundaria	DISTRITO:	Quesada	FECHA DE DISEÑO:	No disponible
KILOMETRO:	5,04	LATITUD :	1143652 (CRTM)	FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	1949
ADMINISTRADO POR:	CONAVI	LONGITUD	455943 (CRTM)		

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO

Foto No. 1	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 2	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 3	Fecha: 19-May-2010
Notas: Paso peatonal en mal estado; ductos de desagüe llenos de sedimentos y tierra.	Notas: Falta de concreto en base de columna de baranda	Notas: Agua de escorrentía mal canalizada descargada en taludes cercanos al puente.			
Foto No. 4	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 5	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 6	Fecha: 19-May-2010
Notas: Mal manejo de agua de escorrentía, evidencia de humedad en bastión bajo paso peatonal.	Notas: Estructura de paso peatonal con evidencia de oxidación y corrosión.	Notas: Acero de refuerzo expuesto en viga principal. Grietas en losa de concreto.			

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO



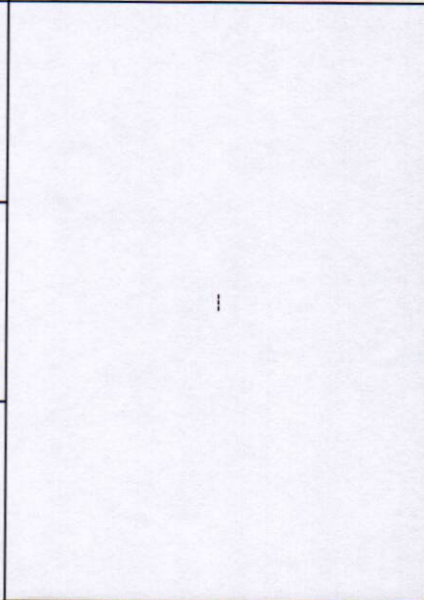
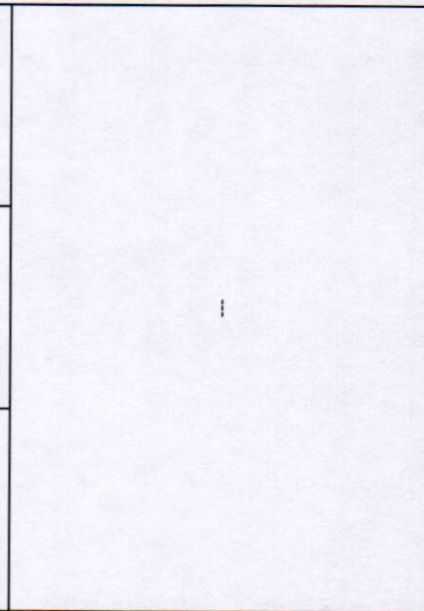
INSPECCION DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



Universidad de Costa Rica

NOMBRE DEL PUENTE:	Río Marín	PROVINCIA:	Alajuela	DIRECCION DE VIA:	La Marina
RUEDA No:	140	CANTON:	San Carlos	CRUZA SOBRE:	Río Marín
CLASIFICACION DE RUTA:	Secundaria	DISTRITO:	Quesada	FECHA DE DISEÑO:	No disponible
KILOMETRO:	5.04	LATITUD :	1143652 (CRTM)	FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	1949
ADMINISTRADO POR:	CONAVI	LONGITUD	455943 (CRTM)		

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO

Foto No. 7	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 8	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 9	Fecha: 19-May-2010
					
Notas: Mal manejo de agua de escorrentía, agua escurriendo a cimentación de bastión.		Notas: señalización horizontal inexistente o en muy mal estado.		Notas: Socavación aguas arriba de cimentación de bastión B2	
Foto No. 10	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 11	Fecha:	Foto No. 12	Fecha:
					
Notas: Faltan topos de columnas de baranda de concreto, acero de refuerzo de las columnas expuesto.		Notas:		Notas:	

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO



INSPECCION DE PUENTES (EVALUACION DEL DAÑO)
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



Universidad de Costa Rica

A. IDENTIFICACION Y UBICACIÓN

NOMBRE DEL PUENTE:	Río Marín	PROVINCIA:	Alajuela	DIRECCION DE VIA:	La Marina
RTA No:	140	CANTON:	San Carlos	CRUZA SOBRE:	Río Marín
CLASIFICACION DE RUTA:	Secundaria	DISTRITO:	Quesada	FECHA DE DISEÑO:	No Disponible
KILOMETRO:	5,04	LATITUD :	1143652 (CRTM)	FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	1949
ADMINISTRADO POR:	CONAVI	LONGITUD	455943 (CRTM)		

B. DATOS DE INSPECCIÓN

Inspeccionado por:	Diego A. Cordero	Fecha:	19-Agosto-2010	Condiciones del Clima	Nublado
Inspección Previa por:	Diego A. Cordero	Fecha:	19-Mayo-2010	Reporte No.	PN 10-16
Fecha de próxima inspección:	No disponible				

C. INFORMACION GENERAL

Tipo de estructura	Puente
Longitud total (m)	9,00
Numero de claros	1
Ancho total (m)	6,00
Ancho de calzada (m)	6,00
No. de vías	1

D. INSPECCION VISUAL

D.1 SUPERFICIE, BARANDAS Y ACCESORIOS		EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO						
ITEM	ELEMENTO	Ondulación	Surcos	Agrietamiento	Baches	Sobrecapas de asfalto		
1	Superficie de rodamiento	1	1	1	1	1		
2	Juntas de expansión	Sonidos extraños	Filtración de agua	Faltante o Deformación	Movimiento vertical	Obstruida		
3	Baranda - Metálica	1	2	1	1	5		
		Deformación	Oxidación	Corrosión	Faltante			
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica			
4	Baranda - Concreto	Agrietamiento	Refuerzo expuesto	Faltante				
		2	3	1				

D2. SUPERESTRUCTURA - CONCRETO		EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO						
ITEM	ELEMENTO	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
5	Losa	1	1	1	1	1		
		Agujeros						
		1						
6	Vigas Principal	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
		2	1	3	3	1		
7	Viga Diafragma	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		

D3. SUPER ESTRUCTURA - DE ACERO								
ITEM	ELEMENTO	Oxidación	Corrosión	Deformación	Perdida de pernos	Grietas en sol./placa		
8	Viga Principal	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		
9	Sistema de Arriostamiento	Oxidación	Corrosión	Deformación	Rotura de conexiones	Rotura de elementos		
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		
10	Pintura	Decoloración	Ampollas	Descascaramiento				
		No aplica	No aplica	No aplica				

D4. SUBESTRUCTURA								
ITEM	ELEMENTO	Rotura de pernos	Deformación extraña	Inclinación	Desplazamiento			
11	Apoyos	1	1	1	1			
12	Bastión (Viga cabetal y Aletónes)	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
		1	1	1	1	1		
		Protección del talud						
		1						
13	Bastión (Cuerpo Principal)	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
		1	1	1	1	1		
		Pérdida de talud	Inclinación	Socavación				
		1	1	3				
14	Pila (Viga cabetal)	Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		
		Grietas en una dirección	Grietas dos direcciones	Descascaramiento	Refuerzo expuesto	Nidos de piedra		
		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		
15	Pila (Cuerpo Principal)	Inclinación	Socavación					
		No aplica	No aplica					

D5. COMENTARIOS	
ITEM No	COMENTARIOS
2	En los puntos de apoyo de las vigas principales sobre la viga cabzal del bastión que presentan humedad, hay evidencia de eflorescencia. Además, sobre la viga cabzal se observó residuos de suelo y sedimentos que pudieron haberse introducido por la junta antes de ser tapada por el asfalto.
4	La baranda de concreto, aguas arriba, muestra cierto grado de inclinación con respecto a la vertical.
4	Los topes y bases de dos columnas de la baranda tienen acero de refuerzo expuesto, aunque este no muestra evidencia de corrosión o oxidación.
12 y 13	Hay importante evidencia de socavación del suelo bajo la cimentación del bastión derecho y del aletón, aguas arriba. Esto por el recodo que hace el río en ese punto en particular, produciendo la socavación que si no se atiende podría resultar en la inclinación de este bastión.



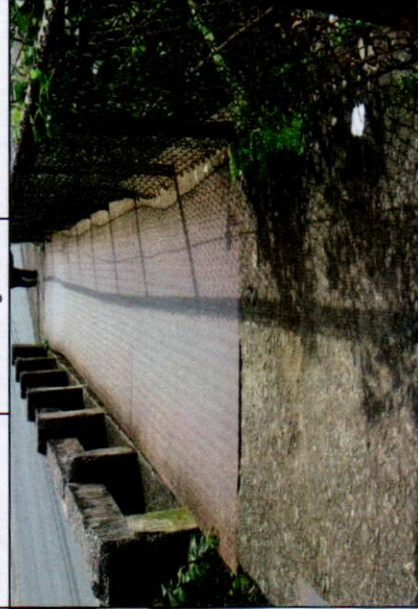
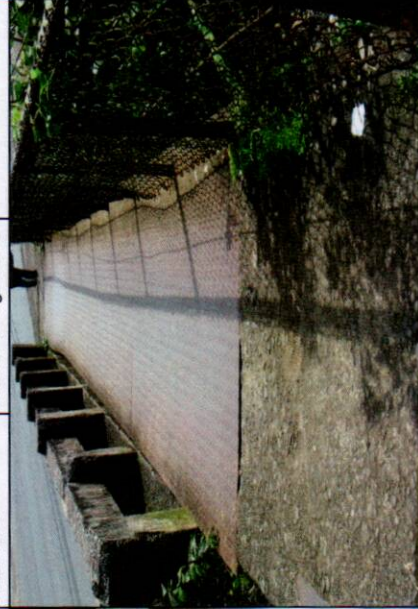
INSPECCION DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



Universidad de Costa Rica

NOMBRE DEL PUENTE:	Río Marín	PROVINCIA:	Alajuela	DIRECCION DE VIA:	La Marina
RUTA No:	140	CANTON:	San Carlos	CRUZA SOBRE:	Río Marín
CLASIFICACION DE RUTA:	Secundaria	DISTRITO:	Quesada	FECHA DE DISEÑO:	No disponible
KILOMETRO:	5,04	LATITUD :	1143652 (CRTM)	FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	1949
ADMINISTRADO POR:	CONAVI	LONGITUD	455943 (CRTM)		

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO

Foto No. 1	Fecha: 19-Ago-2010	Foto No. 2	Fecha: 19-Ago-2010	Foto No. 3	Fecha: 19-Ago-2010
					
Notas: Señalización horizontal prácticamente inexistente.	Notas: Ductos de desagüe llenos de sedimentos y tierra, lo que facilita la percolación del agua de escorrentía en las vigas externas.	Notas: Filtaciones de agua en algunas partes de los asentos.	Notas: Filtaciones de agua en algunas partes de los asentos.	Notas: Filtaciones de agua en algunas partes de los asentos.	Notas: Filtaciones de agua en algunas partes de los asentos.
Foto No. 4	Fecha: 19-Ago-2010	Foto No. 5	Fecha: 19-Ago-2010	Foto No. 6	Fecha: 19-Ago-2010
					
Notas: Filtaciones de agua en algunas partes de los asentos.	Notas: Columnas de barandas con pérdida de concreto en topes, y acera construida con material desizante que ofrece poca fricción.	Notas: Socavación de cimentación de bastión izquierdo, aguas arriba.			

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO



INSPECCION DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



Universidad de Costa Rica

NOMBRE DEL PUENTE:	Río Marín	PROVINCIA:	Alajuela	DIRECCION DE VIA:	La Marina
ruta No:	140	CANTON:	San Carlos	CRUZA SOBRE:	Río Marín
CLASIFICACION DE RUTA:	Secundaria	DISTRITO:	Quesada	FECHA DE DISEÑO:	No disponible
KILOMETRO:	5,04	LATITUD :	1143652 (CRTM)	FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	1949
ADMINISTRADO POR:	CONAVI	LONGITUD	455943 (CRTM)		

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO

Foto No. 7	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 8	Fecha: 19-May-2010	Foto No. 9	Fecha: 19-Ago-2010
			Notas: Paso peatonal en mal estado; ductos de desagüe llenos de sedimentos y tierra.		
Foto No. 10	Fecha: 19-Ago-2010	Foto No. 11	Fecha: 19-Ago-2010	Foto No. 12	Fecha: 19-Ago-2010
			Notas: Socavación, aguas arriba, de cimentación de bastión B2.		
Notas: Falta de concreto en base de columna de concreto			Notas: Acero de refuerzo expuesto en viga principal. Grietas en losa de concreto.		

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO