



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UE-002-2011

INSPECCION DEL PUENTE SOBRE EL RIO SAN RAFAEL

RUTA NACIONAL No. 140

INFORME FINAL

Preparado por:

Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional



San José, Costa Rica

Marzo, 2011



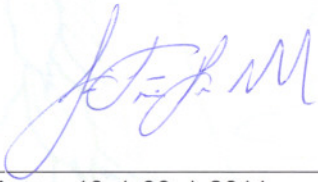
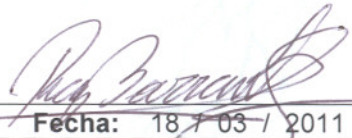
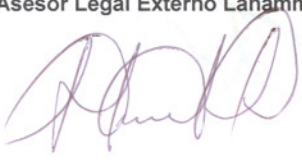
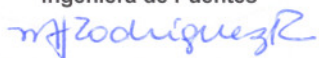

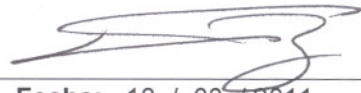
| | | |
|--|--|--|
| 1. Informe: LM-PI-UE-002-2011 | | 2. Copia No. 4 |
| 3. Título y subtítulo: INSPECCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RIO SAN RAFAEL RUTA NACIONAL No. 140 | | 4. Fecha del Informe 18 de Marzo, 2011 |
| 5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad 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>En este informe se presentan los resultados de la inspección visual del puente sobre el Río San Rafael sobre la Ruta Nacional No.140. Esta inspección forma parte del proceso de evaluación de los puentes de la red vial nacional que realiza la Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional del LanammeUCR según se establece en la ley 8114.</i> | | |
| 8. Palabras clave Puentes, Ruta Nacional 140, Inspección | 9. Nivel de seguridad: Ninguno | 10. Núm. de páginas 31 |
| 11. Preparado por: Ing. José Francisco Garro Mora Ingeniero  Fecha: 18 / 03 / 2011 | 12. Revisado por: Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador Unidad de Evaluación de la Red Vial Nacional  Fecha: 18 / 03 / 2011 | |
| 13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 18 / 03 / 2011 | Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Coordinador Unidad de Puentes Ing. María José Rodríguez Roblero, MSc Ingeniera de Puentes   Fecha: 18 / 03 / 2011 | 14. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc Coordinador General PITRA  Fecha: 18 / 03 / 2011 |

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 5 |
| INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| OBJETIVOS..... | 7 |
| ALCANCE DEL INFORME..... | 7 |
| DESCRIPCIÓN..... | 8 |
| SEGURIDAD VIAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN ACTUAL..... | 10 |
| EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ANTE AMENAZA SISMICA SEGÚN METODOLOGIA DE RMS..... | 17 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 19 |
| ANEXO A : FORMULARIO DE INVENTARIO..... | 21 |
| ANEXO B : FORMULARIO DE INSPECCIÓN..... | 28 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PUENTE SOBRE EL RIO SAN RAFAEL..... | 7 |
| FIGURA 2.VISTA A LO LARGO DE LA LÍNEA CENTRO DEL PUENTE SOBRE EL RIO SAN RAFAEL..... | 9 |
| FIGURA 3.VISTA LATERAL DEL PUENTE SOBRE EL RIO SAN RAFAEL..... | 9 |
| FIGURA 4. DAÑO EN LA BARANDA..... | 14 |
| FIGURA 5. COLOCACIÓN INADECUADA DE LAS SEÑALES Y ESTADO DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL..... | 15 |
| FIGURA 6.DEPOSITACION DE MATERIAL EN EL CAUCE DEL RIO..... | 16 |
| FIGURA 7. EVIDENCIA DE HUMEDAD EN LAS CARAS EXTERNAS DE LA VIGA..... | 16 |
| FIGURA 8. VEGETACION PRESENTE EN LA SUPERESTRUCTURA Y EN LOS BASTIONES..... | 17 |
| FIGURA 9. VEGETACION PRESENTE EN LOS ALETONES..... | 17 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA No 1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PUENTE SOBRE EL RIO SAN RAFAEL..... | 8 |
| TABLA No 2. ESTADO DE LA SEGURIDAD VIAL..... | 10 |
| TABLA No 3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS..... | 12 |
| TABLA No 4. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA..... | 13 |
| TABLA No 5. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA SUBESTRUCTURA..... | 14 |
| TABLA No 6. CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE SOBRE EL RÍO SAN RAFAEL PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA SEGÚN LA METODOLOGÍA RMS | 18 |
| TABLA No 7. CRITERIOS DE VULNERABILIDAD PARA PUENTES..... | 18 |

1. INTRODUCCION

Se preparó este informe de inspección y evaluación del puente sobre el Río San Rafael, 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 la *“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”*.

El puente en cuestión cruza el Río San Rafael en la Ruta 140 y se encuentra en el distrito Quesada, cantón San Carlos, provincia de Alajuela. Su ubicación en coordenadas CRTM es 1145537 de latitud y 457989 de longitud. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del puente. De acuerdo con las bases de datos disponibles, este puente brinda servicio a la Ruta nacional 140 la cual sirve de vía de comunicación para la comunidad de La Marina con Ciudad Quesada. El puente fue inspeccionado los días 19 de mayo y 25 de agosto del año 2010.

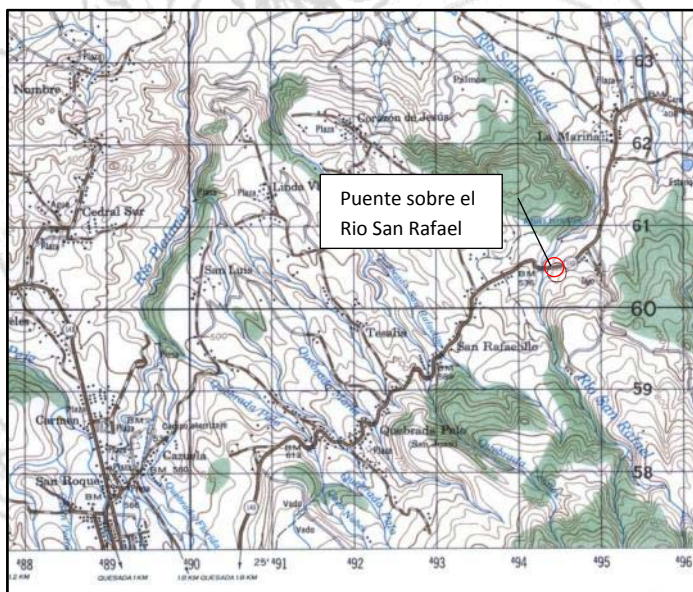


Figura 1. Ubicación geográfica del puente sobre el Río San Rafael (hoja cartográfica Agua Zarcas).



2. OBJETIVOS

Los objetivos específicos de la inspección realizada son:

- A. Realizar una descripción básica del puente y sus componentes y proveer algunas dimensiones generales.
- B. Evaluar la seguridad vial del puente para reducir la probabilidad de accidentes.
- C. Efectuar una inspección visual de los componentes del puente para evaluar su estado actual de deterioro.
- D. Hacer un diagnóstico preliminar de la estructura del puente y proporcionar recomendaciones para el mantenimiento y/o reparación del puente.
- E. Evaluar la vulnerabilidad del puente ante amenaza sísmica según la metodología RMS.

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de inspección y evaluación del puente sobre el Río San Rafael se limita a presentar recomendaciones para mejoras, mantenimiento y reparación con base en inspecciones visuales. 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 el momento de la gira de inspección. Para realizar dicha labor, se utilizó como referencia el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

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, esto debido a que no se encuentran disponibles por parte de la Administración, por lo que la evaluación se basa únicamente en la inspección de los componentes a los cuales se tuvo acceso visual.

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.

4. DESCRIPCION

La Tabla 1 resume las características básicas del puente sobre el río San Rafael. Las figuras 2 y 3 muestran una vista a lo largo de la línea centro y una vista lateral del puente respectivamente.

Tabla 1. Características básicas del puente sobre el Río San Rafael

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| Geometría | Tipo de estructura | Puente |
| | Longitud total (m) | 15,5 |
| | Ancho total (m) | 4,0 |
| | Ancho de calzada (m) | 4,0 |
| | Número de tramos | 1 |
| | Alineación | Puente recto |
| | Número de carriles por sentido | 1 |
| Superficie de rodamiento y accesorios | Superficie de rodamiento | Carpeta asfáltica, espesor desconocido |
| | Ancho(libre) de aceras (m) | No existen aceras |
| | Tipo de baranda | Acero tipo "Flex Beam" a ambos lados |
| | Altura de la baranda (m) | 0,45 |
| | Ubicación de las juntas de expansión | Presumiblemente sobre bastiones |
| | Tipo de juntas | No se pudieron observar (cubiertas por carpeta) |
| Superestructura | Número de superestructuras | 1 |
| | Tipo de superestructura | Viga simple, en concreto colado en sitio |
| | Número de vigas principales | 2 vigas |
| | Tipo de vigas principales | Vigas rectangulares coladas en conjunto con losa |
| Subestructura | Tipo de apoyo en bastiones | Vigas apoyadas directamente sobre el bastión |
| | Tipo de apoyo en pilas | No aplica |
| | Número de pilas y bastiones | 2 bastiones |
| | Tipo de bastiones | Muro en concreto, sin contrafuertes |
| | Tipo de fundación de los bastiones | No es posible determinarlo en sitio |
| | Tipo de pilas | No aplica |
| | Tipo de fundación de las pilas | No aplica |
| Diseño y construcción | Especificación del diseño original | No se dispone de información |
| | Carga viva del diseño original | No se dispone de información |
| | Fecha del diseño original | No se dispone de información |
| | Fecha de la construcción original | Período 1986 – 1990 (superestructura) |



Figura 2. Vista a lo largo de la línea del centro del Puente sobre el Río San Rafael.



Figura 3. Vista lateral del puente sobre el Río San Rafael.

5. SEGURIDAD VIAL Y ESTADO DE CONSERVACION ACTUAL

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 No.2 a No.5, las cuales se presentan a continuación.

Tabla No 2. Estado de la seguridad vial.

| SEGURIDAD VIAL | | |
|--------------------------|--|--|
| Elementos | Observaciones | Recomendaciones |
| 2.1 Barandas | Una de las barandas está deformada producto de una colisión. Los captaluces ubicados en las barandas están cubiertos de suciedad, lo que disminuye su retroreflectividad y por tanto su eficiencia. (Ver Figura 4). Además se observa que faltan algunos pernos en las barandas. | <ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar la baranda deformada y colocar los pernos faltantes - Establecer un programa de mantenimiento en el que se incluya la limpieza de las barandas y los captaluces de manera que cuenten con la adecuada retroreflectividad y sirvan para facilitar el tránsito nocturno. - Investigar si la baranda <i>flex beam</i> tiene la capacidad para prevenir que un vehículo caiga al río en caso de colisión. |
| 2.2 Guardavías | Los captaluces ubicados en los guardavías están cubiertos de suciedad, lo que disminuye su retroreflectividad y de esta manera su eficiencia. Además en los guardavías se observó que faltan algunos captaluces. | <ul style="list-style-type: none"> - Incluir en el programa de mantenimiento la limpieza de los guardavías y sus captaluces, para que cuenten con adecuada retroreflectividad. - Reponer los captaluces faltantes en los guardavías. |
| 2.3 Aceras y sus accesos | El puente carece de aceras o de un paso peatonal. | Examinar si el tránsito peatonal por el puente es significativo y por lo tanto amerite la construcción de un paso peatonal que cumpla con la Ley 7600. |
| 2.4 Identificación | El puente está debidamente identificado (nombre del río que cruza) solamente en el acceso Este. Además, cuenta con una placa en donde se indica su período de construcción (1986 – 1990), pero no presenta ninguna indicación acerca de la carga de diseño utilizada. | <ul style="list-style-type: none"> - Colocar un rótulo de identificación con nombre del río y número de ruta en ambos accesos . Se recomienda que la rotulación cumpla con los estándares solicitados de retroreflectividad para este tipo de señalización, y cuente con retiros suficientes para que no se conviertan en obstáculos potenciales para los usuarios en caso de accidente. - Colocar una placa en donde se indique la carga viva de diseño del puente. |

Tabla 2 (cont.). Estado de la seguridad vial.

| SEGURIDAD VIAL | | |
|-----------------------|---|---|
| Elementos | Observaciones | Recomendaciones |
| 2.5 Iluminación | El puente no cuenta con iluminación. | Proveer de iluminación al puente, evitando que los postes se conviertan en obstáculos que puedan comprometer la seguridad vial de los usuarios |
| 2.6 Señalización | <ul style="list-style-type: none"> - El puente cuenta en ambos sentidos con señales verticales de identificación del paso, señales delineadoras y de prevención que indican cambios en el alineamiento horizontal (las llamadas tipo <i>Chevron</i>), así como una señal de reglamentación para priorizar el paso (señal de <i>CEDA EL PASO</i>) en uno de los accesos de la estructura. Se observó que la señalización vertical de delineación se ubica entre la carretera y los guardavías, lo cual hace que los elementos de señalización sean obstáculos potenciales para los usuarios en caso de accidente. (Ver Figura 5) - 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. - No existen rótulos en donde se indique el límite de velocidad. - Tampoco existen señales que informen que el puente es de una sola vía, por lo que es de paso regulado. <p>Asimismo, el puente no cuenta con captaluces en su superficie de ruedo para facilitar el tránsito nocturno.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Colocar rótulos que indiquen la velocidad máxima permitida en los accesos al puente. Además colocar señalización en donde se indique que el puente es de un carril y el paso es regulado. - Instalar captaluces (“ojos de gato”) sobre la superficie de rodamiento del puente y sus accesos. - Reubicar la señalización vertical de manera que se ubiquen detrás de los guardavías, para disminuir el potencial de convertirse en obstáculos en caso de accidente. - Incluir en el programa de mantenimiento la limpieza y mantenimiento de la señalización vertical y pintar la señalización horizontal utilizando pintura retroreflectiva. |

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

| SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS | | |
|--|--|--|
| Elementos | Observaciones | Recomendaciones |
| 3.1 Superficie de rodamiento | La superficie de rodamiento exhibe exudación de leve a moderada. Este tipo de deterioro representa un peligro potencial en condiciones lluviosas, ya que reduce el nivel de agarre de las llantas de los vehículos. | Proveer una superficie de ruedo que cumpla con las condiciones de seguridad vial utilizando un diseño de mezcla asfáltica que sea más resistente al deterioro tipo exudación. |
| 3.2 Bordillos y drenajes del puente | El puente no cuenta con bordillos ni, por ende, ductos de drenaje; por lo que el agua de escorrentía descarga directamente al río sobre las vigas de concreto externas las cuales permanecen continuamente húmedas. | Proveer al puente de un bordillo y ductos de drenaje de forma que se dirija el agua de escorrentía superficial al río sin afectar los elementos estructurales. . |
| 3.3 Juntas de expansión | No se pudieron observar dado que están cubiertas por la carpeta asfáltica. | Ninguna. |
| 3.4 Accesos del puente | Los accesos no cuentan con una señalización adecuada que permita a los usuarios el paso seguro sobre el puente (Ver 2.6). Además, la falta de bombeo en la superficie de los accesos promueve el flujo de agua de escorrentía hacia el puente. | - Corregir la señalización tanto vertical como horizontal. Ver sección 3.5. |
| 3.5 Drenajes de accesos | Los accesos presentan cunetas obstruidas con vegetación, sedimentos y basura. Las cunetas descargan el agua de escorrentía al río a través de los taludes cercanos a la estructura, lo cual puede ocasionar la filtración del agua en el relleno detrás de los aletones. | - Limpiar las cunetas en los accesos de toda vegetación, sedimentos y basura. - Construir un sistema de drenajes adecuado para los accesos que recoja la escorrentía superficial y la dirija directamente al río. |

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

| SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS | | |
|--|--|---|
| Elementos | Observaciones | Recomendaciones |
| 3.6 Cauce del río | El cauce del río en el punto de confluencia con el puente muestra una alineación recta con depositación de bloques de roca relativamente grandes (mayores a un metro), lo que es señal de la fuerza de arrastre del río durante crecidas, pudiendo bajo estas condiciones adversas causar daños estructurales y funcionales al puente, principalmente a sus bastiones, los cuales al encontrarse dentro del cauce, se convierten en obstáculos potenciales para el flujo. (Ver Figura 6) | Se recomienda colocar un sistema de protección de tipo enrocado u otro sistema de protección similar de forma que se prevenga la erosión del cauce y la socavación de la cimentación de los bastiones del puente. |

Tabla 4. Estado de conservación de la superestructura.

| SUPERESTRUCTURA | | |
|------------------------|---|---|
| Elementos | Observaciones | Recomendaciones |
| 4.1 Losa | No se observaron daños en la losa. | Ninguna. |
| 4.2 Vigas principales | Las caras externas de las vigas muestran evidencia de humedad. (Ver Figura 7). Se observa la existencia de gran cantidad de vegetación, lo que favorece la acumulación de la humedad. (Ver Figura 8). | Ver punto 3.2. Eliminar la vegetación observada en la superestructura. |

Tabla 5. Estado de conservación de la subestructura.

| SUBESTRUCTURA | | |
|--------------------------------|---|---|
| Elemento | Observaciones | Recomendaciones |
| 5.1 Apoyos sobre los bastiones | Las vigas se apoyan directamente sobre los bastiones. Se observa sedimento acumulado en la zona de los apoyos. | Limpiar el sedimento acumulado alrededor de los apoyos y sobre la viga cabezal. |
| 5.2 Bastiones y aletones | No se observaron grietas o algún otro tipo de daño estructural en los bastiones y aletones. Sin embargo, se observó crecimiento de vegetación en los mismos. (Ver figura 8 y 9) | Limpiar la vegetación que crece cerca de los bastiones y aletones y sobre estos elementos. Evitar, mediante un sistema de drenaje adecuado, que la humedad siga afectando los bastiones y favoreciendo el crecimiento de vegetación (ver punto 3.5) |
| 5.3 Cimentación | Los bastiones cuentan con cimentaciones superficiales tipo placa, en los cuales no se observó daño. No obstante, el bastión-Este presenta socavación en su base. | Restituir el material erosionado bajo las cimentaciones de los bastiones y construir una protección adecuada que evite la socavación de los cimientos. |



Figura 4. Daño en la baranda.



Figura 5. Colocación inadecuada de las señales y estado de la demarcación horizontal



Figura 6. Depositación de material en el cauce del río.



Figura 7. Evidencia de humedad en las caras externas de la viga y sobre los bastiones.



Figura 8. Vegetación presente en la superestructura y sobre los bastiones.



Figura 9. Vegetación presente en los aletones.

6. EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ANTE AMENAZA SISMICA SEGÚN METODOLOGIA 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, ya que dan una indicación de los daños potenciales que podría sufrir el puente según sus características estructurales y las aceleraciones pico del terreno que podrían presentarse para diferentes periodos de retorno.

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 San Rafael 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 (Laporte, M. y otros, 1994, *Estudio de amenaza sísmica en Costa Rica*), 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 0,275g para un periodo de retorno de 100 años y de 0,42g para un periodo de retorno de 500 años.

En la Tabla 6 se muestran las características consideradas en la evaluación del puente de acuerdo con la metodología RMS.

Tabla 6. Características del puente sobre el Río San Rafael para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica según la metodología RMS

| Característica | Puente sobre Río San Rafael |
|-------------------------|-----------------------------|
| Periodo de construcción | 1986-1990 |
| Material | Concreto |
| Tipo de estructura | Vigas de concreto reforzado |
| Tipo | Puente simplemente apoyado |
| Diseño | Convencional |
| Riesgo | Bajo |

La Tabla 7 resume los criterios de vulnerabilidad para puentes según el daño asignado para las aceleraciones esperadas para periodos de retorno de 100 y 500 años.

Tabla 7. Criterios de vulnerabilidad para puentes. (Vargas, 2005; Castro, 2005).

| Tipo de daño según RMS | Daño asignado (T = 100 años) | Daño asignado (T = 500 años) | Vulnerabilidad |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| | Generalizado | Generalizado | Muy alta |
| | Moderado | Generalizado | Alta |
| | Moderado | Moderado | Media |
| | Moderado | Menor | Baja |
| | Menor | Menor | Muy baja |



De las características anteriores, y siguiendo la metodología de RMS, el puente clasifica como una estructura HBR6 (puente simplemente apoyado, diseño convencional y de alto riesgo).

Con base en la clasificación del puente (i.e., HBR6) 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 sísmica muy alta según la metodología RMS, implica que el puente es susceptible a la degradación de los bastiones (son estructuralmente inseguros, sin necesariamente llegar a colapsar), a la 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.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Este informe presenta información sobre el estado de conservación del puente sobre el río San Rafael y provee recomendaciones generales para resolver los daños detectados.

El informe no contiene información suficiente para preparar un cartel de licitación con el fin de contratar los trabajos de reparación que aquí se recomiendan. Mas bien, es responsabilidad de la Administración (MOPT/CONAVI) definir y priorizar los trabajos a realizar, sean estos de diseño, rehabilitación y/o construcción, antes de preparar el cartel de licitación respectivo. Entiéndase por rehabilitación la reparación de los problemas detectados o la sustitución de todo o parte del puente.

En el anexo se incluyen el formulario de inventario y el formulario de inspección del puente en donde se evalúa el grado de daño de sus elementos según las recomendaciones del Manual de Inspección de puentes del MOPT. La información incluida en estos formularios se puede utilizar para actualizar el programa informático SAEP el cual es administrado por el MOPT.

Las Tablas No.2 a No.5 resumen la condición de deterioro del puente y proveen recomendaciones generales para resolver los problemas observados en la estructura evaluada, y así lograr extender su vida útil y aumentar la seguridad de los usuarios.

Con base en lo observado, se recomienda a la Administración (MOPT/CONAVI) realizar las siguientes acciones:

- Sustituir el material perdido por socavación bajo la fundación del bastión Este. Proveer a ambos bastiones y a los correspondientes aletones con un sistema de protección contra la socavación.



- Construir un sistema de drenaje en los accesos del puente que dirija el agua de escorrentía superficial directamente hacia el río evitando la erosión de los taludes junto a los aletones, la filtración del agua en el relleno detrás de los aletones y el contacto del agua con los elementos estructurales del puente.
- Establecer un programa de mantenimiento periódico en el que se incluya la limpieza de las cunetas y la eliminación de la vegetación en los elementos del puente.
- Reemplazar la baranda deformada e instalar los pernos faltantes en ambas barandas.
- Construir un bordillo a ambos lados del puente y añadir ductos de drenaje colocando dentro de ellos un tubo de PVC que se extienda al menos 30cm por debajo de la superficie inferior de la losa.
- Instalar captaluces en toda la extensión de las barandas y reponer los captaluces faltantes en los guardavías.
- Reubicar la señalización vertical de manera que se localice detrás de los guardavías y así disminuir el potencial de convertirse en obstáculos en caso de accidente.
- Demarcar la señalización horizontal utilizando pintura retroreflectiva y colocar captaluces.
- Del lado Oeste (lado de Ciudad Quesada) proveer de señalización vertical que indique la existencia del puente de un solo carril por lo menos 100m antes del puente, dado que en este sentido de circulación el puente se ubica a la salida de una curva cerrada y además los vehículos deben ceder el paso a aquellos que circulan en sentido contrario.
- Realizar un estudio en donde se evalúe la necesidad de construir un paso peatonal. De existir la necesidad, se recomienda construir una estructura independiente a la del puente, y cumplir con lo estipulado en la Ley 7600.
- Proveer una superficie de ruedo que cumpla con las condiciones mínimas de seguridad vial utilizando un diseño de mezcla asfáltica que sea más resistente al deterioro tipo exudación. Lo anterior puede ser realizado quitando una o varias de las sobrecapas de carpeta asfáltica que la estructura posee actualmente. En los accesos, dicha carpeta deberá tener el bombeo apropiado para que conduzca el agua de escorrentía hacia las cunetas y bordillos.

Adicionalmente, se sugiere llevar un registro de las todas inspecciones y del mantenimiento preventivo y correctivo realizado o por realizar en este puente.

| | | |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Informe: LM-PI-UE-002-2011 | Fecha de Emisión: 18 de marzo de 2011 | Página 20 de 31 |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------|

Es necesario mencionar que la falta de mantenimiento en puentes propicia un deterioro acelerado de la estructura y por lo tanto una reducción en su vida útil. Esto implica un aumento en los costos de rehabilitación debido a la necesidad de incurrir en costos adicionales por reparaciones que no hubieran sido requeridas si el mantenimiento preventivo se hubiera realizado en su debido momento.

Luego de realizar las mejoras y reparaciones sugeridas al puente, se recomienda realizar una inspección visual al menos una vez al año para evaluar su estado de conservación y para realizar mantenimiento preventivo.





ANEXO A

Formulario de inventario



Universidad de Costa Rica

INVENTARIO BASICO DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



| | | | | | | | |
|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|-------------|-----------------------------------|-------------|
| 1. IDENTIFICACION Y UBICACION | | NOMBRE DEL PUENTE: | Río San Rafael | PROVINCIA: | Alajuela | DIRECCION DE VIA: | La Marina |
| RUTA No: | 140 | CANTON: | San Carlos | CRUZA SOBRE: | San Rafael | FECHA DE DISEÑO: | Desconocida |
| CLASIFICACION DE RUTA: | Secundaria | DISTRITO: | Quesada | FECHA DE CONSTRUCCION | 1986 - 1990 | FECHA DE REFORZAMIENTO | No aplica |
| KILOMETRO: | 8+600 | LATITUD : | 1145537 (CRTM) | | | | |
| ADMINISTRADO POR: | CONAVI | LONGITUD: | 457989 (CRTM) | | | | |
| 2. ELEMENTOS BASICOS | | | | | | | |
| Tipo de estructura = | | Puente | | 3. DIMENSIONES (m) | | UBICACION (Mapa del Sitio) | |
| Longitud total (m) = | | 15,5 | | Ancho total = | | 4,0 | |
| Longitud total (m) = | | 4,0 | | Ancho de calzada = | | 4,0 | |
| Número de superestructuras (unid.) = | | 1 | | W1 = | | 0 | |
| Número de tramos (unid.) = | | 1 | | W2 = | | 0 | |
| Número de subestructuras (unid.) = | | 2 | | W3 = | | 4 | |
| Longitud de desvío (km) = | | Desconocida | | W4 = | | 0 | |
| Pendiente longitudinal (%) = | | No se midió | | W5 = | | 0 | |
| Servicios públicos : | | No tiene | | W6 = | | 0 | |
| Restricciones existentes | | No tiene | | W7 = | | 0 | |
| Por Altura (m) = | | No tiene | | W7 = | | 0 | |
| Por Ancho (m) = | | No tiene | | W7 = | | 0,45 | |
| 4. CLARO LIBRE | | | | | | | |
| Altura libre vertical superior (m) = | | No se midió | |  | | | |
| Altura libre vertical inferior (m) = | | No se midió | | | | | |
| Ancho de losa de aproximación (m) = | | No aplica | | | | | |
| 5. ANTECEDENTES DE INSPECCION | | | | | | | |
| Fecha día/mes/año | Inspector | | Tipo de Inspección | | | | |
| 19/05/2010 | Ing. José F. Garro | | Visual (Rutinaria) | | | | |
| 25/08/2010 | Ing. José F. Garro | | Visual (Rutinaria) | | | | |
| 6. ANTECEDENTES DE REHABILITACION | | | | | | | |
| Fecha día/mes/año | Elemento reparado | | Resumen de contramedidas | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| VISTA PANORAMICA | | | | | | | |
|  | | | | | | | |

A. INFORMACION GENERAL



Universidad de Costa Rica

INSPECCION DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES



| | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|-------------|
| NOMBRE DEL PUENTE: | Río San Rafael | PROVINCIA: | Alajuela | DIRECCION DE VIA: | La Marina |
| RUETA No: | 140 | CANTON: | San Carlos | CRUZA SOBRE: | San Rafael |
| CLASIFICACION DE RUTA: | Secundaria | DISTRITO: | Quesada | FECHA DE DISEÑO: | Desconocida |
| KILOMETRO: | 8+600 | LATITUD : | 1145537 (CR TM) | FECHA DE CONSTRUCCIÓN: | 1986 - 1990 |
| ADMINISTRADO POR: | CONAVI | LONGITUD | 457989 (CR TM) | | |

E. FOTOS DE DAÑO OBSERVADO

| Figura | Fecha | Rótulo | Figura | Fecha | Línea centro | Figura | Fecha | Vista general |
|----------|------------|---------------|----------|------------|----------------|----------|------------|---------------|
| Figura 2 | 25/08/2010 | | Figura 3 | 25/08/2010 | | Figura 4 | 25/08/2010 | |
| Figura 5 | 19/05/2010 | Vista lateral | Figura 6 | 25/08/2010 | Vista inferior | Figura 7 | 25/08/2010 | Cauce del río |

Nota: tomada en sentido La Marina - Ciudad Quesada

Nota: vista aguas arriba

FOTOS DE INVENTARIO



ANEXO B

Formulario de inspección rutinaria



Universidad de Costa Rica



LanammeUCR

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

A. IDENTIFICACION Y UBICACION

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| NOMBRE DEL PUENTE: | Río San Rafael | PROVINCIA: | Alajuela | DIRECCION DE VIA: | La Marina |
| RUTA No: | 140 | CANTON: | San Carlos | CRUZA SOBRE: | Río San Rafael |
| CLASIFICACION DE RUTA: | Secundaria | DISTRITO: | Quesada | FECHA DE DISEÑO: | Desconocida |
| KILOMETRO: | 8+800 | LATITUD : | 1145537 (CRTM) | FECHA DE CONSTRUCCION: | 1986 - 1990 |
| ADMINISTRADO POR: | CONAVI | LONGITUD | 457989 (CRTM) | | |

B. DATOS DE INSPECCION

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------|------------|------------------------------|-------------------|
| Inspeccionado por: | Ing. José Francisco Garro | Fecha: | 25/08/2010 | Condiciones del Clima | Nublado |
| Inspección Previa por: | Ing. José Francisco Garro | Fecha: | 19/05/2010 | Reporte No. | LM-PI-UE-002-2011 |
| Fecha de próxima inspección: | Agosto 2012 | | | | |

C. INFORMACION GENERAL

| | |
|-----------------------------|--------|
| Tipo de estructura | Puente |
| Longitud total (m) | 15,5 |
| Numero de claros | 1 |
| Ancho total (m) | 4,0 |
| Ancho de calzada (m) | 4,0 |
| No. de vías | 1 |

D. INSPECCION VISUAL

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

| D2. SUPERESTRUCTURA - ELEMENTOS DE CONCRETO | | EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO | | | | | |
|---|-----------------|------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| ITEM | ELEMENTO | 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 dos direcciones | Descascaramiento | Refuerzo expuesto | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| 7 | Viga Diagona | 1 | Grietas dos direcciones | Descascaramiento | Refuerzo expuesto | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| | | | | | | | |

| D3. SUPER ESTRUCTURA - ELEMENTOS DE ACERO | | EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO | | | | | |
|---|---------------------------|------------------------------|-----------|------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| ITEM | ELEMENTO | Oxidación | Corrosión | Deformación | Pérdida de pernos | Grietas en sol./placa | Eflorescencia |
| 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 | |
| 10 | Pintura | Decoloración | Ampollas | Descascaramiento | No aplica | No aplica | |
| | | No aplica | No aplica | No aplica | | | |

| D4. SUBESTRUCTURA | | EVALUACION DEL GRADO DE DAÑO | | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| ITEM | ELEMENTO | Rotura de pernos | Deformación extraña | Inclinación | Desplazamiento | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| 11 | Apoyos | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | | |
| 12 | Bastión (Viga cabeza y Altelones) | 1 | Grietas dos direcciones | Descascaramiento | Refuerzo expuesto | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| | | Protección del talud | | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Bastión (Cuerpo Principal) | 1 | Grietas dos direcciones | Descascaramiento | Refuerzo expuesto | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| | | Pérdida de talud | Inclinación | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | Pila (Viga cabeza) | 1 | Grietas dos direcciones | Socavación | Refuerzo expuesto | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| | | No aplica | No aplica | 1 | No aplica | No aplica | No aplica |
| 15 | Pila (Cuerpo Principal) | 1 | Grietas dos direcciones | Descascaramiento | Refuerzo expuesto | Nidos de piedra | Eflorescencia |
| | | Inclinación | Socavación | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| | | No aplica | No aplica | | | | |


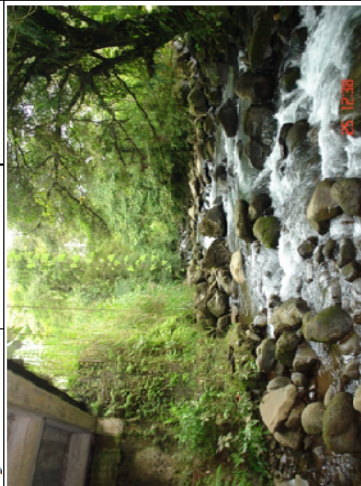




| COMENTARIOS | |
|--------------------|---|
| ITEM No | |
| 1 | La superficie de rodamiento exhibe exudación de leve a moderada. El agua de escorrentía tiende a acumularse sobre el puente debido a la falta de drenajes adecuados, tanto de los accesos como de la estructura del puente mismo. |
| 2 | Las juntas de expansión se encuentran totalmente cubiertas por la carpeta asfáltica. |
| 3 | Una de las barandas está deformada producto de una colisión. Los capataces ubicados en las barandas están cubiertos de suciedad, lo que disminuye su retroreflectividad y por tanto su eficiencia. (Ver Figura No.1) Además se observa que faltan algunos pernos en las barandas. |
| 6 | Las caras externas de las vigas muestran evidencia de humedad. (Ver Figura No.3) Se observa la existencia de gran cantidad de vegetación, lo que favorece la acumulación de la humedad. (Ver Figura 5). |
| 12 y 13 | Se observó crecimiento de vegetación en los bastiones (Ver Figuras 5 y 6) |
| - | Se observó que la señalización vertical de delineación se ubica entre la carretera y los guardavías, lo cual hace que los elementos de señalización sean obstáculos potenciales para los usuarios en caso de accidente. (Ver Figura 4) |
| - | Los accesos presentan cunetas obstruidas con vegetación, sedimentos y basura. Las cunetas descargan el agua de escorrentía al río a través de los taludes cercanos a la estructura, lo cual puede ocasionar la filtración del agua en el relleno detrás de los aletones. |

D5. COMENTARIOS

INSPECCION DE PUENTES
PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
UNIDAD DE PUENTES

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| NOMBRE DEL PUENTE: | Río San Rafael | PROVINCIA: | Alajuela | DIRECCION DE VIA: | La Marina |
| RUTA No: | 140 | CANTON: | San Carlos | CRUZA SOBRE: | Río San Rafael |
| CLASIFICACION DE RUTA: | Secundaria | DISTRITO: | Quesada | FECHA DE DISEÑO: | Desconocida |
| KILOMETRO: | 8+600 | LATITUD: | 1145537 (CRTM) | FECHA DE CONSTRUCCION: | 1988 - 1990 |
| ADMINISTRADO POR: | CONAVI | LONGITUD: | 457909 (CRTM) | FECHA REFORZAMIENTO: | No aplica |

E. FIGURAS DE DAÑO OBSERVADO

| Figura No.1 | Fecha: 19/05/2010 | Figura No.2 | Fecha: | Figura No.3 | Fecha: 25/08/2010 |
|--|--|--|--|--|---|
|  <p>Notas: Daño en la baranda</p> |  <p>Notas: Deposition de material en el cauce del río.</p> |  <p>Humedad en las caras externas de las vigas</p> <p>Notas: Evidencia de humedad en las caras externas de la viga.</p> |  <p>Ubicación de las señales delante de los guardavallas</p> <p>Notas: Colocación inadecuada de las señales y estado de la demarcación horizontal.</p> |  <p>Notas: Vegetación presente en la superestructura y en los bastion</p> |  <p>Notas: Vegetación presente en los aletones.</p> |

E. FIGURAS DE DAÑO OBSERVADO