



13 de octubre de 2020
LM-IC-D-0912-2020

Luis Fernando Mendoza Jiménez
Alcalde Municipal
Municipalidad de Cañas

Asunto: Atención oficio OFC-ALC-301-2020

Sirva la presente para saludarle y a la vez hacer de su conocimiento que el pasado 8 de Setiembre de 2020, se realizó una visita de inspección al puente sobre la el Rio Corobici en la entrada de Palmira, esto a solicitud de la municipalidad mediante el oficio OFC-ALC-301-2020 de fecha 12 de agosto de 2020 y en apego a las funciones asignadas por la Ley 8114 y sus reformas a este laboratorio en materia de evaluación de obra vial.

Durante esta visita de inspección, realizada por el personal de la Unidad de Gestión Municipal del PITRA-LanammeUCR y producto del análisis posterior de los resultados, se han encontrado algunos daños y deficiencias en el puente, los cuales se explican a continuación:

1. Descripción general

El puente visitado se ubica en el acceso principal hacia la comunidad de Palmira en las coordenadas (10.54859, -85.09846) sobre el Rio Corobici (ver figura 1). Tiene una longitud de 36,8 m y consta de una superestructura modular de tipo Bailey en una configuración doble simple, con módulos de 1,55 m de altura y un sistema de piso consistente en paneles de acero simplemente apoyados sobre las vigas transversales del puente y una lámina de acero tipo punta de diamante de un espesor de 0,003 m. La subestructura del puente consiste en sistemas tipo marco de concreto reforzado consistentes en dos columnas sobre las cuales se apoya una viga cabezal. La fecha de construcción del puente data del periodo 1974-1978.



Figura 1: Ubicación del puente y vista general.

Fuente: Google Earth y LanammeUCR

2. Deterioros identificados:

Producto de la inspección de los componentes del puente se han logrado identificar algunas condiciones desfavorables que requieren de la intervención por parte de la Municipalidad de Cañas, específicamente:

- Oxidación y corrosión generalizada en el puente: La mayoría de los elementos metálicos del puente presentan oxidación generalizada en sus superficies, este proceso de deterioro se manifiesta de mayor manera en los elementos del sistema de piso (vigas transversales y paneles de piso) en los cuales fue posible identificar corrosión inicial de algunos elementos. Esta condición requiere de una intervención que contemple una limpieza generalizada de todas las superficies del puente y, preferiblemente, una remoción de la oxidación presente (posiblemente sea necesario utilizar chorro de arena). En la figura 2 se muestran ejemplos de elementos metálicos del puente con esta condición.





Figura 2: Oxidación y corrosión de elementos metálicos del puente sobre el Rio Corobici en Palmira.
Fuente: LanammeUCR

- **Tensores del sistema de piso flojos:** Este tipo de puente tiene por característica contar con una relativa poca rigidez a nivel lateral, por lo que para mantener de forma correcta el alineamiento entre cada módulo se utilizan tensores colocados en forma de equis para aumentan considerablemente la resistencia lateral del puente. En el caso de este puente, fue posible observar que la mayoría de estos tensores están flojos y requieren de un ajuste de tensión para que recobren su funcionalidad. Para esto se recomienda (una vez removido el óxido y aplicado el sistema de protección anticorrosión) realizar una labor de tensado de estos elementos aprovechando que en los mismos existen dispositivos mecánicos de ajuste (ver figura 3).

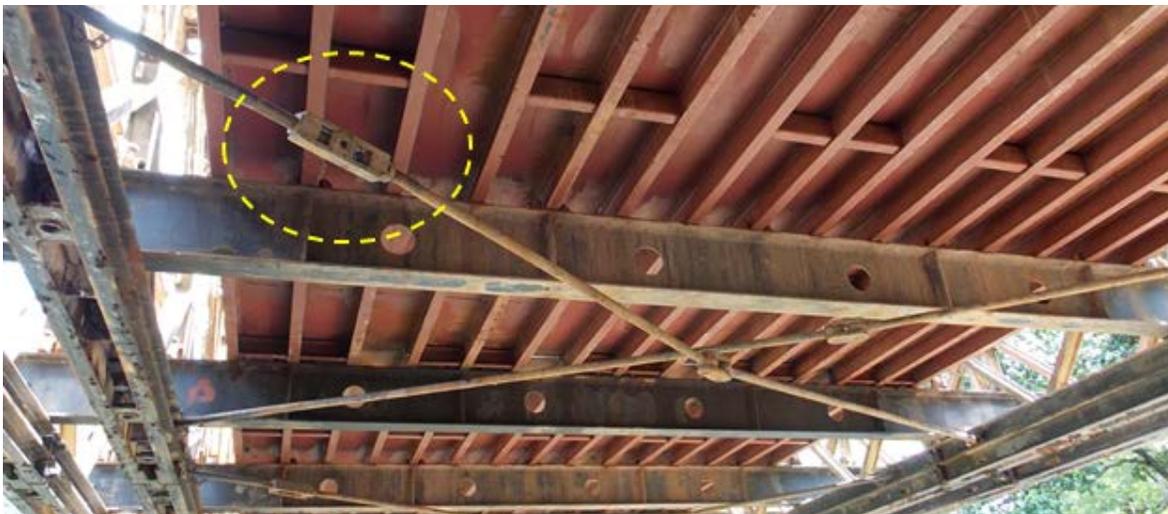


Figura 3: Tensores del sistema de piso que requieren ajuste, se señala el dispositivo mecánico de ajuste.

Fuente: LanammeUCR

- **Marcos de refuerzo con deformación y tornillos rotos:** En esta configuración de puente modular (doble – simple) es importante mantener la separación entre cada línea de armadura lateral, para esto el puente dispone de elementos de separación y rigidización en la zona superior de las armaduras tales como el mostrado en la figura 4. En el caso de este puente se identificaron varios de estos elementos con deformaciones importantes y tornillos faltantes. Este tipo de daño es un indicador de que durante su vida útil el puente ha sufrido sobrecargas que han generado estos efectos. Se considera necesario restituir los elementos dañados y tornillos faltantes con elementos nuevos de resistencias iguales o superiores a las originales.



Figura 4: Deformaciones y tornillos rotos en elementos de separación y rigidización entre armaduras.
Fuente: LanammeUCR

- **Roturas en lámina de superficie de ruedo con bordes filosos:** El sistema original de piso en este puente consistía en tablonces de madera, una remodelación del mismo sustituyó estos elementos con una lámina de acero tipo punta de diamante apoyada sobre un conjunto de perfiles de acero tipo “I” formando paneles de piso simplemente colocados sobre las vigas transversales. Producto del paso de los vehículos se han presentado fracturas por fatiga en la lámina de acero que han generado bordes filosos que ponen en riesgo a los usuarios (ver figura 5). Adicionalmente, estos paneles de piso no fueron unidos firmemente a las vigas transversales, por lo que al paso de los vehículos se tienen movimientos excesivos entre paneles y se generan golpes sobre las vigas transversales. Se recomienda realizar sustituciones de las láminas con mayores daños y reparaciones puntuales en los casos menos severos, así como implementar sistemas de sujeción entre los paneles y las vigas transversales para evitar el impacto de los paneles.



Figura 5: Fracturas en lámina de acero con bordes cortantes.
Fuente: LanammeUCR

- Pérdida de material de relleno en bastiones: Las subestructuras de este puente consisten en marcos de concreto reforzado (dos columnas y una viga cabezal) donde no existe un elemento estructural que brinde soporte directo al relleno de los accesos dado que se tiende a deslizarse. En este caso se recomienda agregar a estos marcos elementos estructurales de soporte (tipo muro) que permitan retener estos rellenos.



Figura 6: Pérdida de material de relleno ante la falta de elementos de retención en bastiones.
Fuente: LanammeUCR

- Desniveles entre rasante de accesos y superficie de ruedo del puente: Tal como se mencionó anteriormente el sistema de piso original de este puente consistía en tabloncillos de madera, que al ser sustituido por el sistema de lámina de acero creó un desnivel importante entre la rasante de los accesos y la superficie de ruedo del puente (ver figura 7). Esto genera que los vehículos al ingresar al puente deban frenar bruscamente y que sobre la zona inicial del puente se den impactos considerables. Se considera necesario realizar obras de nivelación en ambos accesos del puente.

Para esto se recomienda retirar el material asfáltico de los accesos y realizar una reconfiguración de la estructura de pavimento para crear una transición suave hacia el puente (estilo rampa). Adicionalmente, se recomienda considerar la incorporación de reductores de velocidad en ambos accesos.



Figura 7: Desniveles entre rasante de los accesos y superficie de rueda.
Fuente: LanammeUCR

- Obras de mitigación de socavación en margen derecha: La morfología del puente hace que en la margen derecha se tengan efectos de socavación sobre el bastión durante las crecientes, ante esta situación se ha colocado un enrocado de protección; sin embargo, se considera que el mismo podría extenderse para brindar una mayor protección al puente.



Figura 8: Enrocado de protección al bastión de margen derecha.
Fuente: LanammeUCR

- Acumulaciones de sedimentos y desechos en zona de apoyos: La zona de los apoyos se muestra con sedimentos y acumulaciones de humedad que facilitan la oxidación (ver figura 9). Los apoyos

son las zonas de transición entre superestructura y subestructura, por lo que su condición debe ser adecuada para el correcto funcionamiento del puente. Se recomienda realizar una limpieza profunda de los apoyos aplicar un sistema de protección anticorrosivo.



Figura 9: Acumulación de sedimentos y desechos en zona de los apoyos.
Fuente: LanammeUCR

- **Demarcación inadecuada en superficie de ruedo del puente:** Se identificó en la superficie de rodamiento una demarcación de línea central discontinua que usualmente se utiliza para indicar la presencia de dos carriles para el tránsito de vehículos; sin embargo, el puente cuenta con un ancho de calzada de 3,5 m con lo cual su espacio es únicamente para el paso de un vehículo. Esta situación puede generar una colisión en el puente pues los usuarios podrían interpretar existen dos carriles en el puente. Se recomienda remover esta señalización de inmediato para evitar este conflicto y definir la prioridad de paso por medio de una señal de “Ceda el paso en uno de sus accesos”.



Figura 9: Demarcación inadecuada de línea de centro.
Fuente: LanammeUCR



- Sobre la capacidad de soporte del puente: Con base en las dimensiones de los paneles, anchos de calzada y total del puente, altura de vigas transversales y altura de las armaduras laterales medidas en sitio, este puente corresponde al modelo denominado “Puente estándar Bailey con plataforma de madera”. Considerando el periodo de construcción (1974-1978) y el fabricante indicado en las vigas (Appleby - Inglaterra) es posible confirmar que este puente recae en la categoría de puente modular tipo Bailey correspondiente al diseño original de este tipo de puentes. Cabe mencionar que la mayoría de los puentes modulares modernos (como los fabricados por Acrow o Mabey) corresponden a diseños distintos a los modelos Bailey originales, por lo que tienen mayor capacidad de carga (por ejemplo, el puente ubicado en el Rio Cañas Vergel). Con base en esta información, la configuración de paneles (doble simple - DS) y la longitud del puente (120 pies) se utiliza la tabla derivada del libro de referencia *Bailey Uniflote Handbook* (Hattrell, 1968) donde se puede determinar que la carga máxima para esta configuración es para un vehículo tipo H10-44 el cual posee un peso total máximo de 9,1 toneladas, tal como se muestra en la figura 10. En este caso es importante mencionar que estas cargas máximas estimadas en esta tabla son para los puentes recién colocados y en condiciones ideales de funcionamiento, por lo que se insta a la Municipalidad a realizar las reparaciones correspondientes y considerar la antigüedad de la estructura antes de señalar el peso máximo en este puente.

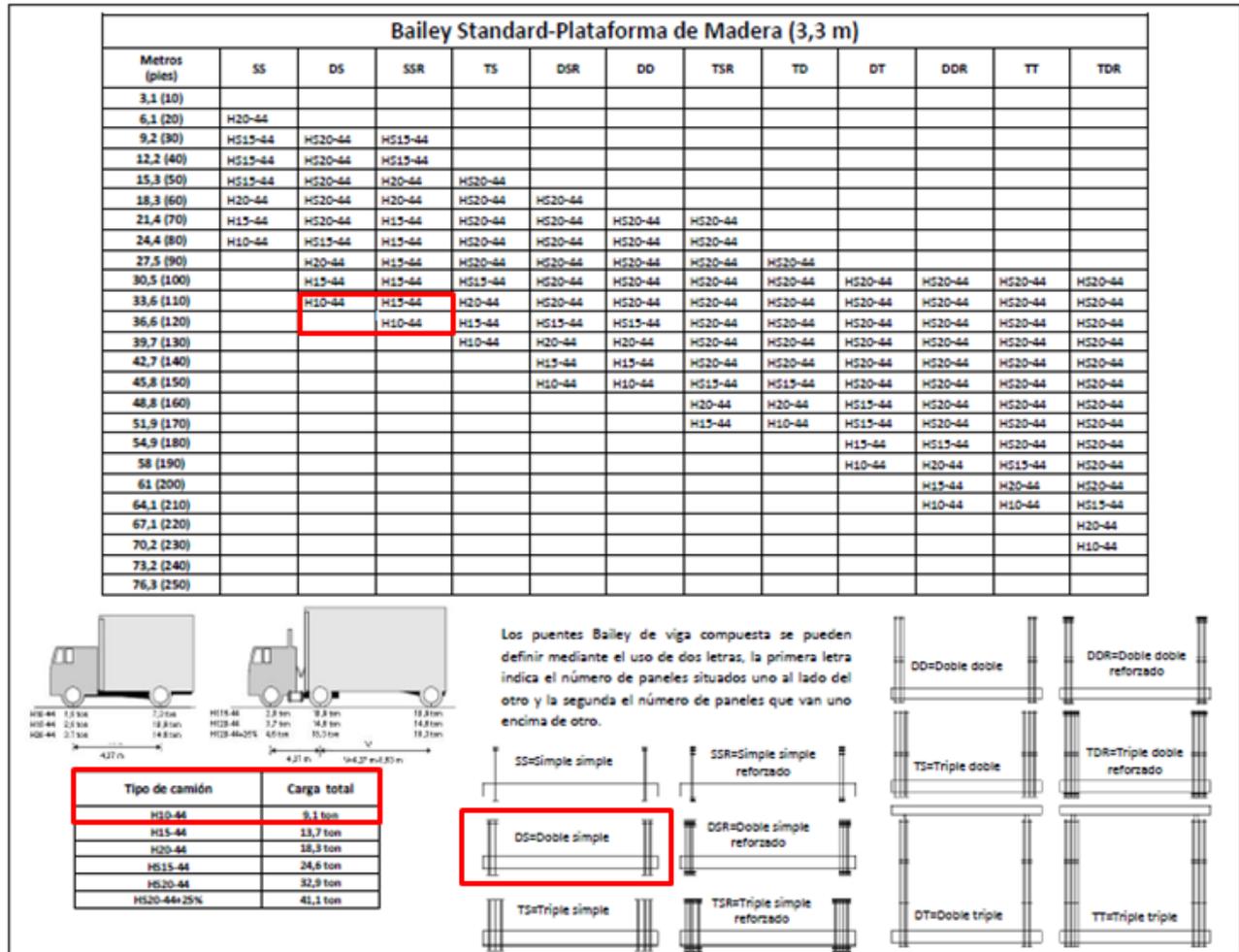


Figura 10: Carga máxima permisible con base en la tabla derivada del Bailey Uniflote Handbook (Hattrell, 1968)
Fuente: LanammeUCR

3. Conclusiones:

El puente sobre el Río Corobici en la entrada de Palmira presenta deterioros que requieren la intervención por parte de la Municipalidad de Cañas para su mejoramiento y la preservación de la funcionalidad de la estructura. Los principales deterioros, tal como se exponen en este documento, son:

- Oxidación y corrosión generalizada en el puente.
- Pérdida de tensión en tensores del sistema de piso.
- Deformación y pérdida de tornillos en algunos marcos de refuerzo.
- Roturas en láminas de acero de la superficie de ruedo con bordes filosos.
- Pérdida de material de relleno en bastiones.
- Desniveles entre rasante de accesos y superficie de ruedo del puente.
- Extensión de obras de mitigación contra socavación en margen derecha.
- Acumulaciones de sedimentos y desechos en zona de apoyos.
- Demarcación inadecuada en superficie de ruedo del puente.



Adicionalmente, se determinó con base en las características del puente y su configuración que el vehículo de diseño para este puente es el denominado H10-44 (peso máximo 9,1 toneladas). Se sugiere a la municipalidad realizar las obras de reparación y mantenimiento indicadas, así como considerar la antigüedad de la estructura al momento de colocar la señalización correspondiente a la regulación de carga máxima en el puente.

Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos que la Municipalidad de Cañas tome las medidas necesarias y oportunas que considere y que debe establecer la forma en cómo se realizará la intervención de este puente. En igual forma, se recomienda considerar al menos el *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, camino y puentes, CR-2010* y el *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes MCV-2015*.

Sin otro particular y dispuestos a continuar colaborando en el desarrollo vial de su cantón se despiden,

Ing. Erick Acosta Hernández
Coordinador, Unidad de Gestión Municipal

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas. MSc.
Coordinadora, Programa de Infraestructura del Transporte

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.
Director LanammeUCR

CC:
Ing. Josué Quesada Campos, M.Eng. Ingeniero Unidad de Gestión Municipal