18 de septiembre de 2024
EIC-Lanamme-1012-2024

María del Rosario Siles Fernández
Municipalidad de Alajuelita

Antonieta Naranjo Brenes
Municipalidad de Desamparados

Asunto: Oficio MA-AM-136-2024. Solicitud de colaboración para inspección de la Municipalidad de Desamparados y Alajuelita rehabilitando el paso peatonal entre las comunidades de Copelot en Desamparados y La Toyita en Alajuelita,

Estimadas señoras:

Con fundamento en el Artículo 6 de la Ley 8114 “Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias”, el LanammeUCR realizó una visita técnica de evaluación y asesoría a la estructura de paso peatonal ubicada entre las comunidades de Coopelot de Desamparados y La Toyita de Alajuelita el 1 de agosto de 2024, esto en atención al oficio MA-AM-136-2024 con fecha 24 de junio de 2024, con el objetivo de identificar las condiciones funcionales y estructurales de la estructura mencionada para determinar posibles acciones de intervención y mejoramiento previo a su utilización, producto de este proceso de atención a la solicitud se presenta:

- Una descripción de la estructura caracterizando los principales componentes que la constituyen de acuerdo con lo que fue posible observar y medir en sitio.
- Principales deficiencias observadas durante el proceso de inspección en los elementos.
- Recomendaciones generales de intervención y mejoramiento.

1. Descripción general

La estructura de paso peatonal se ubica en el sector de Coopelot de Desamparados en las coordenadas 9.892188, -84.086231 y se pretende colocar sobre el cauce del río Cañas, ver figuras 1 y 2. Durante la visita se inspeccionaron las condiciones generales de la estructura, tanto a nivel funcional como estructural. En la siguiente tabla se resumen algunas características:

Elemento	Descripción
Cercha principal	La estructura principal consiste en dos cerchas de acero con elementos verticales y horizontales de 150x100mm y elementos diagonales de 100x100mm. La primera sección tiene una longitud de 14,02 m y la segunda de 11,04 m; ambas están unidas por medio de placas y soldadura. La altura de la primera sección es de 2,35 m con un ancho interno de 1,21 m, en tanto que la segunda sección posee una altura de 1,83 m y un ancho interno de 1,24 m que se reduce hacia el final el extremo a un ancho de 1,13 m. En las uniones de los elementos diagonales de las cerchas se tienen placas de acero de reforzamiento. En los costados del puente se tienen elementos diagonales a la sección de la pasarela conformados por elementos de 100 x 100 mm.
Sistema de piso	El sistema de piso está conformado por elementos de acero longitudinales de 150 x 100 mm y 100x100mm, además cuenta con elementos diagonales de 100x100mm y elementos transversales de 150 x 100 mm. Se tienen placas de reforzamiento en los cruces de las diagonales inferiores de 360 x 570 mm. La superficie de tránsito está compuesta por láminas de acero tipo punta de diamante de 3,18 mm de espesor.
Bastiones	Se identificaron en sitio la construcción de dos elementos de concreto reforzado sobre los cuales se tiene prevista la colocación de la estructura peatonal, el dimensionamiento de estos elementos corresponde con el mostrado en los planos constructivos aportados por la municipalidad de Desamparados.
Dimensiones principales	Longitud total: 25,06 m Ancho total: 1,33 m (distancia centro a centro entre elementos verticales de la cercha)

Figura 1. Ubicación del puente peatonal.
Fuente: Google Earth y LanammeUCR

Figura 2. Vista general de la estructura de paso prevista para ser puente peatonal en Coopelot de Desamparados.
Fuente: LanammeUCR

2. Deficiencias identificadas:

2.1 Elementos de cercha principal:

De la inspección individual de los elementos de la cercha principal se identificaron algunos elementos que presentan reparaciones y deformaciones causadas posiblemente por el uso que tuvo la estructura previamente y el proceso de transporte desde su anterior ubicación. Se observaron golpes y la colocación de elementos de refuerzo tipo placa de reparación (ver figura 3). Estos deterioros son puntuales y no se observa que generen una deformación en la cercha ni se observan agrietamientos por fatiga.

Figura 3. Elementos con golpes y reparaciones en cercha principal.
Fuente: LanammeUCR

En el caso de los elementos diagonales que se ubican por fuera de la sección principal de la pasarela se identificaron varios elementos con fallas por pandeo local y deformaciones por impacto (principalmente en los soportes laterales inferiores (ver figura 4). Por el tipo de deterioro observado, se considera necesario reemplazar estos elementos para contar con el soporte lateral adecuado para los cuales fueron colocados estos elementos originalmente. Cabe mencionar que estos elementos se consideran secundarios dentro de la configuración estructural del puente.

Figura 4. Daños por pandeo local y deformaciones en elementos externos de soporte lateral.
Fuente: LanammeUCR

Al final de la sección 2 se realizó un corte de los elementos de la cercha principal (ver figuras 5ª y 5b), por lo que se considera necesario incorporar elementos de cierre (marco) para asegurar la adecuada transferencia de cargas en el extremo del puente y corregir el cerramiento en el ancho disponible para los usuarios (se midió un ancho de 1,13 m en la parte superior de la sección el cual incumpliría con la reglamentación mínima de 1,20 m establecida por la ley 7600). Se recomienda utilizar materiales de similares dimensiones al del resto de la cercha para ejecutar estas obras en el extremo del puente.

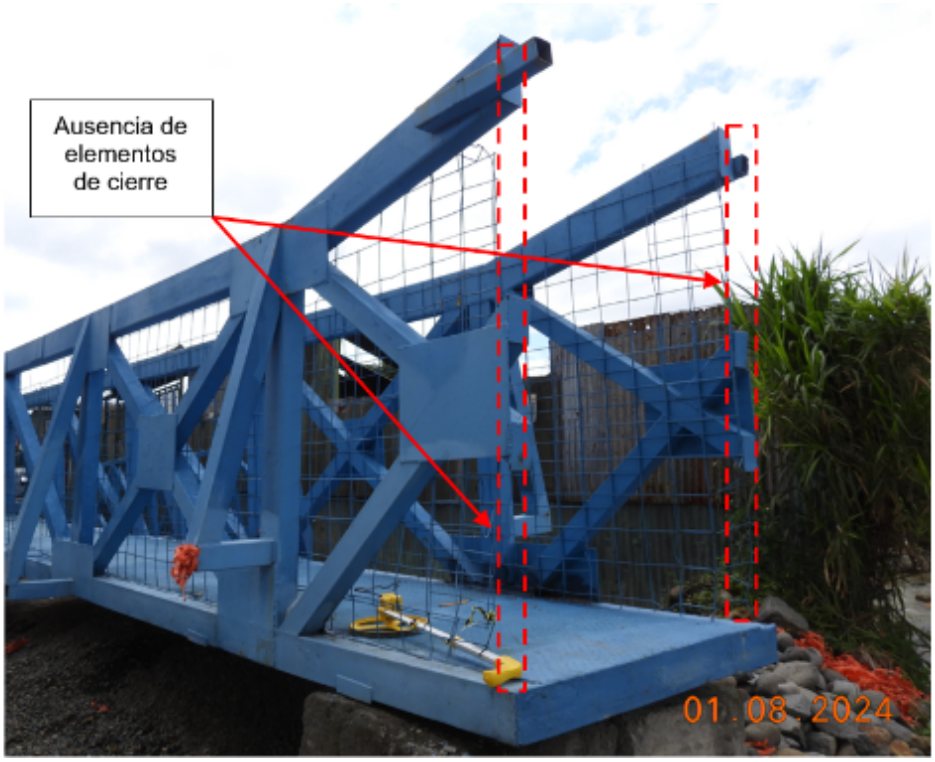

Figura 5a. Condiciones en extremo de sección 2.
Fuente: LanammeUCR

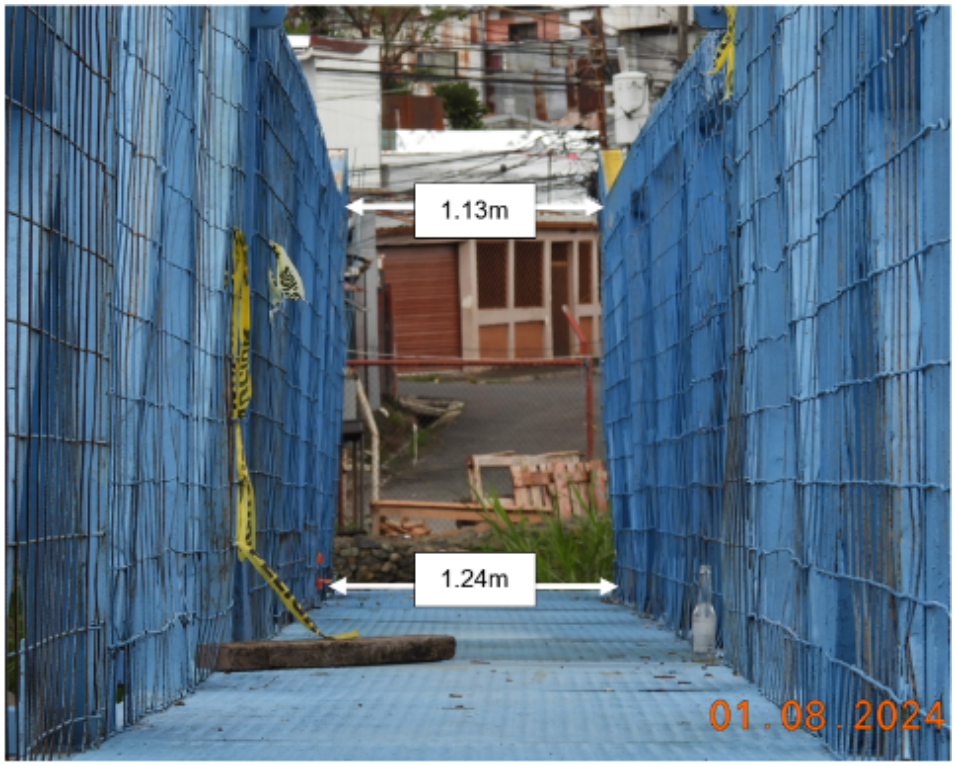

Figura 5b. Condiciones en extremo de sección 2.
Fuente: LanammeUCR

2.2 Sistema de piso:

El sistema de piso de esta estructura presenta un mayor deterioro en comparación con la cercha principal. Se identifican elementos con daños por corrosión e impacto en varios puntos que ameritan ser reemplazados o reparados según el nivel de severidad. En la figura 6 se muestran algunos ejemplos de esta condición. En todos los casos en los que se identifique pérdida de sección o delaminación en el acero se recomienda reemplazar el elemento afectado.

Se identificaron algunas deformaciones menores en la lámina de piso tipo punta de diamante, en este caso se recomienda realizar una revisión de las uniones al sistema de piso para eliminar posibles aberturas y zonas sueltas que generen golpeteos al paso de los usuarios.

Figura 6. Daños por corrosión e impacto en elementos del sistema de piso.
Fuente: LanammeUCR

2.3 Zona de unión entre secciones:

Tal como se mencionó en la descripción, esta estructura está compuesta por dos secciones de puente peatonal con dimensiones de altura en la cercha diferentes entre sí (2,35 m en la sección 1 y 1,83 en la sección 2). Esta diferencia complica la labor de unión de las estructuras ante el cambio considerable que se da en la esta zona intermedia del puente. Según se puede apreciar en la figura 7, las condiciones presentes, al momento de la visita, indican que esta unión se realizó utilizando placas de unión con soldadura en la cuerda inferior y placas con tornillos en la cuerda superior, agregando además placas intermedias en el tope entre las caras de las secciones individuales. Adicionalmente se incorporaron elementos diagonales para brindar conexión entre las cuerdas superiores.

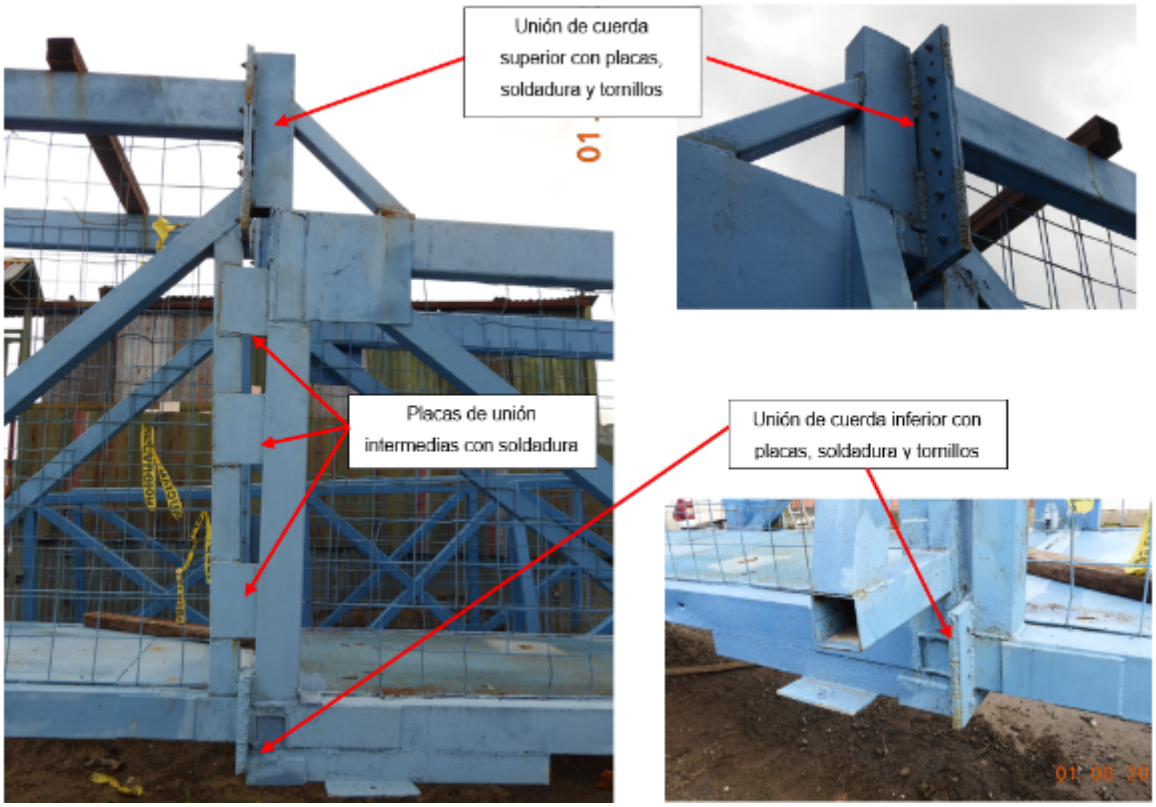

Figura 7. Condiciones en la zona de unión entre las secciones del puente peatonal.
Fuente: LanammeUCR

Es importante mencionar que esta unión se sitúa cerca del centro del puente, por lo cual es la región en donde se dan los mayores esfuerzos flectores de la estructura. Al tratarse de una cercha estos esfuerzos se traducirán en esfuerzos de tensión en la cuerda inferior y de

compresión en la cuerda superior, lo que implica que las uniones formadas por placas con soldadura y tornillería deberán soportar cargas considerables tanto del peso propio de la estructura como de los peatones.

Además, se identificó en sitio, que faltan algunos tornillos en las placas de unión (ver figura 7) y que las uniones entre estas placas están formadas principalmente por soldadura, por lo que se considera que podría existir un riesgo de fractura en estas uniones (especialmente en la cuerda inferior) al tener soldadura únicamente en los bordes de las placas. Se recomienda considerar la incorporación de elementos estructurales adicionales que aseguren la continuidad a través de esta unión en la cuerda inferior y readecuar la unión existente tanto en la cuerda superior como en la zona intermedia. Para esto se recomienda realizar un diseño especifico de esta zona del puente por parte de un ingeniero estructural.

2.4 Condiciones adicionales:

Como parte de las labores de inspección se identificaron condiciones adicionales que se considera deben ser parte de los trabajos de intervención de esta estructura previo a su colocación:

- Se observaron algunos huecos y elementos metálicos salientes de la malla electrosoldada que se encuentra en la parte interna de las cerchas (ver figura 8). Si bien esto no representa un riesgo estructural si es posible que se de una afectación funcional hacia los usuarios. Se considera necesario revisar de forma integral esta malla para garantizar que los usuarios no tendrán riesgo de lesiones.

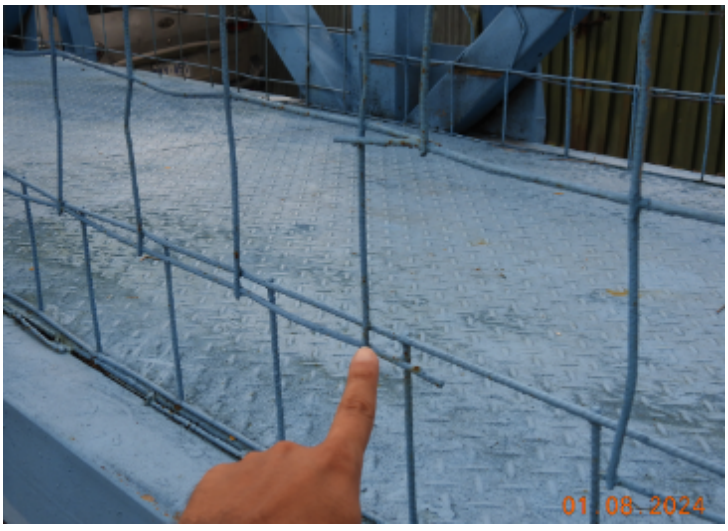

Figura 8. Elementos salientes de la malla electrosoldada podría afectar a los usuarios.
Fuente: LanammeUCR

- El cauce de este río muestra claros indicios de procesos de deslizamiento y socavación en ambas márgenes; la zona en la cual se colocó el bastión en margen derecha (Desamparados) podría experimentar afectación ante una creciente (ver figura 9). Por esta razón, se recomienda realizar obras de protección a esta subestructura y gestionar obras de protección para evitar la falla de la estructura que se va a colocar.

Figura 9. Subestructura para puente peatonal en zona de posible afectación por crecientes.
Fuente: LanammeUCR

3. Conclusiones y recomendaciones:

A partir de la inspección realizada en la estructura peatonal en Coopelot de Desamparados, que se pretende colocar sobre el cauce del rio Cañas para brindar comunicación con La Toyita de Alajuelita, se han identificado deterioros que deben ser atendidos de previo al proceso de izaje, colocación y entrada en funcionamiento de la estructura por lo que presentan los siguientes deterioros:

- **Elementos de la cercha principal:** se identificaron algunos elementos que presentan reparaciones y deformaciones, en los elementos diagonales que se ubican por fuera de la sección principal de la pasarela. Se identificaron varios elementos con fallas por pandeo local y deformaciones por impacto que se considera necesario reemplazar previamente. En esta sección se considera necesario incorporar elementos de cierre (marco) para asegurar la adecuada transferencia de cargas.

- **Sistema de piso:** presenta un mayor deterioro en comparación con la cercha principal. Se identifican elementos con daños por corrosión e impacto en varios puntos que ameritan ser reemplazados o reparados según el nivel de severidad. Se identificaron algunas deformaciones menores en la lámina de piso tipo punta de diamante.

- **Zona de unión entre secciones**: existen diferencias en la altura de las secciones que complican la labor de unión de las estructuras por elementos faltantes (tornillo) lo que ocasiona un riesgo de fractura.

- **Condiciones adicionales:** Se observaron algunos huecos y elementos metálicos salientes de la malla electrosoldada que se encuentra en la parte interna de las cerchas. El cauce de este río muestra claros indicios de procesos de deslizamiento y socavación en ambas márgenes.

Con respecto a la consulta sobre la viabilidad del puente para ser utilizado en este paso se concluye que se requieren realizar las obras de mejoramiento y reforzamiento de la estructura mencionadas en los apartados anteriores, así como el modelado y valoración estructural por parte de un profesional especialista en la materia utilizando las cargas establecidas en la normativa AASHTO Pedestrian Bridge Guide LRFD para verificar que efectivamente la estructura puede funcionar adecuadamente para el paso de peatones.

4. Recomendaciones:

Se recomienda que la estructura no entre en funcionamiento hasta tanto no se puedan atender por un profesional en ingeniería especialista en diseño estructural los siguientes aspectos:

- Priorizar el diseño y la ejecución de las obras de reforzamiento de la unión entre ambas secciones para garantizar su capacidad de resistir las cargas permanentes y vivas que tendría el puente en operación.

- Realizar una evaluación detallada de los elementos del puente para definir cuáles de estos deben ser reemplazados. En la sección 2.1 y 2.2 de este informe se presentaron ejemplos de elementos que se recomienda sean sustituidos previo a la puesta en operación del puente.

- Realizar una modelación estructural del puente que permita verificar que el puente propuesto a colocar será capaz de resistir las cargas correspondientes de forma segura. Para este proceso de revisión se sugiere emplear las cargas establecidas en la guía AASHTO Pedestrian Bridge Guide LRFD en su última versión.

- Realizar un diseño específico para la zona de unión entre las dos secciones del puente. Se considera necesario adicionar elementos de reforzamiento para soportar de forma segura las cargas que recibiría este puente ya una vez en operación.

- Revisar elemento por elemento en el puente que permita definir cuales elementos deben ser reemplazados tanto en las cerchas principales como en el sistema de piso. En los apartados 2.1 y 2.2 de este informe se muestran ejemplos de elementos que requieren esta intervención.

- Ejecutar obras de mejoramiento del extremo del puente en la sección 2 para garantizar que el ancho de la pasarela cumple con las disposiciones de la ley 7600 para el paso de peatones y asegurar una adecuada transferencia de cargas en este extremo.

- Ejecutar obras de protección en ambas márgenes del rio Cañas para proteger los bastiones construidos ante posibles eventos de socavación y crecientes.

- Revisar la condición de las zonas en las cuales el puente entrará en contacto con las subestructuras y analizar si es necesario colocar algún refuerzo en el puente.

Finalmente, es necesario recalcar que esta asesoría técnica brindada para este caso en particular constituye un insumo para las municipalidades de Desamparados y Alajuelita en apego a las competencias del LanammeUCR en materia de fiscalización de obra vial en virtud de las disposiciones de la Ley 8114.

Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos que ambas municipalidades tomen las medidas necesarias y oportunas que consideren y que deben establecer la forma en cómo se realizará la intervención de esta estructura.

Atentamente,

UCR Firmado digitalmente

Ing. Erick Acosta Hernández
Coordinador
Unidad de Gestión Municipal

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

Ing. Rolando Castillo Barahona, Ph.D.
Director

ÉAH

C.c Josu Humberto Quesada Campos, Ingeniero UGM-PITRA, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Julian Trejos Villalobos, Coordinador PIE, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales