

## Unidad de Gestión Municipal

Reporte No. PM10-05

### Inspección del Puente Cheo sobre la Quebrada Seca, Distrito San Antonio, Cantón Belén



3 de Septiembre de 2010

Reporte No. PM10-05	Fecha de Emisión: 3 de Septiembre de 2010	Página 1 de 22
---------------------	---	----------------



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

LanammeUCR

1. INTRODUCCIÓN

Para:

Unidad Técnica de Gestión Vial

Municipalidad de Belén

Gobierno de Costa Rica

Apartado 123 – C.P. 4005

Belén, Heredia, Costa Rica

Central Telefónica: (506) 2293-5944

Puente inspeccionado por:

.....

Sr. Gilberth Marín Aguilar  
Unidad de Gestión Municipal  
PITRA - LANAMME  
Universidad de Costa Rica

Informe preparado por:

Ing. Jaime Allen Monge, MSc  
Unidad de Gestión Municipal  
PITRA - LANAMME  
Universidad de Costa Rica

Revisado por:

.....

Ing. Marcos Rodríguez Mora, MSc  
Coordinador Unidad de Gestión Municipal  
PITRA - LANAMME  
Universidad de Costa Rica

Revisado por:

Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD  
Unidad de Puentes  
PITRA - LANAMME  
Universidad de Costa Rica

Aprobado por:

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, MSc  
Coordinador Programa de Infraestructura del  
Transporte  
PITRA - LANAMME  
Universidad de Costa Rica



## 1. INTRODUCCIÓN

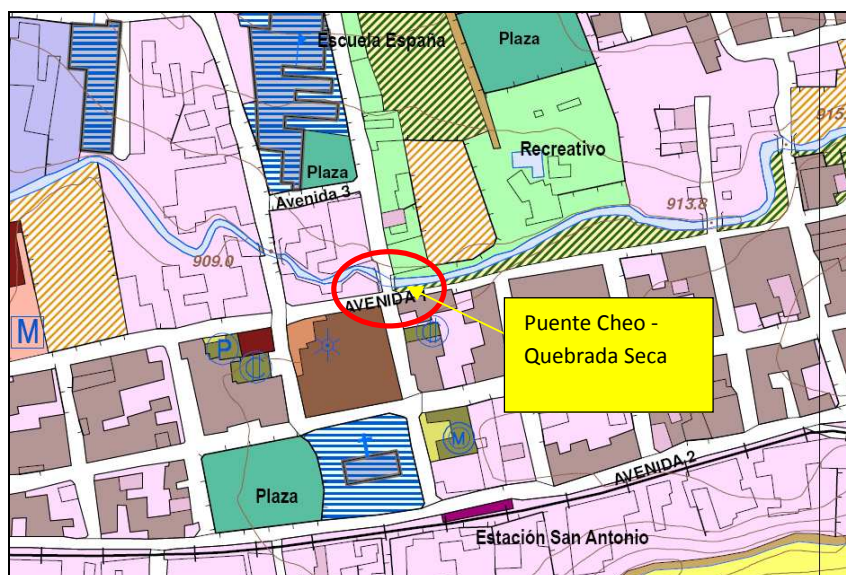
### 1.1. General

Este informe de la inspección visual y evaluación del puente sobre la Quebrada Seca, es un producto del convenio de cooperación y asesoría técnica sobre gestión vial suscrito entre la Municipalidad de Belén y el LanammeUCR.

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 formulario de inspección incluido en el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT, 2007).

El puente Cheo cruza la Quebrada Seca en la Calle 1 en el Distrito San Antonio del Cantón de Belén, Provincia de Heredia. Sus coordenadas de ubicación son  $09^{\circ} 58' 49.0''$  de latitud Norte y  $84^{\circ} 11' 08.6''$  de longitud Este. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del puente.

La inspección visual fue realizada los días 12 de Marzo 2010 y 18 de Junio 2010.



**Figura 1.** Ubicación del puente Cheo - Quebrada Seca, San Antonio. Hoja San Antonio, 1:10,000.

## 1.2. Objetivo

El objetivo de la inspección visual del puente fue:

- 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 conservación.
- D. Proporcionar recomendaciones generales para mejoras, mantenimiento y/o reparación del puente.

## 1.3. Alcance del informe

Este informe de inspección se limita a evaluar la seguridad vial y el estado de deterioro del puente y a brindar recomendaciones para mejoras, mantenimiento y reparación con base en observaciones técnicas de la estructura realizadas por un inspector o ingeniero calificado.

En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural, hidráulica o funcional del puente, se recomienda realizar una inspección detallada y llevar a cabo estudios especializados mediante métodos físicos, químicos, eléctricos y/o de ultrasonido.

El informe no comprende la revisión de planos de diseño o los planos de cómo quedó construido el puente, ni la revisión de registros previos de inspección o mantenimiento por lo que la evaluación se basa únicamente en la inspección de componentes a los cuales se tuvo acceso visual.

Se desconoce el año de diseño del puente y la carga viva de diseño. Esta información se podría obtener de los planos de diseño del puente si existieran. Se observó que el puente fue construido entre 1982 y 1986 según una placa adherida al puente (Ver Figura 2).



**Figura 2.** Placa con información del período de construcción del puente.

## **2. DESCRIPCIÓN**

El puente tiene una longitud total de 12.16 metros y una luz inferior máxima de 7.00 metros. Tiene un ancho total de 7.05 metros, de los cuales 5.63 metros corresponden al ancho entre las cunetas. Cuenta con dos aceras con un ancho total de 0.71 metros cada una y barandas de concreto. El ancho libre de cada acera es de 0.50 metros. El puente da vía a un solo carril, compartido en ambos sentidos (Ver Figura 4).

Adicionalmente, existe un puente peatonal independiente adyacente en el costado Oeste, el mismo consiste en una viga de concreto reforzado.

El puente principal consiste de dos superestructuras; una por claro. La superestructura sobre el claro-Sur es un arco de mampostería construido con bloques de piedra. Se presume que ésta parte del puente fue originalmente una alcantarilla. La superestructura sobre el claro-Norte es una losa de concreto que se presume fue construida entre 1982 y 1986 (Ver Figura 5).

La superficie de rodamiento sobre el arco de piedra es una carpeta asfáltica colocada sobre una superficie de concreto colada sobre el arco; la losa de concreto sobre el claro-Norte cumple la función de superficie de rodamiento (Ver Figura 3).

El bastión de la superestructura tipo arco es un muro de mampostería de piedra. La unión arco-bastión es una conexión integral.

El bastión sobre el cual se apoya la superestructura tipo losa de concreto es un muro de concreto sin reforzar. El ancho de asiento sobre este bastión es de 0.40 metros aproximadamente.

La pila del puente es un muro de concreto construido integralmente a lo que fue el otro bastión de mampostería de piedra de la superestructura tipo arco. Se desconoce si éste muro de concreto es reforzado o de gravedad (Ver Figura 5).



**Figura 3.** Vista frontal, hacia el Sur, del puente.





**Figura 4.** Puente de un sólo carril, señal de ceda.



**Figura 5.** Vista lateral hacia el Oeste. Puente consta de dos superestructuras: una tipo arco de mampostería y otra tipo losa de concreto.

### **3. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL Y ESTADO DE CONSERVACION**

Para efectos de facilitar la presentación de los problemas observados en el puente y así brindar recomendaciones para mejoras, mantenimiento y reparación, la evaluación del puente se dividió en 4 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. 1 a 4 las cuales se presentan a continuación.

El estado de deterioro del puente es considerado crítico por la excesiva socavación observada en las fundaciones de ambos bastiones y de la pila central, además de la pérdida del aletón del bastión-Norte. Este daño representa un peligro a la integridad estructural del puente y por lo tanto se requiere de una inmediata intervención.





**Tabla No 1.** Estado de la Seguridad Vial.

<b>SEGURIDAD VIAL</b>		
<b>Elementos</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Recomendaciones</b>
1.1. Barandas	Las barandas presentan deformaciones y grietas ocasionadas por los movimientos diferenciales que ocurren entre las dos superestructuras del puente y entre el puente y sus accesos (Ver Figuras 6 y 7).	Separar físicamente las barandas entre las superestructuras tipo arco y tipo losa y entre el puente y sus accesos con el objetivo de eliminar las grietas. Reparar y pintar las barandas dañadas.
1.2. Aceras y sus accesos	El puente peatonal cuenta con dimensiones normadas (Ley 7600), y cuenta con accesos para silla de ruedas.	Ninguna.
1.3. Identificación	El puente no está debidamente identificado. (Ver Figuras 3 y 4)	Colocar dos rótulos, uno por sentido, que identifiquen al puente.
1.4. Señalización	No existe un rótulo de velocidad máxima o información de la carga viva de diseño. Existe un rótulo de Ceda en el sentido nort-sur el cual se encuentra en buenas condiciones. La demarcación horizontal se encuentra desgastada. No existen capta-luces para canalizar el tránsito vehicular (Ver Figuras 3 y 4).	Colocar rótulos de velocidad, en ambos sentidos. Adherir una placa a la baranda indicando la carga viva de diseño. Demarcar la superficie de rodamiento de los accesos y del puente con pintura retro-reflectiva, incluir capta-luces en la demarcación horizontal.
1.5. Iluminación	Se observan dos postes de iluminación al menos a 20 m de distancia del puente.	Inspeccionar el correcto funcionamiento de las lámparas y revisar si dan visibilidad al puente en horas de la noche.



**Tabla No 2.** Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros.

<b>SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ACCESORIOS, ACCESOS Y OTROS</b>		
<b>Elementos</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Recomendaciones</b>
2.1. Superficie de rodamiento	La carpeta asfáltica presenta agrietamiento entre la superestructura tipo arco y el acceso-Sur al puente, se presume es causado por movimientos diferenciales entre ellos (Ver Figura 8). Este problema se solucionaría si se construye una junta de expansión.	Se recomienda sellar las grietas.
2.2. Cunetas y drenajes del puente	Los drenajes del puente tienen un funcionamiento adecuado.	Ninguna.
2.3. Drenajes de accesos	Los accesos carecen de un sistema de drenaje adecuado (Ver Figura 10).	Construir un sistema de drenaje para los accesos del puente que evite la socavación de los aletones y la erosión de los taludes.
2.4. Juntas de expansión	Las juntas de expansión de la superestructura tipo losa están obstruidas (Ver Figura 9).	Limpiar las juntas de expansión y sellarlas con un material deformable que impida la filtración de agua.
2.5. Cauce del río	La capacidad hidráulica bajo la superestructura del puente es insuficiente (Ver Tabla No. 4). Se aprecia que la mayoría del caudal del río fluye por el claro-Norte. La pila central acumula escombros que restan a su capacidad hidráulica (Ver Figura 11).	Realizar un estudio hidráulico para determinar la capacidad hidráulica que debe tener este puente. Remover los escombros frente a la pila y siempre inspeccionar el puente después de una fuerte tormenta.

**Tabla No 3.** Estado de conservación de la superestructura.

<b>SUPERESTRUCTURA</b>		
<b>Elementos</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Recomendaciones</b>
3.1. Superestructura tipo losa – Superficie inferior	Se observó una grieta única longitudinal en el centro de la losa, no se pudo determinar el espesor de la grieta (Ver Figura 12).	Investigar si el espesor de la grieta es mayor de 0.4mm. En caso de serlo se recomienda sellarla con mortero epóxico de lo contrario, sellar con pintura impermeable.
3.2. Superestructura tipo Losa – Drenajes	Los orificios de los drenajes están manchados por la humedad. Se observa una leve eflorescencia a su alrededor. (Ver Figura 13).	Se recomienda colocar un ducto dentro de cada drenaje que se extienda 300 mm por debajo de la superficie inferior de la losa el cual evite el contacto del agua con la superficie de concreto.
3.3. Superestructura tipo Arco	La mampostería del arco presenta grietas a lo largo de las sisas y un pequeño desprendimiento del mortero de relleno entre algunos bloques de piedra (Ver Figura 14).	Monitorear el avance de estas grietas en la próxima inspección. Se recomienda sustituir el arco de piedra por su falta de capacidad para resistir los desplazamientos laterales producto de un sismo.
3.4 Viga Puente Peatonal	La viga del puente peatonal exhibe deflexión permanente y varias grietas por flexión en el centro. Estas grietas pueden facilitar la infiltración del agua y eventualmente la corrosión del acero de refuerzo (Ver Figura 15)	Investigar cuál es la capacidad de carga de servicio y de carga última del paso peatonal para determinar si se requiere limitar la carga que circula por el puente peatonal.  Sellar las grietas detectadas en la viga con pintura impermeable en caso que las grietas no tengan un espesor mayor de 0.4mm, sellarlas con mortero epóxico si el espesor es mayor de 0.4 mm.



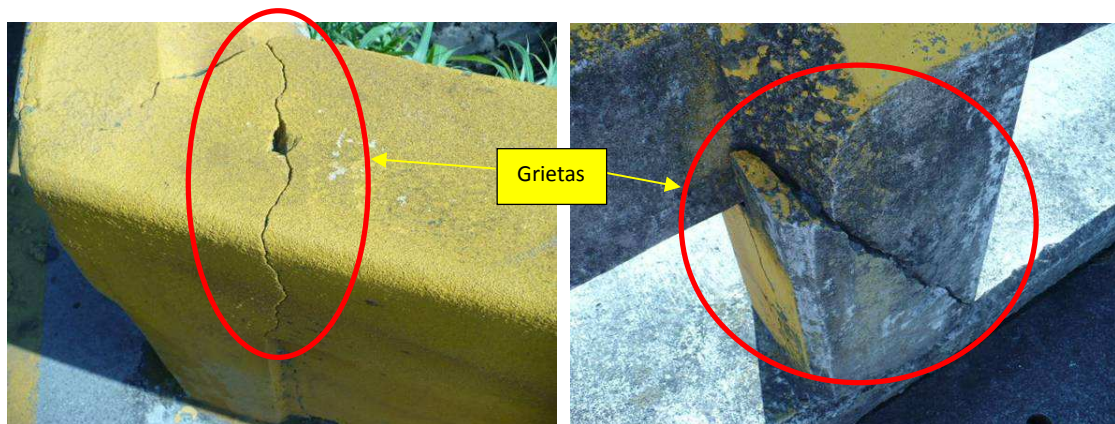


**Tabla No 4.** Estado de conservación de la subestructura.

<b>SUBESTRUCTURA</b>		
<b>Elementos</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Recomendaciones</b>
4.1. Apoyos	La losa aparenta estar simplemente apoyada sobre los bastiones. No se observó infiltración de agua.	Ninguna.
4.2. Bastiones	No se observaron problemas de grietas o inclinación de los bastiones.	Ninguna.
4.3. Pila	No se observaron problemas de grietas o inclinación de la pila.	Ninguna.
4.4. Aletones	El bastión-Norte ha perdido uno de sus aletones producto de la socavación causada por el caudal de agua. La falta del aletón puede permitir la erosión detrás del bastión, la erosión del relleno de aproximación y generar su asentamiento. Esto representa una amenaza para la integridad del puente ya que puede causar su colapso durante una tormenta fuerte. (Ver Figura 16).	Reconstruir el aletón del bastión-Norte para evitar la socavación detrás del bastión, la erosión del talud y el posible asentamiento del relleno de aproximación.
4.5. Fundación de bastiones y pilas	Las fundaciones de los dos bastiones y la pila central presentan socavación excesiva lo que indica que el puente no tiene suficiente capacidad hidráulica (Ver Figuras 16-18). Esto representa un problema ya que puede causar el colapso del puente.	Proteger de la socavación los cimientos de los bastiones y la pila.



**Figura 6.** Deformación en la baranda.



**Figura 7.** Grietas en las barandas debido a movimientos diferenciales que ocurren entre las dos superestructuras y entre el puente y sus accesos.



**Figura 8.** Agrietamiento en la carpeta asfáltica, entre el acceso Sur y el puente, causado por movimientos diferenciales.

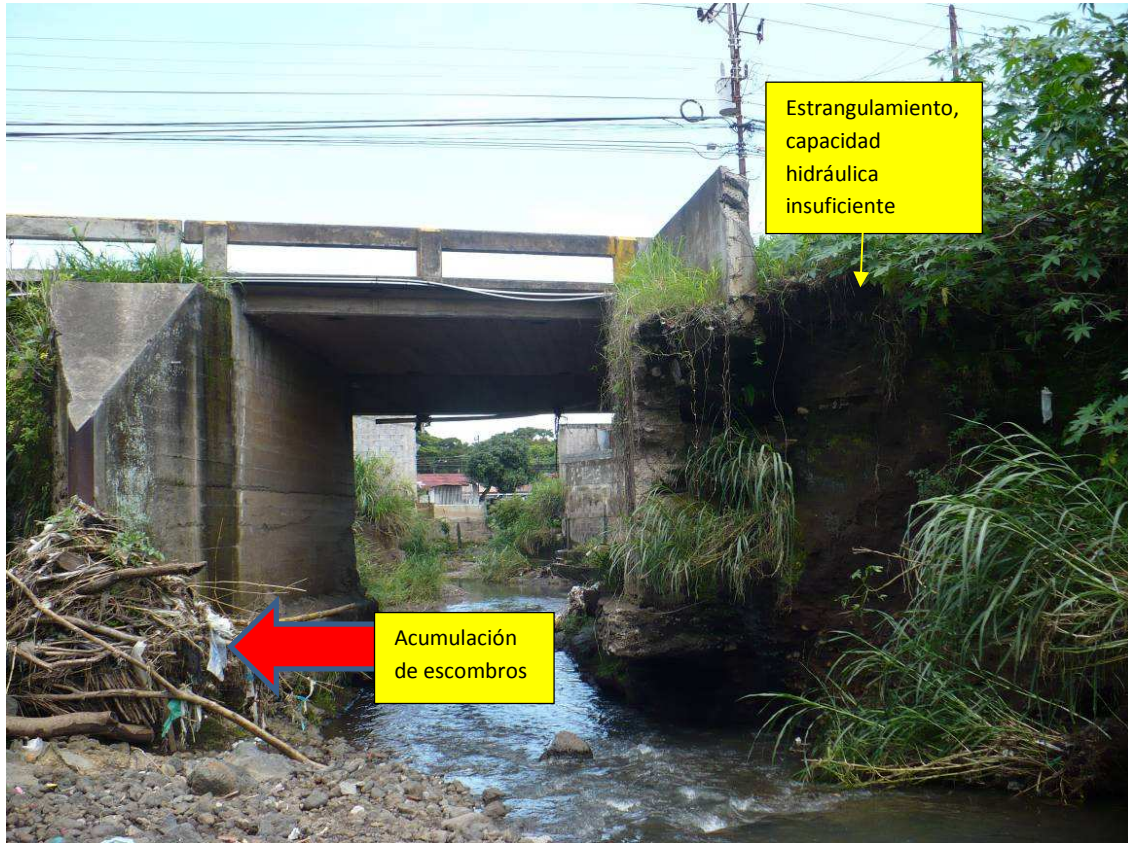




**Figura 9.** Juntas obstruidas.

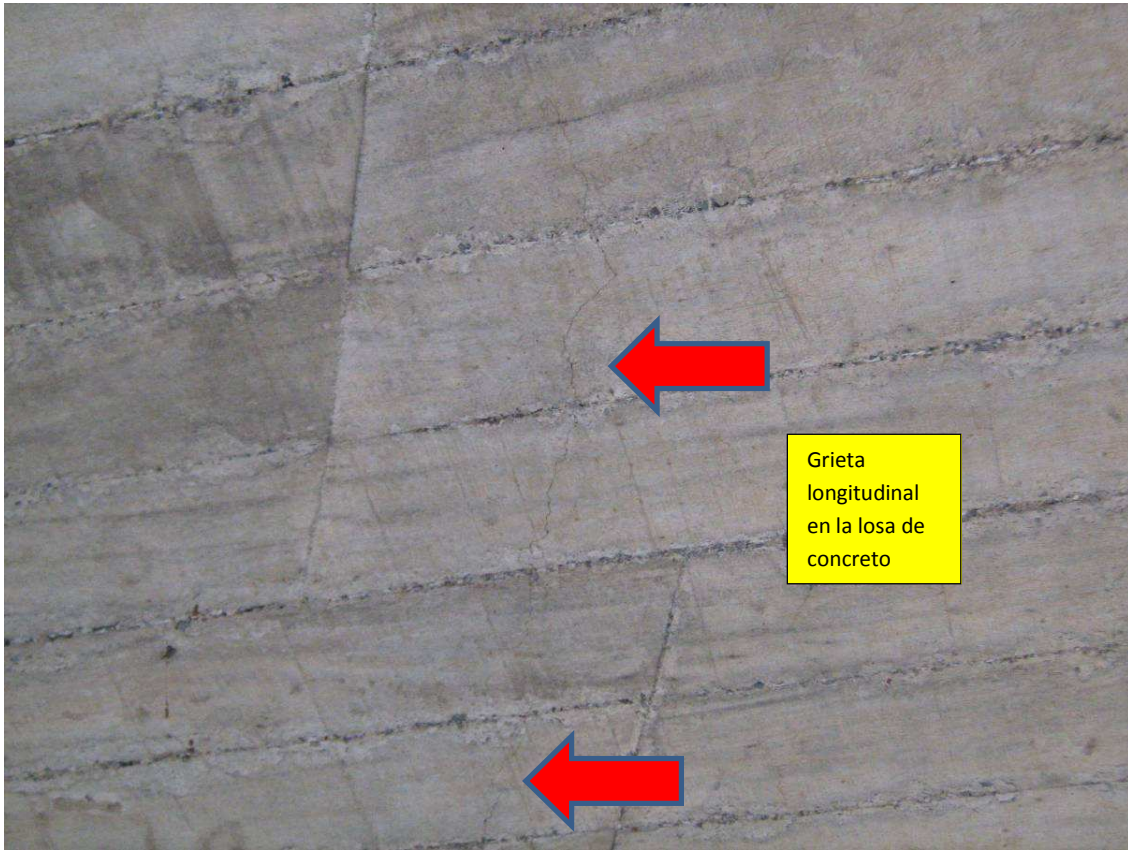


**Figura 10.** Drenajes de accesos son insuficientes o inexistentes.



**Figura 11.** Capacidad hidráulica insuficiente para el caudal del río. Acumulación de escombros.





**Figura 12.** Grieta longitudinal en parte inferior de la losa de concreto.



**Figura 13.** Manchas de humedad. Leve eflorescencia en orificios de drenaje.

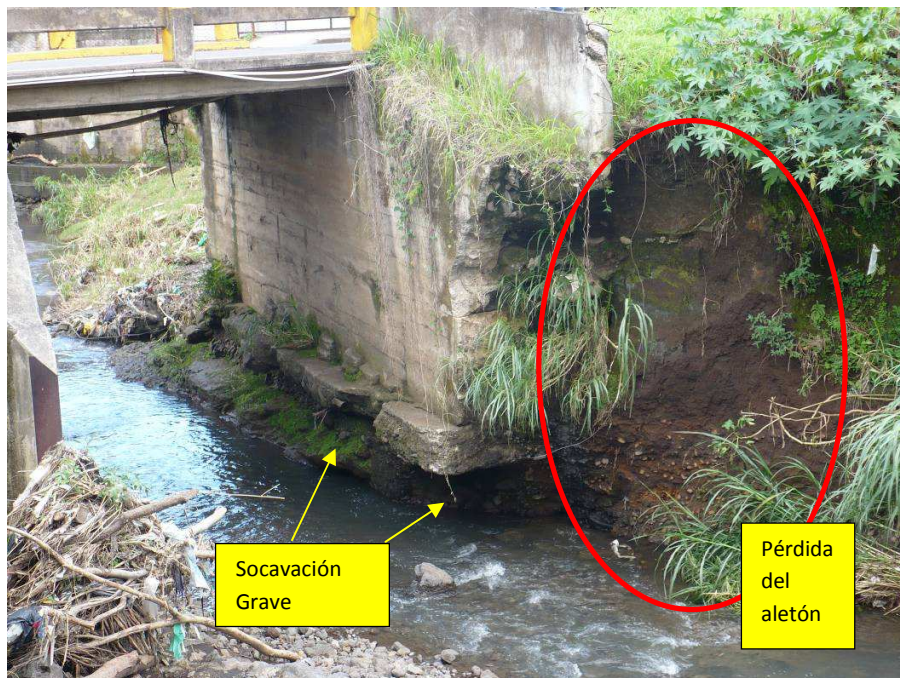




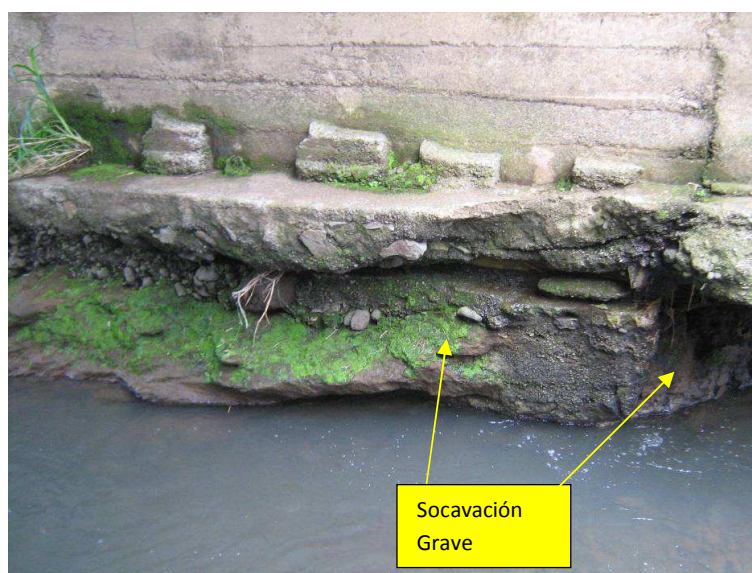
**Figura 14.** Grietas en las sisas de la mampostería.



**Figura 15.** Grietas por flexión en el centro del claro de la viga del puente peatonal.



**Figura 16.** Socavación grave de la fundación del bastión-Norte y pérdida del aletón.



**Figura 17.** Socavación grave de la fundación del bastión-Norte.





**Figura 18.** Socavación grave bajo la pila central.



#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El estado de deterioro del puente es considerado crítico por la excesiva socavación observada en las fundaciones de ambos bastiones y de la pila central, además de la pérdida del aletón del bastión-Norte. Este daño representa un peligro a la integridad estructural del puente y por lo tanto se requiere de una inmediata intervención.

En los próximos 60 días, se recomienda:

- Construir un sistema de protección contra la socavación de las fundaciones, bastiones, pila central y aletones del puente.

En el corto plazo, 6 meses, se recomienda:

- Proveer la demarcación horizontal, vertical e iluminación (Ver Tabla No.1) para mejorar la visibilidad de la vía en el cruce del puente, y así mejorar la seguridad vial del puente.
- Proveer de ductos para los drenajes del puente, que prevengan el contacto del agua con la losa, y posible corrosión del acero de refuerzo debido al agua infiltrada.
- Realizar un estudio para determinar la demanda hidráulica en el punto de ubicación del puente, para el período y la tormenta de diseño y compararlo a la capacidad hidráulica actual. Con esta información se podrá decidir si se requiere sustituir o modificar el puente.
- Dragar el río con el objetivo de encauzar el flujo de agua por ambos claros del puente. Por la configuración actual observada, se aprecia que el río tiende a fluir con mayor caudal por el claro norte, causando los problemas de socavación.
- Construir un sistema de drenaje para cada acceso.
- Investigar la capacidad de servicio y última de la viga de soporte del puente peatonal debido a que ésta presenta una deflexión permanente significativa y porque se observaron grietas por flexión. Con ello se podrá determinar si se debe reforzar la viga o limitar la carga máxima sobre el paso peatonal.

Se recomienda buscar la asistencia de la dirección de puentes del MOPT o contratar los servicios de un profesional calificado con conocimiento de puentes para definir, diseñar e inspeccionar las soluciones a ejecutar.

Se recomienda a la unidad técnica municipal informarse del año de diseño del puente y de su carga viva de diseño (peso del camión de diseño). Para ello se requiere localizar los planos de diseño y construcción y las memorias de cálculo del puente y resguardarlos en un lugar seguro preferiblemente en formato digital. Adicionalmente, se sugiere llevar un registro de las todas inspecciones y del mantenimiento preventivo y correctivo realizados o a realizar en este puente.

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

Luego de realizar las mejoras y reparaciones sugeridas, se recomienda realizar una inspección visual como mínimo una vez al año, para evaluar la conservación del puente y para realizar mantenimiento preventivo.