

Inventario, evaluación y priorización de intervención de 10 puentes del distrito de Tucurrique

Abstract

Costa Rica presents structural and non-structural problems in many of its bridges, data that were demonstrated in the report provided by the e-Bridge project in 2019. This showed that of the 1,670 national route structures evaluated, 37% are in a poor structural condition, 60% are in a fair condition, and only 3% satisfactorily meet the requirements.

The economic resources that exist in Costa Rica for road maintenance are limited, local governments are no the exception; that is the reason why implementing a correct bridge management is important.

The objective of this project was to establish the prioritization of intervention of the existing bridge structures in the Tucurrique district, being necessary to initially create an inventory, carried out in accordance with the guidelines established in the "Bridge Inspection Manual" of the Ministry of Public Works and Transportation (MOPT).

Intervention prioritization was carried out according to the methodology proposed by Navarro et al. 2019, for the Prioritization project for the intervention of bridge structures through the use of performance indicators.

Keywords: Inspection, evaluation, bridge management, inventory, performance indicators.

Resumen

Costa Rica presenta problemas estructurales y no estructurales en muchos de sus puentes, lo cual se ha demostrado en el informe del proyecto e-Bridge en el 2019. En este se evidencia que, de las 1670 estructuras de rutas nacionales evaluadas, el 37% se encuentran en una condición estructural deficiente, que el 60% se encuentra en una condición regular y solamente un 3% cumple satisfactoriamente con los requerimientos.

Los recursos económicos que existen en Costa Rica destinados a la conservación vial son limitados y los gobiernos locales no son la excepción. Por esto surge la importancia de implementar una correcta gestión de puentes.

Este proyecto tuvo como objetivo establecer la priorización de intervención de las estructuras de puentes existentes en el distrito de Tucurrique, por lo cual se hizo necesario crear inicialmente un inventario conforme los lineamientos establecidos en el "*Manual de Inspección de Puentes*" del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

La priorización de intervención se realizó conforme la metodología propuesta por Navarro et al. 2019, para el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño.

Palabras clave: Inspección, evaluación, gestión de puentes, inventario, indicadores de desempeño.

Inventario, evaluación y priorización de intervención de 10 puentes del distrito de Tucurrique

Inventario, evaluación y priorización de intervención de 10 puentes del distrito de Tucurrique

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

ABRIL, 2020

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Ángel Navarro Mora, Ing. Giannina Ortiz Quesada, Ing. Gerardo Páez González, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

GUSTAVO
ADOLFO
ROJAS
MOYA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por GUSTAVO
ADOLFO ROJAS MOYA
(FIRMA)
Fecha: 2021.05.19
09:10:33 -06'00'

Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director

ANGEL
HUMBERTO
NAVARRO
MORA (FIRMA)

Firmado digitalmente
por ANGEL
HUMBERTO NAVARRO
MORA (FIRMA)
Fecha: 2021.05.19
09:28:09 -06'00'

Ing. Ángel Navarro Mora.
Profesor Guía

GIANNINA ORTIZ
QUESADA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por GIANNINA ORTIZ
QUESADA (FIRMA)
Fecha: 2021.05.19
10:08:16 -06'00'

Ing. Giannina Ortiz Quesada.
Profesora Lectora

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Firma digital por: BYRON GERARDO PAEZ GONZALEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.05.19 08:59:32 -06:00
Razón: Estoy certificando
Localización: Tecnológico de Costa Rica

Ing. Gerardo Páez González.
Profesor Observador

Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo	2
Introducción	4
Marco teórico	5
Metodología	12
Resultados.....	23
Análisis de los resultados	34
Conclusiones y recomendaciones	40
Apéndices	42
Anexos	82
Anexo 1.....	82
Referencias.....	113

Prefacio

El distrito de Tukurrique posee una baja densidad demográfica, la mayoría de sus poblados se encuentran ubicados en zonas montañosas cuyas rutas de acceso involucran el paso por diversas quebradas y ríos. Actualmente el Concejo Municipal del distrito no posee información detallada acerca del estado general de las estructuras que salvaguardan los caminos de estos accidentes geográficos, por lo que actualmente no es posible monitorear aquellas estructuras que requieran intervenciones o cuya seguridad estructural podría estar comprometida.

Además, según la Comisión Nacional de Emergencias (s.f), el cantón Jiménez se encuentra en una región con condiciones geológicas y climáticas que lo hacen vulnerable a diversas amenazas de origen natural, por lo que es necesario conocer las características y daños principales que presenten los puentes del lugar. Esto se hace con el fin de prevenir un eventual colapso de las estructuras y, en consecuencia, el cierre de las principales rutas de acceso a la zona.

La mayoría de las estructuras de puentes y alcantarillas del distrito conectan las vías utilizadas para el traslado de productos agrícolas, que actualmente funge como principal actividad económica de la zona. Además, uno de los puentes de mayor dimensión comunica la ruta nacional N°225 con la planta hidroeléctrica Cachí, siendo esta la principal vía de acceso a la misma.

Es por esto que la realización de un inventario de puentes, en conjunto con la priorización de intervención para los casos que lo requieran, proveerá al Concejo Municipal de información técnica que les permita a los profesionales a cargo, dar seguimiento e intervenir de manera oportuna estas estructuras para salvaguardar sus condiciones de resistencia, estabilidad y servicio.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y la fortaleza para culminar esta etapa. A mi mamá Kattia Rodríguez Sánchez, a mi tío Luis Fernando Hernández Rodríguez y a mi papá Paul Madrigal Corrales por estar incondicionalmente a mi lado, a mi mejor amigo Brayner Hardy Espinoza por ser un apoyo durante toda la duración de mi carrera, a mi profesor guía Ángel Navarro por el apoyo brindado durante la realización de mi proyecto de graduación y al Concejo Municipal de Tukurrique por la oportunidad brindada.

Resumen ejecutivo

Los sistemas de gestión de puentes, a grandes rasgos, permiten el procesamiento de información para priorizar el mantenimiento, rehabilitación o sustitución de estas estructuras tomando en cuenta las restricciones presupuestarias que tenga la institución (Valenzuela, 2008).

Los recursos económicos que existen en Costa Rica destinados a la conservación vial son limitados y los gobiernos locales no son la excepción. Por esto surge la importancia de contar con información adecuada para priorizar las intervenciones que requiera cada estructura de puente, lo cual permite una gestión adecuada de recursos.

El Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique no contaba con información acerca del estado actual de sus puentes. Actualmente el distrito posee 10 estructuras de este tipo, de las cuales la mayoría se encuentra en mal estado, por falta de mantenimiento o prácticas constructivas inadecuadas.

La construcción de la mayoría de estructuras de puentes del distrito no fue realizada bajo supervisión profesional, sino con base en conocimientos empíricos para atender a la necesidad de conexión entre caminos.

Es hasta el año 2016 que el Concejo Municipal cuenta con el apoyo de un departamento de Ingeniería, quien ahora es encargado de la administración de los puentes del distrito.

El deterioro de las estructuras de puentes en el distrito representa un riesgo en cuanto a la comunicación de las redes viales y también a la seguridad de los usuarios.

La inexistencia de elementos de señalización, contención peatonal y vehicular, sobrecargas en la superestructura, deterioro de elementos estructurales como juntas de expansión, apoyos, vigas, entre otros, requieren de un proceso de intervención para asegurar la estabilidad de la estructura y la seguridad de los usuarios que lo utilicen.

Atendiendo a las necesidades mencionadas anteriormente, este proyecto tiene como objetivo solventar la necesidad de información técnica sobre el estado de las 10 estructuras de puentes existentes en el distrito de Tucurrique de Cartago mediante la creación de un inventario. Este se realizará conforme los lineamientos establecidos en el “*Manual de Inspección de Puentes*” del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

Además, se pretende determinar el grado de prioridad de intervención que requiere cada estructura mediante el uso de cuatro indicadores de desempeño. La información recopilada en este proyecto se almacenó en una base de datos que, además de guardar lo correspondiente a esta investigación, permitirá registrar eventuales actualizaciones.

La metodología utilizada para la determinación del nivel de prioridad de intervención de cada puente se realizó a partir de lo propuesto por Navarro et al. 2019, para el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño.

Los resultados obtenidos muestran las condiciones estructurales menos favorables de los puentes evaluados correspondieron a los puentes de Patas Negras y Quebrada Ramírez, los cuales se ubican entre de mayor calificación de importancia socioeconómica.

En la evaluación de daños, estas estructuras presentaron mayores evidencias, como corrosión,

oxidación, grietas, socavación, sobrecapas de asfalto, entre otros.



Figura 1. Condición de puentes inspeccionados (Google Maps, 2021).

Introducción

El desarrollo de este proyecto pretende solventar la necesidad de información técnica sobre el estado de estas estructuras de puentes en el distrito de Tucurrique de Cartago mediante la creación de un inventario. Este se realizará conforme a los lineamientos establecidos en el “*Manual de Inspección de Puentes*” del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), que incluye los procedimientos requeridos para la inspección visual de daños, realización de esquemas y caracterización de estos elementos.

Además, se determinará el grado de priorización por dar a cada estructura mediante una metodología propuesta por Navarro et al. En el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño. En este se evaluará la prioridad de intervención requerida para cada puente con base en el uso de indicadores de desempeño estructural, condición de uso, variables ambientales y condición socioeconómica.

Costa Rica presenta problemas estructurales y no estructurales en muchos de sus puentes, lo cual fue evidenciado por el proyecto e-Bridge en el 2019. Con ello se demuestra que, de las 1670 estructuras de rutas nacionales evaluadas, el 37% se encuentran en una condición estructural deficiente, que el 60% se encuentra en una condición regular y solamente un 3% cumple satisfactoriamente con los requerimientos.

El desconocimiento del estado de los puentes dificulta los procedimientos de priorización de intervención. Esto hace que, en la mayoría de ocasiones las rehabilitaciones y/o reemplazos, se realicen sin algún tipo de justificación técnica.

Una correcta gestión de puentes mejora la toma de decisiones sobre el uso óptimo de recursos humanos y económicos para el mantenimiento, reparación y rehabilitación de puentes, con base en la información registrada (Murillo, J.; Castillo, R., 2014).

Objetivos

Objetivo general

Priorizar la intervención de 10 puentes existentes en el distrito de Tucurrique, con información técnica de acuerdo con el estado actual de las estructuras que permita optimizar la inversión de recursos.

Objetivos específicos

Realizar el inventario e inspección visual de daños de los puentes y alcantarillas rectangulares existentes, por medio de los lineamientos establecidos en el Manual de Inspección de Puentes del MOPT.

Adaptar los indicadores de desempeño de puentes propuestos en el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño.

Determinar la prioridad de intervención de las estructuras inspeccionadas mediante el uso de indicadores de desempeño propuestos en el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño.

Marco teórico

Puentes

Los puentes son estructuras utilizadas para salvar extensiones de agua, depresiones del relieve u obstáculos artificiales como represas, carreteras, entre otros. Sirven para facilitar el tránsito de bienes, servicios y personas.

Componentes del puente

Según el Manual de Inspección de Puentes del MOPT estos están compuestos por:

- a) **Accesorios:** no cumplen con una función estructural; sin embargo, son esenciales para el correcto funcionamiento de los puentes, está compuesto por la superficie de rodamiento, barandas y juntas de expansión.
- b) **Superestructura:** compuesta por el sistema de piso, los elementos principales (vigas, cerchas y arco) y los elementos secundarios (diafragmas, sistemas de arriostamiento, portales, aceras, etc.).
- c) **Subestructura:** comprende los apoyos, bastiones y las pilas.
- d) **Accesos de aproximación:** están compuestos por los rellenos con sus respectivas protecciones y la losa de protección cuando exista.

Accesorios

- a) **Superficie de rodamiento:** es una superficie de desgaste que se coloca sobre el sistema de piso para protegerlo de la abrasión producida por el tráfico; puede ser de asfalto o concreto.

- b) **Baranda:** sistema de contención longitudinal fijada al sistema de piso para evitar la caída al vacío de vehículos, ciclistas y peatones.
- c) **Juntas de expansión:** elementos divisorios instalados en cada tipo de superestructura que permiten la traslación y/o rotación, garantizan la expansión y contracción de la superestructura ante cambios de temperatura y eventos sísmicos.
 - a. Juntas abiertas
 - b. Juntas selladas
 - c. Juntas de placas de acero deslizantes
 - d. Juntas de placas dentadas

Superestructura

La superestructura se compone de diversos elementos como lo son:

- a) **Sistema de piso:** comúnmente denominado “losa”, sobre esta estructura se apoya toda la carga vehicular y esta es la encargada de transmitir las cargas vivas a los elementos principales de la superestructura como las vigas, arcos, cerchas, entre otros.
- b) **Elementos principales:** su función principal es soportar las cargas transferidas a ellos por el sistema de piso y además transmitir los esfuerzos resultantes hacia subestructura a través de los apoyos.
- c) **Elementos secundarios:** son aquellos que distribuyen adecuadamente las cargas, generan mayor rigidez lateral y torsional restringiendo las deformaciones de los elementos principales para que estos sean más eficientes, por ejemplo, los diafragmas y los arriostamientos.

La superestructura tiene diversas clasificaciones, las cuales se determinan según el tipo de modelo estructural y su material constituyente. Entre las principales clasificaciones se encuentran:

a) Superestructura de vigas

Los tipos más comunes de vigas sometidas a flexión y cortante son:

- a. **Viga losa:** funciona como una viga plana sin requerir elementos adicionales.

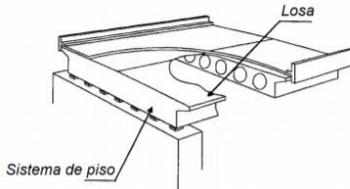


Figura 2. Sistema de viga losa. Fuente: MOPT, (2007)

- b. **Viga I:** pueden ser elementos de acero o concreto presforzado.

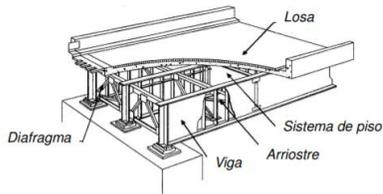


Figura 3. Sistema de viga I. Fuente: MOPT, (2007)

- c. **Viga T:** pueden ser elementos de acero o concreto presforzado.

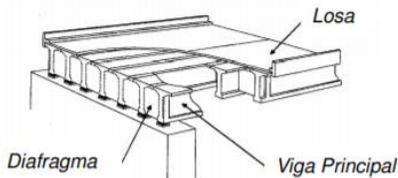


Figura 4. Sistema de viga T. Fuente: MOPT, (2007)

- d. **Viga cajón:** estos elementos poseen gran resistencia a la torsión, pueden ser elementos de acero o concreto presforzado.

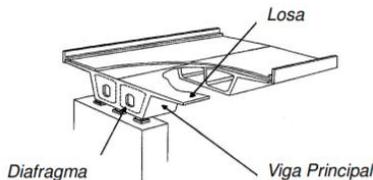


Figura 5. Sistema de viga cajón. Fuente: MOPT, (2007)

Según la configuración de la superestructura de vigas estas se clasifican en:

- a. **Viga simple:** viga principal con dos apoyos con juntas de expansión al inicio y al final del tramo.

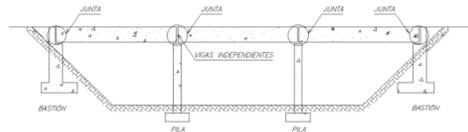


Figura 6. Sistema de viga simple. Fuente: MOPT, (2007)

- b. **Viga continua:** Viga principal con más de dos apoyos.

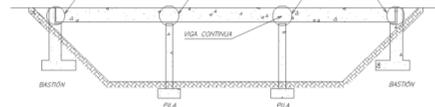


Figura 7. Sistema de viga continua. Fuente: MOPT, (2007)

- c. **Marco rígido:** las vigas de la superestructura se encuentran empotradas de tal manera que los apoyos transmiten esfuerzos de flexión a las columnas.

b) Superestructura de cercha

Se compone de armaduras unidas entre sí mediante el sistema de piso, diafragmas transversales y sistemas de arriostamiento superior e inferior. Existen tres tipos principales de superestructuras de cercha, las cuales son:

- a. **Cercha de paso inferior:** cuando el paso vehicular se encuentra por debajo de la estructura de cercha.
- b. **Cercha de paso superior:** cuando el paso vehicular se encuentra por encima de la estructura de cercha.
- c. **Cercha de media altura:** es un tipo de cercha de paso inferior sin ningún sistema de arriostamiento superior.

c) Superestructura de arco

Compuesto por vigas o armaduras en forma de arco sometidos a esfuerzos de compresión pura. Existen dos tipos principales de arcos: arco de paso inferior y arco de paso superior. (Ver figuras 8 y 9).

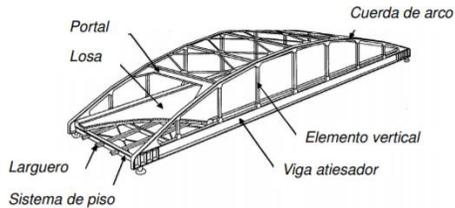


Figura 8. Sistema de viga de arco superior. Fuente: MOPT, (2007)

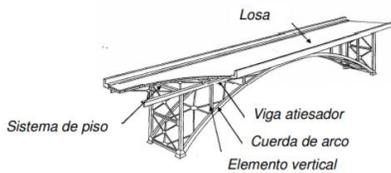


Figura 9. Sistema de viga de arco inferior. Fuente: MOPT (2007).

d) Superestructura suspendida

- Colgante:** Es un sistema de piso suspendido mediante péndolas (o cables secundarios verticales), los cuales, a su vez, están unidos a los cables principales que forman una curva catenaria entre las torres).
- Atirantado o pilares:** Es un sistema de piso suspendido de una o varias pilas centrales mediante cables tirantes inclinados que trabajan a tensión. A diferencia de los colgantes no requiere anclajes en los extremos porque el anclaje se localiza en las mismas pilas.

Subestructura

a) Apoyos

Son sistemas mecánicos que sirven para transmitir cargas verticales de la superestructura a la subestructura. Además de cumplir la función de transmisión de cargas los apoyos sirven para garantizar los grados de libertad de la estructura como la traslación por expansión o contracción térmica, sismos y la rotación generada por la deflexión de la estructura debido a la carga muerta. Existen tres tipos principales de apoyos:

- Apoyo de expansión:** permite que la estructura rote y se traslade. Pueden ser de placa de acero, de neopreno, de nódulo o de balancín.

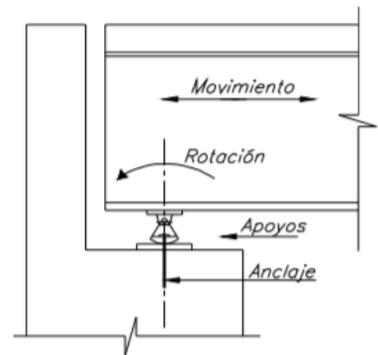


Figura 10. Apoyo de expansión. Fuente: MOPT, (2007)

- Fijo:** Restringe la rotación y permite únicamente la rotación de la estructura.

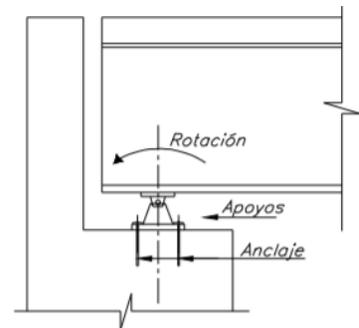


Figura 11. Apoyo fijo. Fuente: MOPT, (2007)

- Rígido o empotrado:** restringen todos los movimientos de rotación y traslación.

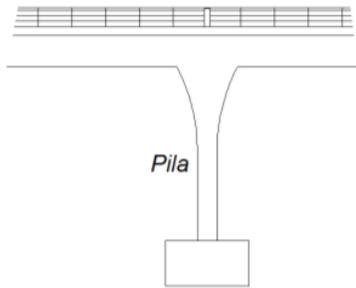


Figura 12. Apoyo rígido o empotrado. Fuente: MOPT, (2007)

b) Bastiones

Son elementos que sirven de apoyo en los extremos de la superestructura y también cumplen la función de absorber el empuje que genera el terreno.

a. Componentes principales de bastiones.

- **Aletones:** Paredes laterales cuya función es confinar la tierra o material de relleno detrás del bastión
- **Viga cabezal:** Parte superior de un bastión sobre la cual se apoya el extremo de un tramo de la superestructura.
- **Cuerpo principal:** Componente principal del bastión.
- **Fundación:** Es el conjunto formado por el cimiento o base del cuerpo principal y el suelo o roca soportante.

b. Tipos de bastiones

- **Gravedad:** Este tipo de bastión debe resistir la presión lateral o empuje del suelo con su propio peso por lo que suelen ser bastiones muy pesados.

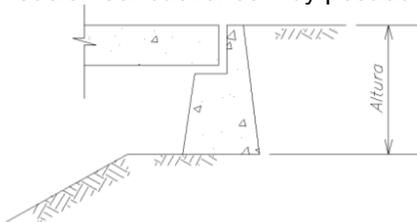


Figura 13. Bastión de gravedad. Fuente: MOPT, (2007)

- **Voladizo:** Es un muro de retención tipo pared que se encuentra unido rigidamente a la fundación, por lo que actúa como una viga en voladizo que transmite la presión lateral del suelo y mantiene su estabilidad a través de su peso propio y el peso del suelo sobre la fundación.

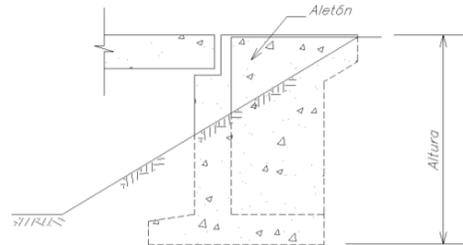


Figura 14. Bastión de voladizo. Fuente: MOPT, (2007)

- **Marco:** Consiste en un bastión con dos o más columnas unidas por la viga cabezal tipo rectangular o T cuando cuenta con pantalla.

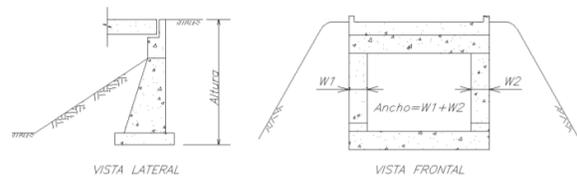


Figura 15. Bastión de marco. Fuente: MOPT, (2007)

- **Muro contrafuerte:** Este tipo de estructura es un muro y una fundación unidas mediante losas verticales perpendiculares al plano del muro conocidas como contrafuertes, las cuales se encuentran espaciadas a lo largo de la fundación.

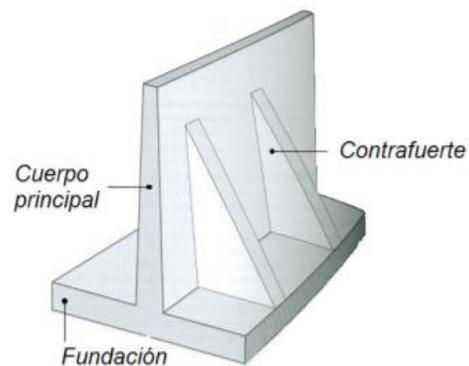


Figura 16. Bastión de muro contrafuerte. Fuente: MOPT (2007).

- **Cabezal sobre pilotes:** Consiste en una viga cabezal apoyada en una o más filas de pilotes. Los pilotes inclinados se utilizan para prevenir el volcamiento.

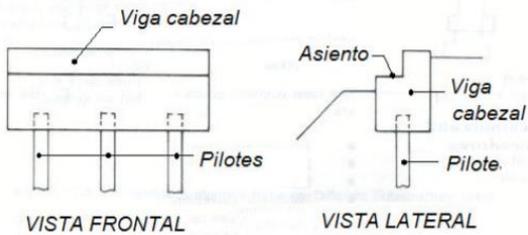


Figura 17. Bastión de cabezal sobre pilotes. Fuente: MOPT (2007).

- **Tierra armada:** Es un sistema que mecánicamente estabiliza el suelo y se compone de un muro construido por capas con bloques modulares, generalmente, de concreto sin refuerzo.

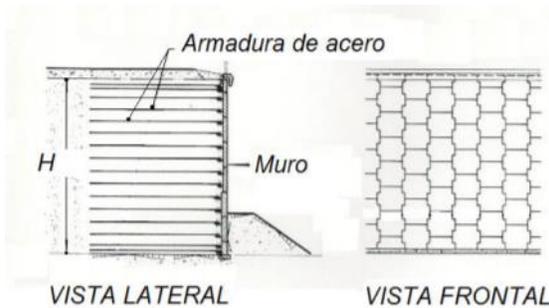


Figura 18. Bastión de tierra armada. Fuente: MOPT (2007).

c) Pilas

a. Componentes de la pila

- **Viga cabezal:** Parte superior de la pila sobre la que descansan el extremo inicial y final, respectivamente, de dos tramos continuos de la superestructura.
- **Cuerpo principal:** Es la estructura donde se apoya la viga cabezal.
- **Fundación:** Base del cuerpo principal que tiene como función la transmisión de cargas de la subestructura al suelo.

b. Tipos de pila

- **Muro:** Pared que se extiende desde la fundación hasta la viga cabezal.

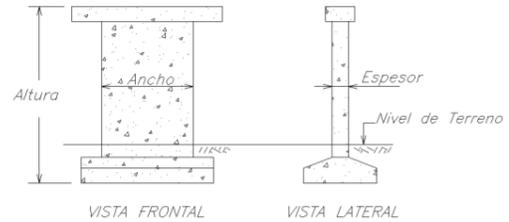


Figura 19. Pila tipo muro. Fuente: MOPT (2007).

- **Marco:** consiste en dos columnas sobre las cuales se apoya la viga cabezal.

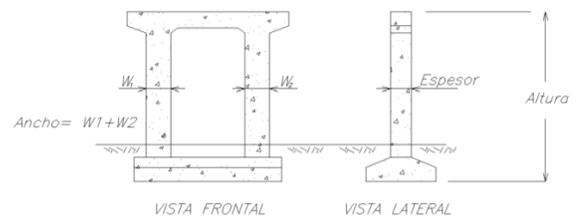


Figura 20. Pila tipo marco. Fuente: MOPT (2007)

- **Columna sencilla:** está compuesto por una viga cabezal con forma de martillo la cual se apoya sobre una columna que se extiende hasta la fundación.
- **Columna Múltiple:** consiste en una viga cabezal apoyada sobre tres o más columnas.

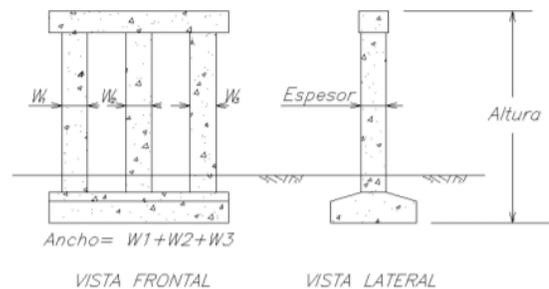


Figura 21. Pila tipo columna múltiple. Fuente: MOPT (2007).

Sistema de gestión de puentes

La práctica de gestión de puentes implica la aplicación de metodologías de mejora y mantenimiento, proporcionando un equilibrio entre las expectativas de la comunidad sobre los niveles de servicio y el presupuesto disponible (Austroads incorporated, 2004).

Es un proceso integral que vincula la inspección y evaluación de puentes con las necesidades de la comunidad para planificar, priorizar, financiar y procurar las funciones operativas de los puentes, así como eventuales rehabilitaciones, actualizaciones o reemplazos (Austroads incorporated, 2004).

“En Costa Rica se inició en 1974 el Programa de Mantenimiento de Carreteras MOPT-AID, que generó el Manual de Inspección y Mantenimiento de Puentes basado en el Manual “Bridge Inspector’s Training Manual 70” preparado por “U.S. Department of Transportation”, “Federal Highway Administration” y “Bureau of Public Roads” de Estados Unidos” (Gutiérrez Y.; Muñoz, G.; Ramírez, M. s.f).

A partir del año 1980 el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) contaba con un sistema de base de datos centralizado, que otorgaba una calificación a cada elemento del puente y posteriormente una calificación general de la estructura donde se clasificaba como “Bueno”, “Regular”, “Malo” (Ver figura 22).

CALIFICACION DEL ESTADO DEL PUENTE		
#	ESTADO	MANUAL DE INSPECCION
10	BUENO	--
9	BUENO	Condición Nueva
8	REGULAR	Buena condición. No se necesitan reparaciones
7	REGULAR	Pequeñas reparaciones por cuadrillas de mantenimiento
6	REGULAR	Reparaciones mayores por cuadrillas de mantenimiento
5	MALO	Reparaciones mayores por contrato o por cuadrillas de construcción
4	MALO	Condiciones mínimas para soportar el tránsito presente, necesita
3	MALO	Inadecuado para cargas pesadas => CIERRE PARA CAMIONES
2	MALO	Inadecuado para CUALQUIER CARGA => CIERRE TOTAL
1	MALO	Puente reparable, si fuera deseable reabrirlo al tránsito
0	MALO	Puente que no admiten reparación. PELIGRO DE COLAPSO



Figura 22. Calificación del estado de puentes. Fuente: Gutiérrez et al. (s.f)

Los datos que anteriormente se recopilaban a nivel nacional no brindaban información acerca de la vulnerabilidad ante eventos sísmicos o hidrológicos y tampoco los costos de intervención. Es por esta razón que surge la necesidad en el país de la creación de un sistema de gestión de puentes capaz de organizar y

priorizar la intervención de las estructuras para llevar a cabo las acciones de planificación, construcción, mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción (Gutiérrez et al. s.f).

Para el año 2007 se desarrolló un sistema informático de gestión de puentes llamado Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP), el cual fue donado por la Agencia de Cooperación Japonesa JICA.

Durante ese año el JICA realizó un estudio denominado “The Study on Capacity Development in Bridge Rehabilitation Planning, Maintenance and Management based on 29 Bridges of National Highway Network in Costa Rica”.

Dos de los principales productos de este estudio fueron el Manual de Inspección de puentes y los Lineamientos para el mantenimiento de puentes. Además de la evaluación de 29 estructuras de las rutas nacionales y una propuesta de rehabilitación de 10 de ellos (ebridge, 2019).

Sin embargo, para el año 2013 el país carecía de un inventario de sus puentes, se desconocía el estado en el que se encontraban y sus principales características.

A finales del año 2013 el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) firmó un contrato con el CONAVI en donde se establece un acuerdo en el que el ITCR se comprometía a prestar servicios de Inspección de Inventario e Inspección Visual de daños de las rutas nacionales que el CONAVI defina, Inspección detallada a los puentes, Monitoreo específico y Pruebas de Carga a los puentes que anualmente El CONAVI indique, así como la capacitación de personal de El CONAVI para la actualización y reforzamiento en la temática de evaluación de estructuras de puentes (ebridge, 2019).

Para el año 2018 se finalizaron las inspecciones, las cuales arrojaron como resultado que, de los 1670 puentes evaluados, un 37% presentaba condiciones estructurales deficientes, el 60% se encontraba en una condición regular y únicamente el 3% se encontraba en condiciones óptimas (ebridge, 2019).

Inventario e inspección visual de daños

El MOPT cuenta con el manual de inspección de puentes, el cual brinda el procedimiento a realizar para recopilar datos en campo.

“La información recopilada durante la inspección de puentes es fundamental para programar el mantenimiento oportuno [...] una evaluación precisa y completa es esencial para mantener en servicio una red vial confiable” (MOPT, s.f).

A partir de los datos recopilado se debe elaborar una base de datos que permita establecer la prioridad de intervención que requiere cada una de las estructuras evaluadas.

En la revisión al Manual de Inspección de Puentes, edición 2007 se realizó una actualización al capítulo 5. Esta actualización incluye la información que se debe recopilar para completar los formularios de inventario e inspección visual de daños.

Se establecen 4 formularios de llenado de datos: información general, detalle de superestructura, detalle de subestructura, fotografías y planos, además de un apartado para la calificación del grado de deterioro de las estructuras.

Indicadores de desempeño

A partir de la base de datos con la información básica de los puentes se puede establecer una priorización de intervención en el que las estructuras más vulnerables recibirán atención prioritaria.

Existen diversas metodologías de priorización de intervención de estructuras, una de ellas es el uso de indicadores de desempeño. El proyecto e-bridge en el 2019 propuso la utilización de indicadores de desempeño para priorizar la intervención sobre las estructuras en un plan piloto para la Municipalidad de El Guarco, Cartago.

El proyecto se basó en la teoría de la inteligencia de negocios y estableció 4 indicadores, los cuales fueron:

a) **Indicador de desempeño estructural (BCI, por sus siglas en inglés):** *“Este indicador muestra la condición general del puente considerando los daños principales en sus accesorios, superestructura y subestructura. La ponderación para el cálculo de este indicador es: 5% para los accesorios, 45% para la superestructura y 50% para la subestructura”* (Navarro, Garita, Páez, Ortiz, 2019).

La escala de valoración fue basada en la escala de calificación propuesta en el Manual de Inspección de Puentes del MOPT.

b) **Indicador de Variables Ambientales (VAM):** *“Este indicador combina las amenazas, sísmica, riesgo de inundación y la fragilidad ambiental de la zona de influencia de un puente (entorno)”* (Navarro et al. 2019).

c) **Indicador de condición de Uso (Uso):** *“Este indicador combina las condiciones de uso de un puente en cuanto a su seguridad, funcionalidad y operatividad”* (Navarro et al. 2019).

d) **Indicador de importancia socioeconómica (Soec):** *“Este indicador muestra la importancia socioeconómica de un puente considerando el índice de viabilidad técnica social y la importancia de la ruta”.* (Navarro et al. 2019).

Metodología

El proyecto propuesto se desarrolló conforme los lineamientos de inspección establecidos en el “Manual de Inspección de Puentes” del MOPT y conforme la metodología propuesta por Navarro et Al. 2019, en el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño. Estos indicadores valoran en un solo número las amenazas de la estructura en una escala del 1 al 5, siendo 5 la condición menos favorable.

Se inspeccionaron 10 puentes en total, la primera inspección se realizó al puente sobre la quebrada Matamoros; sobre este puente se realizaron pruebas a los instrumentos de inspección.

Las restantes inspecciones fueron ejecutadas a lo largo de 3 semanas, hasta completar las 10 estructuras.

Inventario e inspección visual de daños

Se establecieron las herramientas requeridas para la inspección de cada estructura: esquemas preliminares, hojas de toma de datos, entre otros, conforme los lineamientos “Manual de Inspección de puentes del MOPT”, con el fin de recopilar la información de cada puente para su eventual ingreso a una base de datos.

Como parte de los instrumentos utilizados durante las inspecciones se elaboraron 3 hojas de inspección, correspondientes a la información general de la estructura, información de superestructura e información de subestructura, así como una hoja de identificación de daños y esquemas para el levantamiento de las dimensiones (ver sección de apéndices).

Las hojas de inspección y esquemas incluían la información solicitada en la actualización al capítulo 5 del Manual de Inspección de Puentes del MOPT, la información requerida se detalla a continuación.

Información general

CUADRO N° 1. RECOPIACIÓN DE DATOS DE INFORMACIÓN GENERAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL PUENTE	
Ítem a considerar	Descripción
Tipo de ruta	Cantonal/nacional
Nombre de puente	No se requiere anotar tipo de estructura, únicamente nombre del puente.
Versión	El número cambia a su consecutivo cuando existe alguna rehabilitación o sustitución de la estructura.
Ruta	Clasificación de la ruta donde esté ubicado el puente, según ley 5060.
Kilómetro	Kilómetro en el cual está ubicado el inicio del puente. Este dato es tomado en el centro de la estructura.
Localización	Número de provincia, provincia, número de cantón, cantón, número de distrito y distrito.
Encargado	Entidad encargada del mantenimiento del puente.
Sección de control	Sólo aplica a rutas nacionales.
Código de puente	El código es definido por la planificación sectorial del MOPT.
Latitud norte y longitud oeste	Localización del puente según sus coordenadas, dato debe tomarse en el km de inicio del puente.
Fecha de diseño	Consultar a oficial de gobierno si no existen planos, si no hay información no aplica ítem.
Fecha de construcción	Este dato puede obtenerse con la placa de cada puente, si la placa incluye un período colocar el año menor. Si no existe información consultar a oficial de gobierno.

Fuente: Adaptado de MOPT (2014)

Inventario básico

CUADRO N°2. INVENTARIO BÁSICO DEL PUENTE	
Ítem a considerar	Descripción
1. Elementos básicos	
1.1. Información básica	
Dirección de la vía	Lugar hacia el cual se dirige el puente (cabecera de cantón, distrito o poblado que se pueda identificar en los mapas 1:50000), utilizando de referencia el km de inicio.
Tipo de estructura	Opciones: puente, paso superior, paso inferior, vado, alcantarilla y otros.
Carga viva	Tipos de carga: H20-44, H15-44, HS25-44, HS20+25, HS20-44, HS15-44, HL-93, Cuando no se conoce la carga de diseño del puente se debe registrar "No existe información".
Longitud total	Suma de la longitud total de cada tramo del puente. Se deberá especificar cómo fue obtenido el dato. Para el caso de alcantarillas se mide como la distancia máxima entre las paredes exteriores.
Especificación	Especificación de diseño de la estructura, el dato se debe encontrar en planos o con algún oficial de gobierno, de no ser así especificar "No se tiene información".
Número de superestructuras	Si "n" es la cantidad de juntas de expansión total del puente, existen "n-1" tipos de superestructuras. Para el caso de alcantarillas siempre colocar 1 superestructura.
Número de subestructura	Cantidad total de bastiones y pilas de un puente. En el caso de alcantarillas colocar 2; cabezal de entrada y cabezal de salida.
Número de tramos	Número de tramos de un puente.
Longitud de desvío	Distancia que debe recorrer un vehículo para llegar al mismo destino debido al cierre del paso por un puente.
Pendiente longitudinal	Porcentaje de inclinación de un puente.
Servicios públicos	Anotar tipo de servicio (agua, gas, telecomunicación, oleoducto, otro) que se encuentre adosados o dentro del área de influencia del puente.
Cruza sobre	Nombre de río o estructura sobre o debajo de la cual se atraviesa el puente.
1.2. Pavimento	
Tipo de Pavimento y espesor	(asfalto, concreto, sin superficie de rodamiento, otros). Se debe incluir la medida del espesor en mm (usualmente 50 mm), anotar medida y existencia de sobrecapas.
1.3. Conteo de tráfico	
Conteo de tráfico	TPD debe consultarse con algún oficial de gobierno; si no existe dicha información se debe indicar en las observaciones.
1.4. Restricciones	
Restricciones	Restricciones de carga (ton), altura o ancho (m), sólo anotarlas si existe rótulo que las indique.
2. Dimensiones del camino	
Dimensiones	Se debe obtener las medidas en metros del ancho total del puente, el ancho de la calzada, altura libre vertical tanto superior como inferior, ancho de vía de acceso y otros.

Fuente: Adaptado de MOPT (2014)

Detalle de superestructura

CUADRO N°3. DETALLE DE SUPERESTRUCTURA	
Ítem a considerar	Descripción
Número de superestructura	Se debe numerar según el km de inicio del puente.
1. Información básica	
Número de tramos	Número de tramos del puente.
Alineación en planta	Recto, curvo o sesgado (Apuntar desvío en grados).
2. Estructura de viga principal	
Material	Acero, concreto, concreto presforzado o concreto pretensado, Otros. Si es otros realizar notas aclaratorias.
Tipo de superestructura	Viga simple, viga continua, marco rígido, cercha paso inferior, cercha paso superior, arco paso inferior, arco paso superior, colgantes, atirantados, cercha media altura, otros.
Tipo de viga	Losa, viga I, viga T, viga Cajón, troncos, otro.
Longitud total	Se permitirá tomar la medida en campo de junta a junta. Aclarar en anotaciones forma de medición. Para alcantarillas es distancia máxima entre paredes exteriores.
Longitud de tramo máximo	Tramo de mayor longitud de la superestructura.
Número de vigas	Cantidad de vigas que conforman la superestructura. Para el caso de alcantarillas se cuenta como el número de celdas existentes.
Espaciamiento de vigas	Separación entre ejes de las vigas principales. Cuando solo es más de una alcantarilla es la distancia entre sus ejes, si es solo una se debe dejar espacio en blanco. Si medidas son distintas sacar promedio.
Altura de la viga	Altura de viga principal, en vigas de sección variable ingresar el promedio.
3. Tipo de junta de expansión	
Tipo de junta	Abierta, sellada, placas de acero deslizantes, placas dentadas, no tiene, no se tiene información, otros. Verificar ambas juntas.
4. Losa	
Material	Concreto, acero, madera, otros.
Espesor	espesor de losa se debe anotar en metros.
5. Características de pintura	
Tipo de pintura	Sólo aplica en caso de estructuras de acero. Sistema de barrera o galvanizado. Capa primaria, capa intermedia, acabado, galvanizado en caliente, galvanizado en frío, sin pintura, otros.
Área pintada	Se debe introducir en m2.
Fecha última pintura	Día mes y año, si no existe información no aplica ítem.
Empresa encargada	Si no existe información se debe dejar espacio en blanco.

Fuente: Adaptado de (MOPT, 2014)

Detalle de subestructura

CUADRO N° 4. DETALLE DE SUBESTRUCTURA	
Ítem a considerar	Descripción
1. Bastiones/ pila	
Nombre	Iniciar con letra "B" y anotar consecutivo "B1" y "B2", para pilas usar "P" y consecutivo "P1", "P2", etc. Numeración se basa en la dirección de la ruta.
Materiales	Concreto, acero, compuesto concreto-acero, mampostería, madera, otros.
Tipo bastión	Gravedad, voladizo, marco, muro contrafuerte, tierra armada, cabezal sobre pilotes, otros. En caso de alcantarillas colocar otros.
Altura	Se mide desde la parte superior de la pared de cabezal hasta la base de la fundación. En el caso de una alcantarilla, se refiere a la altura de los cabezales de entrada y salida. en caso de no tener acceso a la fundación, se debe medir hasta el nivel de terreno. Se debe indicar en observaciones como fue determinado.
Tipo de pila	Muro, marco rígido, columna sencilla, columna múltiple, cabezal sobre pilotes, otros.
Ancho y largo	Se anota el ancho y el largo de la columna tanto de bastiones o pila. Ambos datos deben estar en metros. Cuando se tienen elementos de sección variable se debe incluir el promedio de la dimensión.
2. Fundaciones	
Tipo	Placa aislada, pilotes, cimentación sobre pilotes, caisson, placa corrida, No se tiene información, otros.
Ancho y largo	Este dato se debe consultar con algún oficial de gobierno. Si no existe ninguna información se debe indicar en el informe.
Tipo de pilote	Concreto presforzado, concreto reforzado, Concreto colado en sitio, tubulares de acero, acero tipo H, Madera, otros.
3. Apoyos	
Tipo de apoyo	Apoyo rígido, apoyo de expansión, apoyo fijo, otros.
Ancho de asiento	Se refiere a la máxima distancia de apoyo posible desde el borde exterior del elemento principal o viga hasta el extremo exterior de la viga cabezal o martillo. Esta medida debe ser anotada en metros.

Fuente: Adaptado de (MOPT, 2014)

Fotografías

Según la Revisión al Manual de Inspección de Puentes (2014), se deben tomar fotografías de la estructura que sean relevantes y necesarias para complementar al inventario de puentes. Para el desarrollo de este proyecto se tomaron fotografías de: rótulo, línea de centro, vista general, vista lateral, bastiones, pilas, vista inferior, vista de cauce, losa y daños.

Dimensionamiento de los puentes

La recopilación de las dimensiones en campo de las estructuras inspeccionadas requirió el uso de bocetos de esquemas, los cuales se completaban según la información y características de cada puente.

El Manual de Inspección de Puentes del MOPT cuenta con unos gráficos para facilitar el registro de las dimensiones de los puentes en campo, esta información fue utilizada en el desarrollo de este proyecto.

Grado de deterioro de estructuras

El Manual de Inspección de Puentes del MOPT establece 15 elementos a evaluar, estos elementos son pavimento, baranda de acero o concreto, juntas de expansión, losa, viga principal de acero, sistema de arriostramiento, pintura, viga principal de concreto, viga diafragma, cuerpo principal del bastión, martillo de la pila y cuerpo principal de la pila.

La evaluación se realizó por medio de la asignación de una calificación que se encuentra en un rango de 1 a 5, siendo 5 la condición menos favorable.

Indicadores de desempeño

Los indicadores de desempeño fueron utilizados para realizar una priorización de intervención para las estructuras inspeccionadas. Se evaluaron 4 indicadores propuestos por Navarro et al. (2019). Sin embargo, algunos de estos indicadores debieron ser adaptados al contexto e

información disponible en el Concejo Municipal del distrito de Tukurrique.

Adaptación y cálculo de indicadores de desempeño

a) Indicador de condición estructural (BCI):

El proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño estableció para este indicador la siguiente forma de cálculo:

$$BCI = 5\% BCI_{Accesorios} + 45\% BCI_{Superestructura} + 50\% BCI_{Subestructura}$$

El índice de condición estructural para accesorios, superestructura y subestructura contempla los elementos mostrados en el siguiente diagrama.

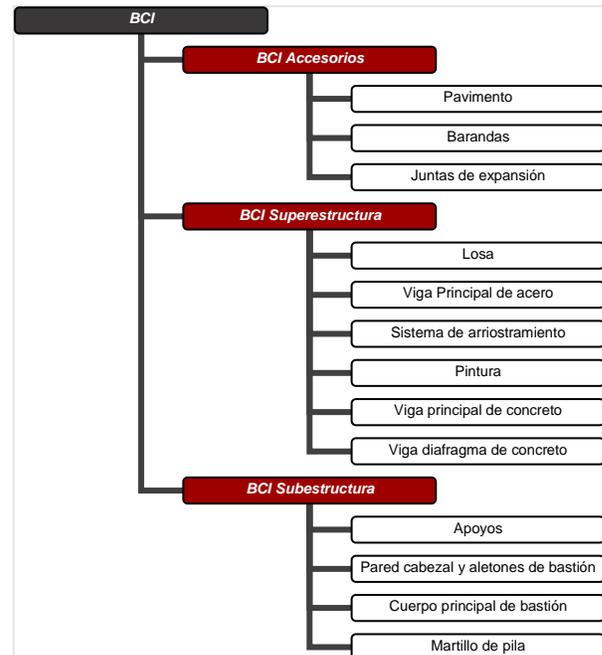


Figura 23. Indicador de Condición estructural. Fuente: adaptado de Navarro et al. (2019)

Los valores de este indicador se obtienen a partir de la inspección visual de daños de cada puente, asignándole una calificación de 1 a 5, siendo el valor menos favorable 1 y el rango aceptable de 2-3.



Figura 24. Escala de calificación de BCI. Fuente: Navarro et al. (2019)

Para el cálculo de este indicador no fue necesario hacer una adaptación, pues al tratarse de una evaluación estructural las condiciones socioeconómicas y ambientales de la zona no tenían influencia en su cálculo.

b) Indicador de variables ambientales (VAM):

Navarro et al. 2019 estableció para el cálculo de este indicador la combinación de la amenaza sísmica, riesgo hidrológico e índice de fragilidad ambiental. La forma de cálculo establecida para este indicador fue la siguiente:

$$VAM = 30\% \text{ Amenaza sísmica} + 30\% \text{ Riesgo hidrológico} + 40\% \text{ IFA integrado}$$

El índice de variables ambientales contempla los elementos mostrados en el siguiente diagrama.

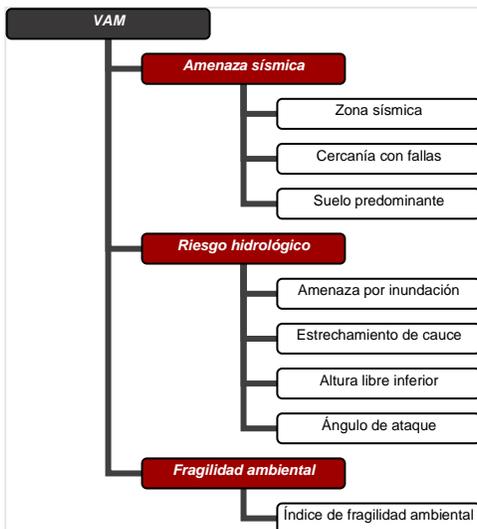


Figura 25. Indicador de variables ambientales. Fuente: adaptado de Navarro et al. (2019)

Este indicador se evalúa por medio de una calificación de 1 a 5, siendo el valor menos favorable 1 y el rango aceptable de 2-3.



Figura 26. Escala de calificación de VAM. Fuente: Navarro et al. (2019)

Fue necesario adaptar la forma de cálculo de este indicador para el contexto del distrito debido a la inexistencia de información del índice de fragilidad ambiental. Únicamente se tomó en cuenta la amenaza sísmica y el riesgo hidrológico de la zona.

La forma de cálculo quedó establecida como se muestra a continuación.

$$VAM = 50\% \text{ Amenaza sísmica} + 50\% \text{ Riesgo hidrológico}$$

Según el Mapa de Amenazas y Peligros Naturales para el cantón de Jiménez todos los puentes del distrito de Tucurrique presentan una cercanía de menos de 5 km con alguna falla, razón por la cual todos los puentes se consideran bajo en efecto de amenaza sísmica.

El distrito se encuentra afectado por dos principales fallas activas: falla Atirro y falla Duán. La falla Atirro según la Red Sismológica Nacional puede llegar a generar sismos de alrededor de 6,8 Mw, mientras que la falla Duán puede llegar a generar sismos de alrededor de 6,0 Mw.

Según los Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes para casos en que los sitios de puente se ubiquen a menos de 5 km de una falla activa y que esta tenga el potencial de generar un sismo de magnitud Mw de 6.5 o mayor, se debe considerar los efectos del campo cercano de la falla.

Para este caso, la amenaza sísmica fue calculada según la metodología propuesta por Navarro et al. 2019, siendo de la forma:

$$Amenaza \text{ sísmica} = \frac{CaM}{0.588} \cdot 4 + 1$$

En ello el CaM corresponde a la aceleración pico efectiva modificada por falla. Como se mencionó anteriormente, se debe considerar el efecto de las fallas sobre los puentes, asignándole una amplificación a la aceleración pico efectiva original de un 20%; es decir, un 1.2 considerando únicamente periodo corto.

El valor del riesgo hidrológico se obtiene a partir de una evaluación general de la capacidad hidráulica del puente y la existencia de riesgo de inundación. Se califica con 5 (condición menos favorable) aquellos puentes cuyos ríos o quebradas posean riesgo de inundación, además se evaluaron los aspectos de capacidad hidráulica de la siguiente manera:

a. Estrechamiento del cauce

$$\text{Estrechamiento del cauce} = \frac{\text{Ancho del cauce aguas arriba}}{\text{Ancho del cauce aguas abajo}}$$

Calificación asignada:

Estrechamiento del cauce E	Escala 1 a 5
$1.5 < E$	5
$1.3 < E \leq 1.5$	4
$1.1 < E \leq 1.3$	3
$0.9 < E \leq 1.1$	2
$E \leq 0.9$	1

Figura 27. Escala de calificación según valor de estrechamiento de cauce. Fuente: Navarro et al. (2019)

b. Altura libre inferior

Calificación asignada:

Altura libre inferior h (m)	Escala 1 a 5
$h \leq 1.5$	5
$1.5 < h \leq 3.0$	4
$3.0 < h \leq 4.0$	3
$4.0 < h \leq 5.0$	2
$5.0 < h$	1

Figura 28. Escala de calificación según valor de altura libre inferior. Fuente: Navarro et al. (2019)

c. Ángulo de ataque

Calificación asignada

Ángulo de ataque α (°)	Escala 1 a 5
$75^\circ < \alpha$	5
$60^\circ < E \leq 75^\circ$	4
$30^\circ < E \leq 60^\circ$	3
$15^\circ < E \leq 30^\circ$	2
$\alpha \leq 15^\circ$	1

Figura 29. Escala de calificación según valor de ángulo de ataque. Fuente: Navarro et al. (2019)

Una vez obtenidos los valores de riesgo de inundación, estrechamiento del cauce, altura libre inferior y ángulo de ataque se seleccionó la calificación de mayor puntaje, ese valor corresponde al rubro de "Riesgo hidrológico". El valor a utilizar en el indicador es el mayor resultante entre la amenaza sísmica y el riesgo hidrológico.

c) Indicador de condición de uso y operatividad (C uso)

Para este indicador se valoró la seguridad vial y la funcionalidad y operatividad según los parámetros establecidos por Navarro et al. 2019, en donde se utilizó la siguiente forma de cálculo:

$$C \text{ uso} = 60\% \text{ Seguridad Vial} + 40\% \text{ Funcionalidad y operatividad}$$

Para el cálculo de este indicador no fue necesaria una adaptación a la zona. Las condiciones evaluadas contemplaron los siguientes aspectos:

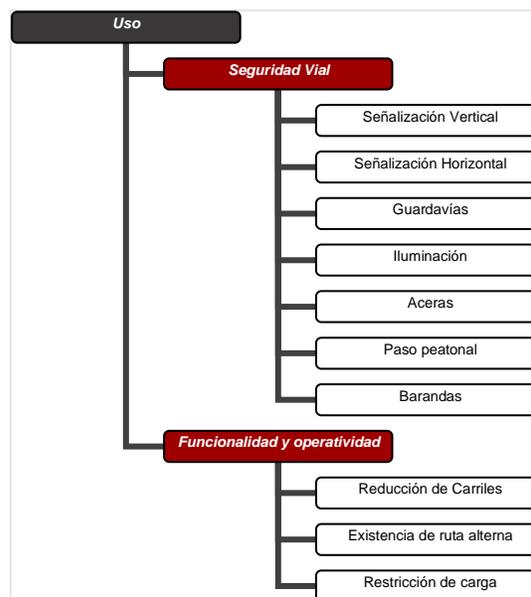


Figura 30. Indicador de condición de uso. Fuente: adaptado de Navarro et al. (2019)

Este indicador se evalúa por medio de una calificación de 1 a 5, siendo el valor menos favorable 1 y el rango aceptable de 2-3.



Figura 31. Escala de calificación de C Uso. Fuente: Navarro et al. (2019)

La seguridad vial fue calificada por medio de un documento realizado por Navarro et al. 2019, en el que se evaluaba información adicional al inventario de puentes.

“El componente de Seguridad Vial se calculará en una escala de 1 a 5, con base en la información recopilada en el campo y el formulario generado para tal fin, para definir el valor se utilizará el promedio de las calificaciones de cada uno de los elementos” (Navarro et al. 2019).

La funcionalidad y operatividad se evaluó según los parámetros establecidos por el Navarro et al. 2019:

- Reducción de carriles: se analizará el ancho de vía de la ruta y el número de carriles del puente, si el número de carriles se mantiene se asignará un 1, si se presenta una reducción de carriles se asignará un 5.
- Existencia de ruta alterna: se asignará 1 si existe una ruta alterna adecuada y 5 si no hay ruta alterna
- Restricción de carga: se asignará 1 si no hay restricción de carga y 5 si se presenta restricción de carga.

Una vez obtenidas las calificaciones mencionadas anteriormente se eligió la condición menos favorable (mayor calificación) como el parámetro de funcionalidad/operatividad.

d) Indicador de condición socioeconómica (Soec)

Este indicador, en conjunto con el de condición estructural, se utiliza para evaluar las priorizaciones sobre los puentes (Navarro et al. 2019).

Para este indicador se valoró la importancia socioeconómica y la importancia de la ruta, en donde se utilizó la siguiente forma de cálculo:

$$SoEc = 50\% \text{ Importancia socioeconómica} + 50\% \text{ Importancia ruta}$$

Para el cálculo de este indicador no fue necesaria una adaptación a la zona. Las condiciones evaluadas contemplaron los siguientes aspectos:

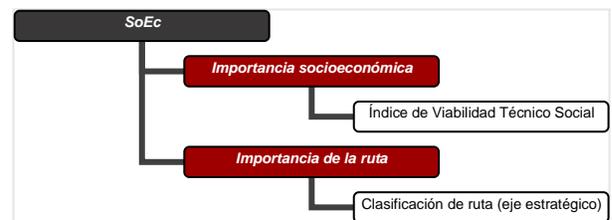


Figura 32. Indicador de condición socioeconómica. Fuente: adaptado de Navarro et al. (2019)

Este indicador se evalúa por medio de una calificación de 1 a 5, siendo el valor menos favorable 1 y el rango aceptable de 2-3.



Figura 33. Escala de calificación de SoEc. Fuente: Navarro et al. (2019)

La importancia socioeconómica fue evaluada a través del índice de Viabilidad Técnico Social del camino. Navarro et al. 2019 estableció una calificación para cada puntuación asignada.

Nivel de prioridad	Valor IVTS	Puntuación a asignar
1	90 a 100	5

2	70 a 89	4
3	50 a 69	3
4	30 a 49	2
5	0 a 29	1

Figura 34. Nivel de priorización de IVTS. Fuente: Navarro et al. (2019)

La importancia de la ruta se estableció por medio de la definición de un eje estratégico. Para este proyecto se adoptó la misma metodología utilizada por la Municipalidad de El Guarco.

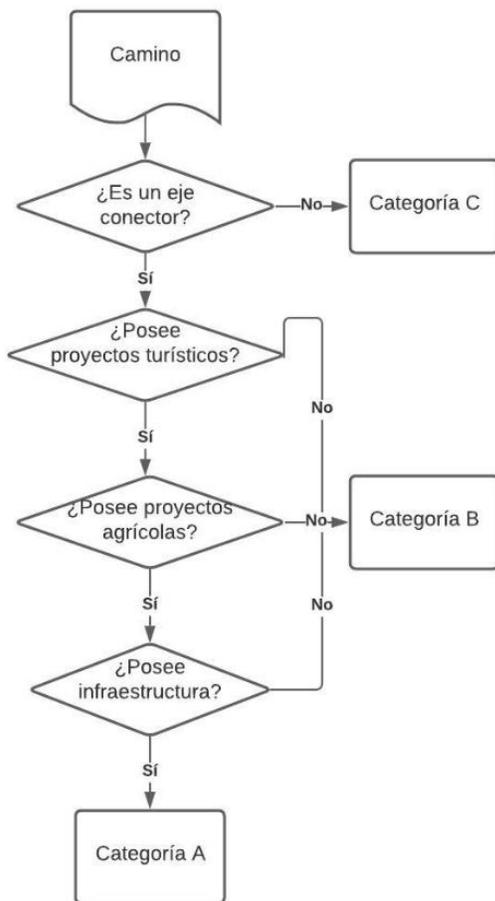


Figura 35. Metodología utilizada por municipalidad del Guarco para definir ejes estratégicos. Fuente: adaptado de Navarro et al. (2019)

La municipalidad analiza que los caminos sean ejes conectores (que conecten 2 rutas nacionales o que sean el único acceso a una comunidad), si posee (i) Proyectos turísticos, (ii) Proyectos agrícolas e (iii) Infraestructura.

Una vez se definió la categoría correspondiente a cada puente se calificó mediante la siguiente escala de valoración.

Eje estratégico	Puntuación a asignar
A	5
B	4
C	3
C1 - C2	2
C3	1

Figura 36. Escala para valoración de los ejes estratégicos. Fuente (Navarro et al. 2019)

Para definir el valor del indicador de condición socioeconómica se utilizará el promedio de las calificaciones de cada uno de los elementos.

Identificación de alertas

La identificación de alertas se establece para cada puente por el uso inadecuado de elementos en apoyos, subestructura y superestructura.

Alerta en apoyos	Se indica cuando no existen apoyos y la estructura los requiere o cuando existen, pero no son adecuados al tipo de estructura.
Alerta en superestructura	Se indica cuando se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.
Alerta en subestructura	Se indica cuando se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.

Figura 37. Definición de alertas. Fuente: Navarro et al. (2019)

Priorización de intervención

Se creó una base de datos con la intención de unificar toda la información recopilada en el inventario básico de puentes. Esta busca establecer la prioridad de intervención de todas las estructuras evaluadas.

Funcionamiento de base de datos

El almacenamiento de información se creó en la herramienta Microsoft Excel, con el uso de macros se programaron las hojas para el cálculo automático de los 4 indicadores de desempeño establecidos en este proyecto como parámetro de priorización.

La programación permite escoger un archivo desde cualquier sitio del ordenador, leer la información que contiene y almacenar los datos para los cálculos posteriores.

Una vez el archivo se haya cargado, la programación calcula todos los indicadores y almacena en la pestaña “resumen” el resultado de los 4 indicadores y la existencia o no de alertas en la estructura.

Priorización integral de puentes

La priorización integral de puentes se realiza a partir del resultado obtenido de los 4 indicadores de desempeño. Este rubro se calcula como el promedio de todos los indicadores, y muestra en un solo valor con escala del 1 al 5 el nivel de prioridad que presenta cada estructura.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para todas las estructuras de puentes inspeccionadas. Entre la información a visualizar se encuentra la relativa a las estructuras, daños principales hallados y su estado general, el resultado de los indicadores de desempeño y la priorización de intervención.

Inspección de puentes

Información general

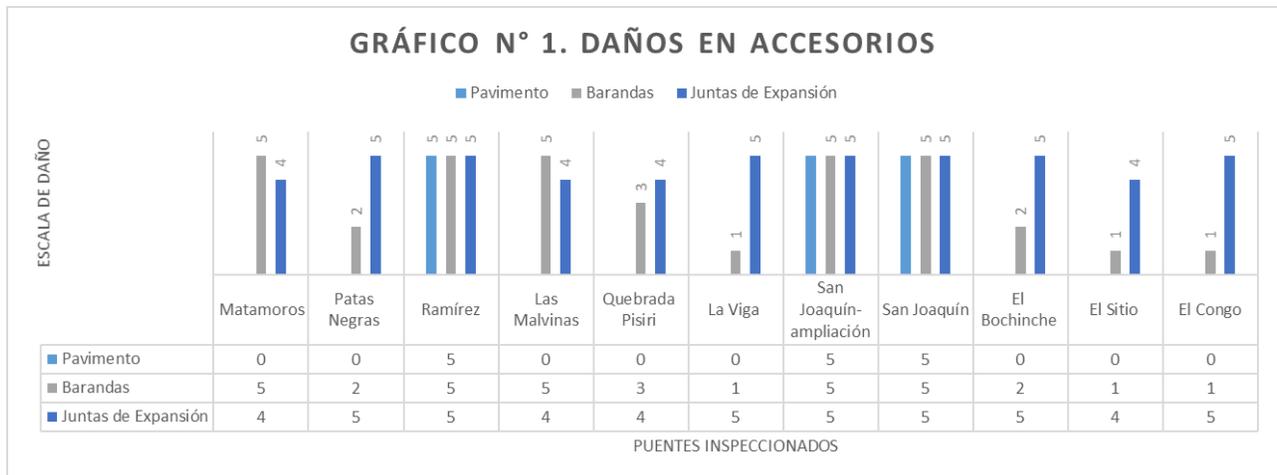
En total se inspeccionaron 10 puentes, en el anexo 1 se pueden visualizar los informes de inventario para cada estructura. En la siguiente tabla se muestran los puentes inspeccionados y sus principales dimensiones.

CUADRO N°. 5 INFORMACIÓN GENERAL DE PUENTES INSPECCIONADOS									
Nombre de Puente	Código	N° de tramos	N° de subestructuras	N° de superestructuras	Cruza sobre	Longitud total	Ancho total	Altura libre vertical inferior	Longitud de desvío
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	2	1	Río Quebrada Honda	7.60 m	4.04 m	4.25 m	2.80 km
Patas Negras	3-04-063-02	1	2	1	Río Vueltas	9.00 m	3.58 m	3.38 m	1.40 km
Ramírez	3-04-063-01	1	2	1	Sin Nombre	6.46 m	4.95 m	2.60 m	1.40 km
Las Malvinas	3-04-013-01	1	2	1	Río Vueltas	5.95 m	4.00 m	3.55 m	15.00 km
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	2	1	Río Vueltas	10.05 m	3.30 m	2.55 m	4.40 km
La Viga	3-04-072-01	1	2	1	Río Vueltas	8.80 m	4.00 m	3.45 m	5.50 km
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	2	1	Sin Nombre	2.40 m	3.10 m	2.76 m	4.90 km
San Joaquín	3-04-039-01	1	2	1	Sin Nombre	2.40 m	6.00 m	2.76 m	4.90 km
El Bochinche	3-04-041-01	1	2	1	Río Quebrada Honda	11.28 m	3.00 m	3.75 m	No aplica
El Sitio	3-04-048-01	1	2	1	Río Quebrada Honda	9.30 m	4.00 m	3.75 m	10.00 km
El Congo	3-04-041-01	2	3	2	Tuberías ICE	41.40 m	4.20 m	5.43 m	31.00 km

Daños encontrados

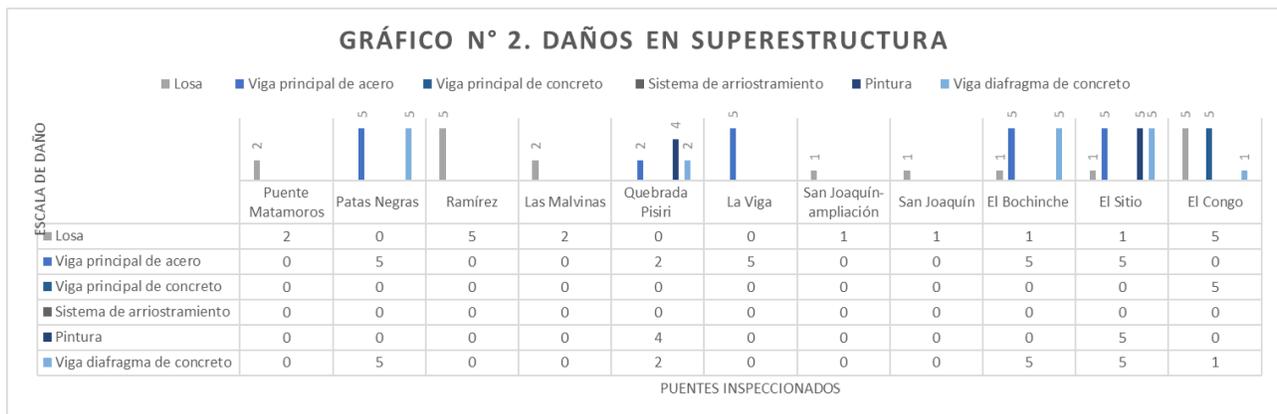
Los daños se evaluaron en los 3 componentes básicos de un puente: subestructura, superestructura y accesorios. Los resultados que se muestran a continuación corresponden a un resumen de todos los elementos evaluados; se recomienda ir a la sección de anexos para ver el detalle de evaluación de grado de daño de cada estructura.

El gráfico N°1 muestra la calificación de daño para accesorios obtenida conforme a los lineamientos del Manual de Inspección de Puentes del MOPT, quien califica los daños con una escala del 1 al 5, siendo 5 la condición menos favorable.



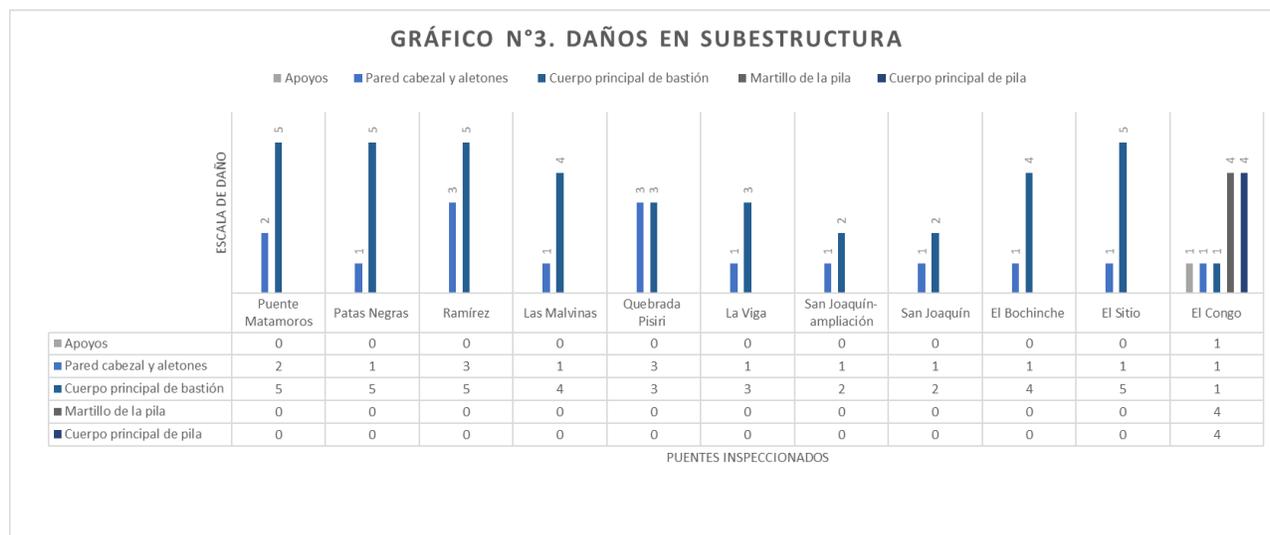
La mayoría de los puentes presenta daños en juntas de expansión y barandas. La mayoría de las juntas de expansión se encuentran obstruidas y carecen de elementos que las protejan del desgaste. En la mitad de las estructuras evaluadas no existen elementos de barandas.

El gráfico N°2 muestra la calificación de daño para superestructura obtenida conforme a los lineamientos del Manual de Inspección de Puentes del MOPT, quien califica los daños con una escala del 1 al 5, siendo 5 la condición menos favorable.



La mayoría de subestructuras que contaban con elementos de acero se encontraban en mal estado (presencia de oxidación y corrosión). Los elementos de losa en su mayoría se encontraban en buen estado o condiciones aceptables.

El gráfico N°3 muestra la calificación de daño para subestructura obtenida conforme a los lineamientos del Manual de Inspección de Puentes del MOPT, quien califica los daños con una escala del 1 al 5, siendo 5 la condición menos favorable.



La mayoría de las estructuras inspeccionadas presentaba daños en el cuerpo principal de los bastiones. Los daños más comunes era socavación, presencia de humedad y nidos de piedra.

Base de datos

La base de datos creada exporta un resumen de la información del informe de inspección de cada estructura, posteriormente se procesa la información para el cálculo de los indicadores de desempeño e identificación de alertas. La hoja de resumen contiene la información que se muestra en la figura 47.

Informes de inspección

Los informes de inspección muestran además de los datos solicitados por el manual de inspección de puentes del MOPT, una pestaña con información necesaria para el cálculo de los indicadores de desempeño (ver figura 39). Además, al final de cada informe se encuentra una pestaña correspondiente al resumen que se exporta a la base de datos de manera automática.

INFORMACIÓN AMBIENTAL	
ANCHO DEL CAUCE AGUAS ARRIBA	
ANCHO DEL CAUCE AGUAS ABAJO	
CARACTERIZACIÓN DEL CAUCE	ROCAS <input type="checkbox"/> VEGETACIÓN <input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS EXISTENTE <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
ÁNGULO DE ATAQUE DE AGUA SOBRE BASTIONES	
MARCAS DE AGUA DE INUNDACIONES	
¿EXISTE RIESGO DE INUNDACIÓN?	
ZONA SÍSMICA	
SUELO PREDOMINANTE	
ACELERACIÓN PICO EFECTIVA (Ca) del CSCR-10	
¿EXISTEN FALLAS GEOLÓGICAS CERCANAS AL PUENTE (5 KM)?	

ITEM	EXISTENCIA		ESTADO			OBSERVACIONES
	SI	NO	EXCELENTE	REGULAR	DEFICIENTE	
1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. GUARDAVIAS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. ILUMINACIÓN	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. ACERAS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. PASO PEATONAL	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. BARANDAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

INFORMACIÓN FUNCIONALIDAD Y OPERATIVIDAD	
¿HAY REDUCCIÓN DE CARRILES?	Si
¿EXISTE UNA RUTA ALTERNATIVA?	No

INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
ÍNDICE DE VIABILIDAD TÉCNICO SOCIAL	0
CLASIFICACIÓN DE LA RUTA	Categoría C Clasificación de ruta

IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ITEM	SI	NO
NO EXISTEN ELEMENTOS DE APOYO O EXISTEN ELEMENTOS DE APOYO INADECUADOS PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE HACE USO DE UNA CONFIGURACIÓN O ELEMENTO NO ADECUADO EN LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE HACE USO DE UNA CONFIGURACIÓN O ELEMENTO NO ADECUADO EN LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 38. Información requerida para cada estructura para cálculo de indicadores de desempeño

NOMBRE DE PUENTE:		CÓDIGO	
N° DE INSPECCIÓN		FECHA DE INSPECCIÓN	
LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE	
RESUMEN DE GRADO DE DAÑO ESTRUCTURAL			
ACCESORIOS			
ELEMENTO	Pavimento	Barandas	Juntas de Expansión
CALIFICACIÓN			
SUPERESTRUCTURA			
ELEMENTO	Losa	Viga principal de acero	Viga principal de concreto
CALIFICACIÓN			
SUBESTRUCTURA			
ELEMENTO	Apoyos	Pared cabezal y aletones	Cuerpo principal de bastión
CALIFICACIÓN			
RESUMEN VARIABLES AMBIENTALES DE ESTRUCTURA			
ELEMENTO	Ancho de cauce aguas arriba (m)	Ancho de cauce aguas abajo (m)	Altura libre inferior (m)
VALOR			
RESUMEN VARIABLES DE SEGURIDAD VIAL Y OPERATIVIDAD			
ELEMENTO	Existencia de barandas	Señalización vertical	Señalización Horizontal
CALIFICACIÓN			
CLASIFICACIÓN DE LA RUTA E IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA			
ELEMENTO	Puntuación de IVTS	Puntuación de eje estratégico	Clasificación de la ruta
CALIFICACIÓN	0	3	Categoría C
IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA			
ELEMENTO	Alerta en apoyos	Alerta en superestructura	Alerta en subestructura
CALIFICACIÓN			

Figura 39. Hoja de resumen generada por cada informe de inspección

Funcionamiento de base de datos

La primera pestaña muestra un menú con 3 botones de comando, el primero de ellos permite escoger el archivo del que se desea almacenar información. El segundo botón dirige al resumen de inspección de cada puente y el tercer botón dirige a la pestaña que almacena un resumen con el resultado de los 4 indicadores de desempeño evaluados.

Como parte de los objetivos se le mostró a la Unidad Técnica de Gestión Vial el funcionamiento y los resultados arrojados por la herramienta (ver sección de apéndices).



Figura 40. Menú de Base de datos

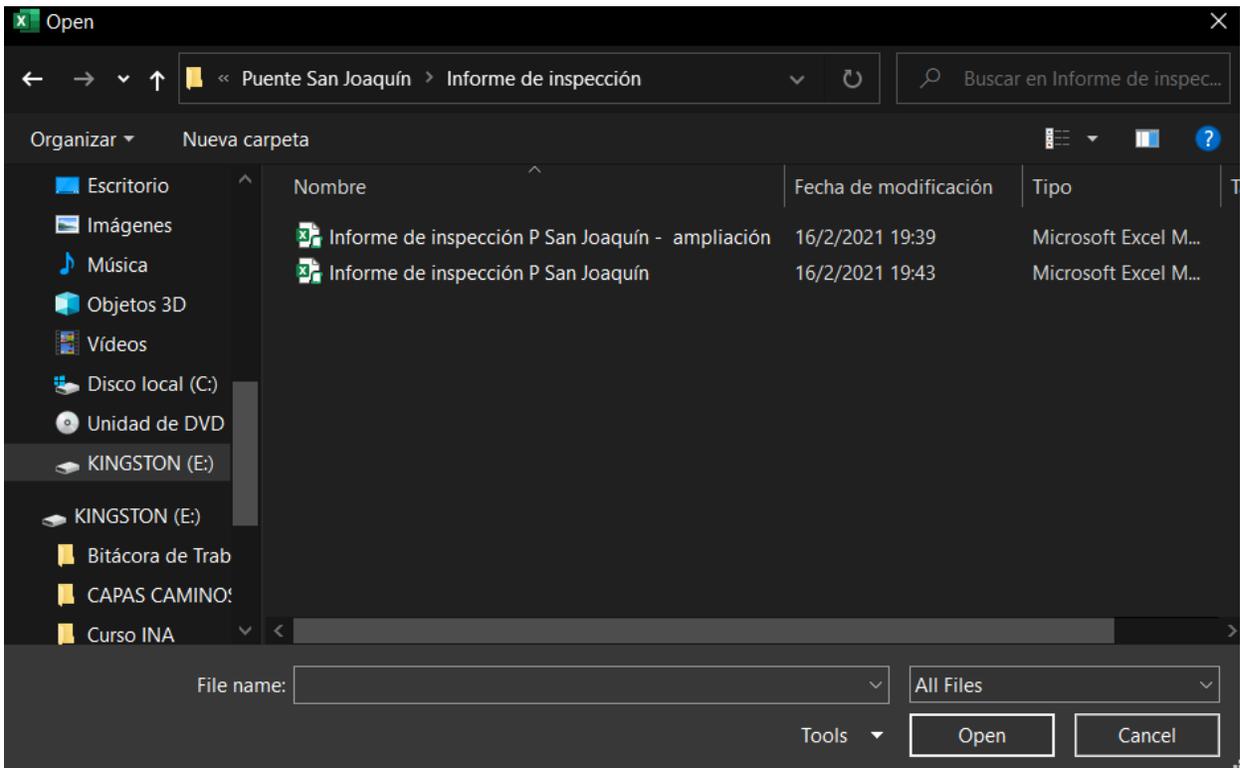


Figura 41. opción de selección de archivo de base de datos

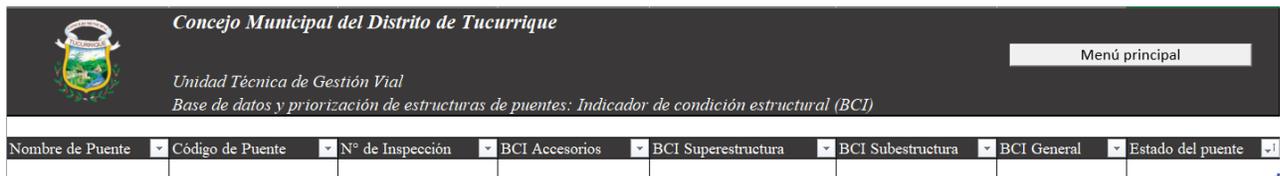


Figura 42. Pestaña de cálculo de Indicador de Condición Estructural (BCI)



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique
Unidad Técnica de Gestión Vial

Menú principal

Base de datos y priorización de estructuras de puentes

Nombre de Puente	Código de Puente	N° de Inspección	Amenaza sísmica	Riesgo hidrológico	VAM

Figura 43. Pestaña de cálculo de Indicador de Variables Ambientales (VAM)



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique
Unidad Técnica de Gestión Vial

Menú principal

Base de datos y priorización de estructuras de puentes

Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Seguridad vial	Funcionalidad/Operatividad	C uso

Figura 44. Pestaña de cálculo de Indicador de Condición de Uso (C Uso).



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique
Unidad Técnica de Gestión Vial

Menú principal

Base de datos y priorización de estructuras de puentes

Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Calificación IVTS	Importancia de ruta	SoEc

Figura 45. Pestaña de cálculo de Indicador de Condición Socioeconómica (So Ec).



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique
Unidad Técnica de Gestión Vial

Menú principal

Base de datos y priorización de estructuras de puentes

Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Alerta en Apoyos	Alerta en Superestructura	Alerta en Subestructura

Figura 46. Pestaña de información sobre alertas en estructuras.



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique
Unidad Técnica de Gestión Vial

Menú principal

Base de datos y priorización de estructuras de puentes

Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	BCI	VAM	C Uso	SoEc	Alertas	Priorización Integral

Figura 47. Pestaña final de resumen de resultados de indicadores de desempeño.

Indicadores de desempeño

Se muestran los resultados obtenidos del cálculo de indicadores de desempeño para todos los puentes inspeccionados.

Indicador de Condición Estructural (BCI)

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos del Índice de Condición Estructural (BCI) por sus siglas en inglés.

CUADRO N°. 6 RESULTADOS OBTENIDOS PARA ÍNDICE DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL (BCI)							
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de Inspección	BCI Accesorios	BCI Superestructura	BCI Subestructura	BCI General	Estado del puente
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	5.000	1.000	2.000	1.700	Satisfactorio
San Joaquín	3-04-039-01	1	5.000	1.000	5.000	3.200	Insatisfactorio
El Congo	3-04-041-01	1	5.000	5.000	4.000	4.500	Deficiente
El Bochinche	3-04-041-01	1	5.000	5.000	4.000	4.500	Deficiente
El Sitio	3-04-048-01	1	4.000	5.000	5.000	4.950	Deficiente
La Viga	3-04-072-01	1	5.000	5.000	3.000	4.000	Deficiente
Las Malvinas	3-04-013-01	1	5.000	2.000	4.000	3.150	Insatisfactorio
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	5.000	2.000	5.000	3.650	Insatisfactorio
Patas Negras	3-04-063-02	1	5.000	5.000	5.000	5.000	Deficiente
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	4.000	4.000	3.000	3.500	Insatisfactorio
Ramírez	3-04-063-01	1	5.000	5.000	5.000	5.000	Deficiente

Se puede observar que de las 11 estructuras ingresadas a la base de datos 5 de ellas se encuentran en condiciones deficientes y únicamente 2 estructuras en condiciones aceptables.

Indicador de Variables Ambientales (VAM)

a) Resultados de cálculo de componente de amenaza sísmica

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos por amenaza sísmica para cada estructura inspeccionada. Todos los puentes tenían fallas geológicas cercanas, por lo que se debió modificar su coeficiente de aceleración espectro-sismo.

CUADRO N°. 7 RESULTADOS OBTENIDOS PARA CÁLCULO DE AMENAZA SÍSMICA								
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de Inspección	Zona Sísmica	Suelo predominante	Ca	Fallas Cercanas	Aceleración espectro-sismo	Amenaza sísmica
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
San Joaquín	3-04-039-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
El Congo	3-04-041-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
El Bochinche	3-04-041-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
El Sitio	3-04-048-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
La Viga	3-04-072-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
Las Malvinas	3-04-013-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
Patas Negras	3-04-063-02	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347
Ramírez	3-04-063-01	1	III	S3	0.410	Si	0.492	4.347

b) Resultados de cálculo de componente de riesgo hidrológico

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos por riesgo hidrológico. Ninguna de las estructuras se encuentra bajo riesgo de inundación, además, el puente El Congo no presenta riesgo hidrológico, ya que no lo atraviesa ningún cuerpo de agua, sino una depresión topográfica.

CUADRO N°. 8 RESULTADOS OBTENIDOS PARA CÁLCULO DE RIESGO HIDROLÓGICO							
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de Inspección	Riesgo de inundación	Estrechamiento de cauce	Altura libre inferior	Ángulo de ataque	Riesgo hidrológico
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	1.000	2.000	4.000	1.000	4.000
San Joaquín	3-04-039-01	1	1.000	2.000	4.000	1.000	4.000
El Congo	3-04-041-01	1	1.000	2.000	1.000	1.000	2.000
El Bochinche	3-04-041-01	1	1.000	3.000	3.000	1.000	3.000
El Sitio	3-04-048-01	1	1.000	2.000	3.000	1.000	3.000
La Viga	3-04-072-01	1	1.000	1.000	3.000	1.000	3.000
Las Malvinas	3-04-013-01	1	1.000	1.000	3.000	1.000	3.000
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	1.000	2.000	2.000	1.000	2.000
Patas Negras	3-04-063-02	1	1.000	1.000	3.000	1.000	3.000
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	1.000	5.000	4.000	1.000	5.000
Ramírez	3-04-063-01	1	1.000	2.000	4.000	1.000	4.000

c) Resultado de indicadores de variables ambientales

La siguiente tabla muestra los resultados correspondientes al cálculo del Indicador de Variables Ambientales para todos los puentes inspeccionados.

CUADRO N°. 9 RESULTADOS DE INDICADOR DE VARIABLES AMBIENTALES						
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de Inspección	Amenaza sísmica	Riesgo hidrológico	VAM	
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	4.347	4.000	4.173	
San Joaquín	3-04-039-01	1	4.347	4.000	4.173	
El Congo	3-04-041-01	1	4.347	2.000	3.173	
El Bochinche	3-04-041-01	1	4.347	3.000	3.673	
El Sitio	3-04-048-01	1	4.347	3.000	3.673	
La Viga	3-04-072-01	1	4.347	3.000	3.673	
Las Malvinas	3-04-013-01	1	4.347	3.000	3.673	
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	4.347	2.000	3.173	
Patas Negras	3-04-063-02	1	4.347	3.000	3.673	
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	4.347	5.000	4.673	
Ramírez	3-04-063-01	1	4.347	4.000	4.173	

Indicador de Condición de Uso (C Uso)

a) Componente de seguridad vial

La siguiente tabla muestra los resultados correspondientes al cálculo del componente de seguridad vial, se muestra la calificación obtenida para existencia de barandas, señalización vertical, guardavías, acera y paso peatonal.

CUADRO N°. 10 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE COMPONENTE DE SEGURIDAD VIAL										
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Existencia de barandas	Señalización vertical	Señalización Horizontal	Guardavía	Iluminación	Acera	Paso peatonal	Seguridad vial
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.286
San Joaquín	3-04-039-01	1	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.286
El Congo	3-04-041-01	1	1.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	3.714
El Bochinche	3-04-041-01	1	3.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.000
El Sitio	3-04-048-01	1	1.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	3.714
La Viga	3-04-072-01	1	1.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	3.714
Las Malvinas	3-04-013-01	1	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.286
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.286
Patas Negras	3-04-063-02	1	3.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.000
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.286
Ramírez	3-04-063-01	1	3.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	4.000

b) Componente de funcionalidad y operatividad

La siguiente tabla muestra los resultados del componente de seguridad vial y operatividad. Para este componente se evaluaron y calificaron aspectos de restricción de carga, reducción de carriles y ruta alterna.

CUADRO N°. 11 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE COMPONENTE DE FUNCIONALIDAD Y OPERATIVIDAD						
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Ruta alterna	Restricción de carga	Reducción de carriles	Funcionalidad/O peratividad
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	Si	No	No	1.000
San Joaquín	3-04-039-01	1	Si	No	No	1.000
El Congo	3-04-041-01	1	Si	No	Si	5.000
El Bochinche	3-04-041-01	1	No	No	Si	5.000
El Sitio	3-04-048-01	1	Si	No	Si	5.000
La Viga	3-04-072-01	1	Si	No	Si	5.000
Las Malvinas	3-04-013-01	1	Si	No	Si	5.000
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	Si	No	Si	5.000
Patas Negras	3-04-063-02	1	Si	Si	Si	5.000
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	Si	No	Si	5.000
Ramírez	3-04-063-01	1	Si	No	Si	5.000

c) Resultado de indicadores de condición de uso

La siguiente tabla muestra todos los resultados correspondientes al cálculo del indicador de condición de uso.

CUADRO N°. 12 RESULTADOS DE INDICADOR DE CONDICIÓN DE USO					
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Seguridad vial	Funcionalidad/Operatividad	C uso
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	4.286	1.000	2.972
San Joaquín	3-04-039-01	1	4.286	1.000	2.972
El Congo	3-04-041-01	1	3.714	5.000	4.228
El Bochinche	3-04-041-01	1	4.000	5.000	4.400
El Sitio	3-04-048-01	1	3.714	5.000	4.228
La Viga	3-04-072-01	1	3.714	5.000	4.229
Las Malvinas	3-04-013-01	1	4.286	5.000	4.571
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	4.286	5.000	4.572
Patas Negras	3-04-063-02	1	4.000	5.000	4.400
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	4.286	5.000	4.571
Ramírez	3-04-063-01	1	4.000	5.000	4.400

Indicador de Condición Socioeconómica (SoEc)

La siguiente tabla muestra los resultados correspondientes al cálculo del indicador de condición socioeconómica. Para el cálculo de este indicador se evaluaron y calificaron aspectos como calificación de Índice de Viabilidad Técnico Social y Eje estratégico.

CUADRO N°. 13 RESULTADOS DE INDICADOR DE CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA							
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	IVTS	Calificación IVTS	Eje estratégico	Importancia de ruta	SoEc
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	60.000	3.000	Categoría C	3.000	3.000
San Joaquín	3-04-039-01	1	60.000	3.000	Categoría C	3.000	3.000
El Congo	3-04-041-01	1	50.000	3.000	Categoría C	3.000	3.000
El Bochinche	3-04-041-01	1	0.000	1.000	Categoría C	3.000	2.000
El Sitio	3-04-048-01	1	50.000	3.000	Categoría C	3.000	3.000
La Viga	3-04-072-01	1	22.000	1.000	Categoría C	3.000	2.000
Las Malvinas	3-04-013-01	1	39.000	2.000	Categoría C	3.000	2.500
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	33.000	2.000	Categoría C	3.000	2.500
Patas Negras	3-04-063-02	1	58.000	3.000	Categoría A	1.000	3.000
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	58.000	3.000	Categoría C	3.000	3.000
Ramírez	3-04-063-01	1	58.000	3.000	Categoría C	3.000	3.000

Identificación de alertas

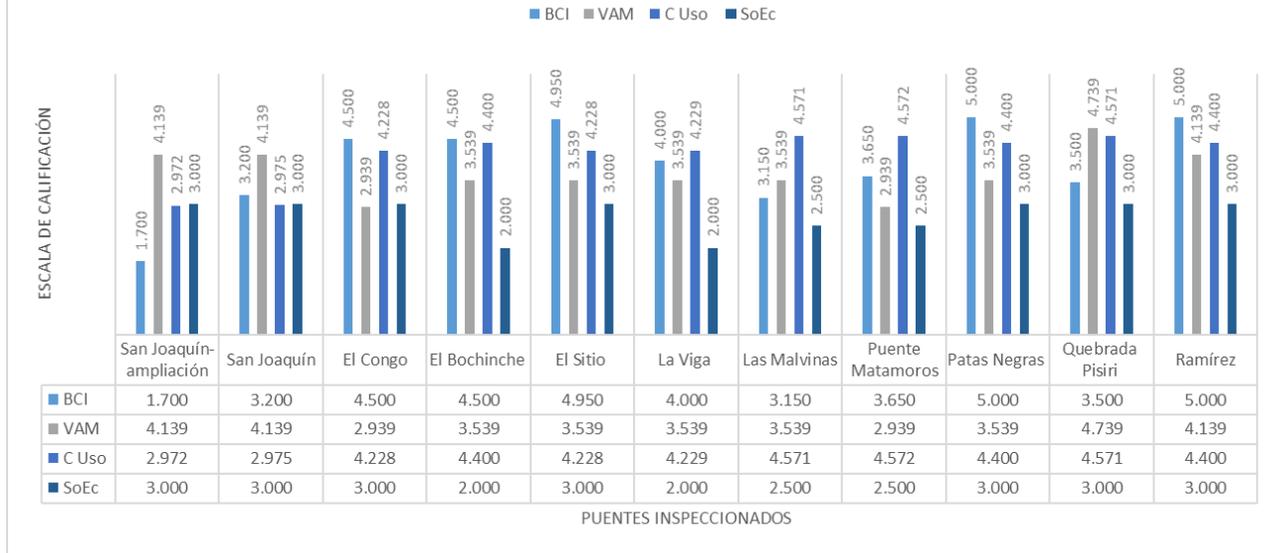
La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos sobre la evaluación de alertas en la subestructura, superestructura y apoyos de todos los puentes inspeccionados.

CUADRO N°. 14 RESULTADOS DE ALERTAS EN ESTRUCTURAS					
Nombre de Puente	Código de Puente	N° de inspección	Alerta en Apoyos	Alerta en Superestructura	Alerta en Subestructura
San Joaquín- ampliación	3-04-039-02	1	No	No	No
San Joaquín	3-04-039-01	1	No	No	No
El Congo	3-04-041-01	1	Si	No	No
El Bochinche	3-04-041-01	1	Si	No	No
El Sitio	3-04-048-01	1	Si	No	No
La Viga	3-04-072-01	1	Si	No	No
Las Malvinas	3-04-013-01	1	Si	No	No
Puente Matamoros	3-04-032-01	1	Si	No	Si
Patas Negras	3-04-063-02	1	Si	No	No
Quebrada Pisiri	3-04-027-01	1	Si	No	No
Ramírez	3-04-063-01	1	Si	No	No

Priorización de intervención

A continuación, se muestran gráficamente los resultados de los indicadores de desempeño calculados para cada estructura inspeccionada.

GRÁFICO N°4. INDICADORES DE DESEMPEÑO



Además, se muestra una tabla mostrando los resultados de los indicadores de desempeño obtenidos por escala de color.

Deficiente
Insatisfactorio
Aceptable
Satisfactorio

CUADRO N° 15. RESULTADO POR ESCALA DE COLOR DE INDICADORES DE DESEMPEÑO					
Nombre de Puente	BCI	VAM	C Uso	SoEc	Priorización Integral
Ramírez	5.000	4.139	4.400	3.000	4.135
Patas Negras	5.000	3.539	4.400	3.000	3.985
Quebrada Pisiri	3.500	4.739	4.571	3.000	3.953
El Sitio	4.950	3.539	4.228	3.000	3.929
El Congo	4.500	2.939	4.228	3.000	3.667
El Bochinche	4.500	3.539	4.400	2.000	3.610
La Viga	4.000	3.539	4.229	2.000	3.442
Las Malvinas	3.150	3.539	4.571	2.500	3.440
Puente Matamoros	3.650	2.939	4.572	2.500	3.415
San Joaquín	3.200	4.139	2.972	3.000	3.328
San Joaquín- ampliación	1.700	4.139	2.972	3.000	2.953

Análisis de los resultados

Inspección de puentes

La zona de Tucurrique no cuenta con ríos de gran caudal, por lo que las estructuras existentes no son de grandes dimensiones (la mayoría de estructuras no supera los 12 metros). La mayoría de puentes sirven para comunicar proyectos agrícolas, principal actividad económica de la zona.

La inspección de los puentes de la zona evidenció el mal estado de la mayoría de las estructuras. El Manual de Inspección de Puentes del MOPT divide la inspección en 3 partes principales: accesorios, subestructura y superestructura.

Accesorios

En la gráfica 1 se muestran los principales daños a los accesorios hallados en cada estructura. La mitad de los puentes inspeccionados no cuenta con elementos tipo baranda o se encuentran en mal estado.

Según Quirós y Castillo (2012) *“Las barandas para contención vehicular en puentes son sistemas cuya función primordial es retener y redireccionar los vehículos que salen fuera de control de la vía, procurando limitar los daños y lesiones que puedan ocurrir a los ocupantes del vehículo, a los objetos cercanos a la vía y a otros usuarios, ya sean vehículos y/o peatones que circulan por la carretera”*.

La inexistencia de elementos de contención en conjunto con el ancho reducido de algunas estructuras de los puentes inspeccionados supone un riesgo para los usuarios.

Existen puentes de hasta 3 metros de ancho, considerando que el ancho máximo permitido por vehículo en Costa Rica es de 2.60 metros los conductores cuentan con menos de medio metro para maniobrar aumentando el riesgo de sufrir un accidente y precipitarse al cauce del río ante la carencia o mal estado de elementos de contención.

La calificación del grado de daño en las juntas de expansión no fue menor a 4 para ninguno de los puentes inspeccionados. Las juntas de expansión no contaban con elementos de protección contra el desgaste y algunas juntas se encontraban obstruidas con sobrecapas de asfalto o con material de lastre.

La obstrucción de las juntas de expansión entorpece su funcionamiento adecuado, que es la absorción de las cargas horizontales provocadas por cargas de sismo, viento, contracción y expansión térmica, empujes de terreno, entre otros.

Por otra parte, la falta de elementos de protección a las juntas de expansión puede repercutir negativamente en la durabilidad de los elementos de la subestructura y superestructura. Esto genera desgaste y/o deformación en la losa y pared cabezal debido al golpe de los vehículos al pasar por la estructura, además de la exposición de las paredes de los bastiones a altas condiciones de humedad debido a filtraciones.

Con respecto a las sobrecapas de asfalto, únicamente el puente Ramírez presentó esta condición, obteniendo una calificación de 5.

Según el MOPT (2014), si bien el pavimento no es un miembro estructural del puente, este genera carga muerta sobre el mismo, por esta razón se debe procurar que el espesor sea el mínimo. Al colocar pavimento asfáltico sin contemplar la antes mencionado se podría estar añadiendo a la estructura el equivalente al peso de la carga máxima del vehículo que pasa por el puente.

Añadir sobrecargas a una estructura de puente que no han estado contempladas en su diseño puede poner en riesgo su estabilidad estructural. Esto provoca que los elementos de la superestructura colapsen ante la imposibilidad de soportar los esfuerzos a los que está siendo expuesto.

Superestructura

De los puentes inspeccionados, 5 de ellos contaban con vigas principales, sistemas de arriostramiento y vigas diafragma de acero con presencia de oxidación y corrosión (Ver gráfica N°2). Específicamente los puentes El Bochinche, El Sitio y Patas Negras quienes mayor calificación obtuvieron (calificación 5) con respecto al grado de daño de los elementos de superestructura presentaban en la mayoría de sus elementos pérdida de espesor debido a la corrosión.

La disminución del espesor de los elementos de acero estructural, en consecuencia, podrá disminuir la capacidad de carga de todo el puente, poniendo en riesgo la seguridad estructural del mismo.

Los elementos de losa y vigas principales de los puentes Ramírez y el presentaron grietas en una y dos direcciones (ver anexo 1). Estos elementos obtuvieron una calificación de 5 respecto a la evaluación de grietas.

“Las grietas y fisuras son roturas que aparecen en el concreto como consecuencia de tensiones superiores a su capacidad resistente” (Toirac, 2004).

La presencia de grietas en los elementos de concreto se puede deber a diversas razones y de acuerdo con Toirac, 2004 estas se pueden clasificar según su origen y momento de aparición. Existen grietas producidas por contracción plástica, asentamiento plástico,

movimientos espontáneos, cargas que originan esfuerzos, entre otros.

Se destaca que, en las estructuras de puentes, los elementos de la superestructura se encuentran sometidos a diferentes tipos de esfuerzos, principalmente bajo esfuerzos de torsión, flexión y cortante.

“Las fisuras producidas por cargas que originan esfuerzos difieren del resto porque tienen mayor profundidad y aparecen de forma típica, razón por lo cual es necesario comprobar sus dimensiones y progresión para establecer si constituyen un verdadero problema estructural” (Toirac, 2004).

Tomando en cuenta que la evaluación de grado de daño en grietas en una y dos direcciones con una calificación de 5 contempla que las grietas tienen un espesor mayor a 0.2 mm, en intervalos menores a 0.5 m, resulta necesario establecer el origen y el riesgo que representen para la seguridad estructural del puente.

Subestructura

La subestructura de los puentes inspeccionados presenta condiciones desfavorables principalmente en el cuerpo principal de los bastiones (ver gráfica N° 3).

Entre las principales problemáticas de ese elemento se encontraba la socavación de los bastiones y eflorescencia del concreto.

Algunos de los puentes inspeccionados mostraban socavación que se extendía al nivel de fundaciones, dejando al descubierto estos elementos que se supone en un diseño inicial deben estar debajo del nivel del agua o suelo.

Según lo estipulado en el Código de Cimentaciones de Costa Rica, para el caso de puentes los cimientos deberán estar por debajo del nivel de socavación probable por causas de agua.

La socavación de las cimentaciones supone un riesgo a la estabilidad del puente, en el caso menos favorable la estructura podrá colapsar producto del vuelco u hundimiento de los bastiones o pilas.

En algunos elementos de la subestructura se evidenció la presencia de eflorescencia en el concreto. Ninguno de los casos obtuvo calificación mayor a 2, ya que mostraban únicamente pequeñas manchas alrededor del concreto.

La eflorescencia son cristales de sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie de elementos de concreto. Algunas sales solubles presentes en el concreto son transportadas por efecto de capilaridad a la superficie a través de materiales porosos por efecto de la evaporación (Construmática, 2015).

Para los casos observados se evidencian humedades persistentes en los elementos, principalmente las losas de concreto, que al contar con drenajes obstruidos o sin la presencia de los mismos se produce una acumulación de humedad. La exposición constante a estas condiciones propicia la salida de los cristales de sales a la superficie.

Aunque estructuralmente las manchas de eflorescencia no representen un riesgo estructural, se debe tener en cuenta que la aparición de eflorescencia en el concreto puede ser ocasionada por un alto contenido de sales en el suelo o por un alto contenido de sales en los componentes del concreto, ya sea en el cemento, el agregado o los aditivos utilizados (Agila, 2017).

Se hace necesaria la supervisión de manchas de eflorescencia, pues al tratarse de una concentración de sales podrían llegar a afectar al acero de refuerzo. Tal situación tiene como consecuencia una disminución de la capacidad estructural del elemento de concreto.

Base de datos

La base de datos creada permite homogenizar los datos recopilados para eventualmente establecer una priorización de intervención de las estructuras mediante la evaluación de los 4 indicadores de desempeño. Es posible identificar la estructura con mayor riesgo estructural y de mayor importancia socioeconómica.

La priorización de intervención permitirá a la Unidad Técnica de Gestión Vial planificar

adecuadamente la intervención de cada estructura que lo requiera.

La adaptación de los indicadores de desempeño al contexto y condiciones de la zona evaluada permitirá una gestión de priorización más eficiente, pues se evalúan aspectos de importancia para la zona.

Indicadores de desempeño

En el cuadro N°6 se puede observar el resultado obtenido para el primer indicador evaluado que corresponde al Indicador de Condición Estructural.

De los puentes inspeccionados solo uno de ellos alcanzó la calificación de aceptable, este puente correspondía a una ampliación hecha a uno de los puentes de la zona. Todas las estructuras restantes presentan problemas graves en sus condiciones estructurales.

Como se mencionó anteriormente, en la evaluación de grado de daño la mayoría de estructuras carece de elementos de contención como las barandas, las juntas de expansión se encuentran en mal estado, los elementos de acero se encuentran con oxidación y corrosión y en algunos de los bastiones inspeccionados existe socavación que se extiende al nivel de fundaciones.

En el cuadro 7, 8 y 9 se muestran los resultados obtenidos para el indicador de variables ambientales. Se puede observar que el componente de amenaza sísmica es igual para todas las estructuras.

Por otra parte, el componente de riesgo hidrológico sí varía, uno de los rubros evaluados que mayor calificación obtuvo fue el de la altura libre vertical inferior.

La distancia entre el cuerpo de agua y la estructura del puente debe ser diseñada considerando la intensidad de la lluvia, la morfología de la cuenca y fuentes, el caudal de escorrentía y la hidráulica del cuerpo de agua, el

modelo final de diseño debe representar mediante proyecciones los resultados obtenidos. (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, s.f)

En el Manual de SIECA (Manual de Consideraciones Técnicas, Hidrológicas e Hidráulicas) se considera para el diseño hidráulico del puente un caudal pico para un periodo de retorno de 100 años y para la revisión por socavación un periodo de retorno de 500 años.

A partir de los datos obtenidos de este caudal pico se debe realizar el diseño geométrico de la estructura, permitiendo el paso de caudales máximos sin afectar la estructura.

Cuando las dimensiones establecidas no son adecuadas (diseño geométrico para caudales inferiores al máximo de diseño) o se diseña sin contemplar los parámetros anteriormente mencionados se corre el riesgo de colapso de la estructura. La fuerza con que el caudal golpea la estructura puede socavar los rellenos de aproximación o colapsar elementos de la superestructura que deben, ante una situación de rebase, soportar cargas que no fueron contempladas en su diseño.

En los cuadros 10, 11 y 12 se muestran los resultados obtenidos para el Indicador de Condición de Uso. En el cuadro 10 se puede observar que la mayoría de estructuras presenta deficiencias en señalización, iluminación y otros elementos de seguridad vial.

Cabe destacar que la mayoría de caminos sobre los que se ubican las estructuras no cuentan con elementos de seguridad vial, pues se trata de rutas muy poco transitadas, utilizadas principalmente para el traslado de productos agrícolas.

Sin embargo, esto no los exime del riesgo de un accidente de tránsito. Según el Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura del MOPT, 2013 *“La iluminación de las vías y señalización nocturna en nuestro país es un aspecto importante a considerar, puesto que la mayor cantidad de muertes in situ ocurren en horas de la noche y la madrugada”*.

Con respecto al componente de funcionalidad y operatividad se evidencia que, a excepción del puente San Joaquín, todas las estructuras poseen reducción de carriles, solo uno de ellos presenta restricción de carga y solamente uno de los puentes no cuenta con ruta alterna.

La reducción de carriles no supone un problema de congestión vial, ya que, como se mencionó anteriormente, las rutas sobre las que se ubican las estructuras son muy poco transitadas.

Sin embargo, la existencia de rutas alternas es un factor determinante para dar dinamismo a la economía de la zona. Para el Concejo Municipal resulta de gran importancia que las rutas utilizadas por los agricultores se encuentren en condiciones aptas para el traslado de productos, esto les asegura mantener estabilidad en el desarrollo económico de la zona.

Con respecto al indicador de condición socioeconómica (ver cuadro 13), se evidencia que la calificación del IVTS de las estructuras no superó los 3 puntos de importancia socioeconómica. También, que los ejes estratégicos obtuvieron una calificación C, pues no conectaban con rutas nacionales.

Según Fernández et al. (2016) *“Las principales actividades productivas en el cantón son de tipo agropecuarias, principalmente productos como caña, café, pejibaye, macadamia, banano y ganadería. Entre las industrias productivas se encuentra: la Hacienda Juan Viñas con su Ingenio de caña y su Beneficio de café; además está la salchichonera Tucurrique, Finca Oriente y varios trapiches en Tucurrique y Pejibaye. Así como proyectos hidroeléctricos como: Cachí, La Joya”*.

De esta manera el mayor peso de la calificación de este indicador la obtuvieron la actividad agrícola y turística, siendo estos dos factores determinantes para la calificación final de las estructuras respecto a su importancia socioeconómica.

En el cuadro N°14 se muestran las alertas emitidas para cada estructura inspeccionada, la mayoría de ellas presenta alertas en los apoyos, pues las losas en la mayoría de las ocasiones se

encuentran apoyadas directamente sobre la pared cabezal sin un elemento adecuado de transmisión de cargas a la subestructura.

Si no existe una transmisión de cargas de las vigas hacia los elementos de la subestructura se producirá una concentración de esfuerzos sobre las mismas, disminuyendo su vida útil.

Priorización de intervención

En el gráfico N°4 y cuadro N°15 se muestran los resultados resumidos de todos los indicadores de desempeño evaluados.

De todos los puentes evaluados, las condiciones estructurales menos favorables (calificación 5) correspondieron a los puentes de Patas Negras y Quebrada Ramírez, estando además entre los puentes con mayor calificación de importancia socioeconómica (importancia 3).

El siguiente puente con condiciones estructurales menos favorables fue el puente El Sitio, el cual obtuvo una calificación de 4.95.

En la evaluación de daños estas 3 estructuras fueron las que presentaron mayor evidencia de daños, como corrosión, oxidación, grietas, socavación, sobrecapas de asfalto, entre otros. (ver anexo 1).

Ahora bien, la estructura que se encuentra en condiciones estructurales óptimas y que no requiere de una intervención actualmente según los resultados obtenidos en este proyecto es la ampliación del puente San Joaquín.

Sin embargo, los datos obtenidos de la priorización integral muestran que ninguna estructura de puente se encuentra en condiciones óptimas.

La identificación y priorización de intervención de las estructuras de puentes inspeccionados para el distrito de Tukurrique permitirán la optimización de recursos disponibles para este fin.

Agüero y Villalobos (2019) mencionan que *“La optimización del presupuesto disponible para atender los puentes existentes, se convierte entonces en uno de los principales objetivos para los gestores de puentes, ya que siempre es limitado no importa si se está en un país desarrollado o no”*.

El presupuesto destinado a proyectos viales es reducido para la Municipalidad de Jiménez, y este debe contemplar mantenimiento de carreteras, caminos, accesorios y estructuras de puentes.

“El distrito de Tukurrique cuenta con la administración de un Concejo Municipal de Distrito, el cual cuenta con autonomía administrativa, no así presupuestaria, pues la misma depende de la Municipalidad de Jiménez” (Municipalidad de Jiménez, 2021).

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, la administración del Concejo Municipal de Tukurrique cuenta con un presupuesto menor que el de una Municipalidad. Sin embargo, tiene bajo su administración 10 estructuras de puentes, de las cuales 9 requieren intervención según los resultados obtenidos.

Los recursos económicos disponibles para el Concejo distrital están basados en el plan quinquenal de Conservación y Desarrollo de la Red Vial Cantonal de la Municipalidad de Jiménez.

El Plan de Conservación y Desarrollo de la Red Vial Cantonal de la Municipalidad de Jiménez para el período 2017-2021 asigna para el distrito de Tukurrique recursos distribuidos de la siguiente manera: para el año 2017 se asignaron ₡94 343 300.00, para el año 2018 ₡146 841 825.00, para el año 2019 ₡199 244 756.25, para el año 2020 ₡198 800 114.06, y para el año 2021 ₡198 276 479.77.

Se destaca de esta información que dentro de los planes operativos con base en el presupuesto otorgado el Concejo Municipal de Tukurrique no incluyó ningún proyecto de intervención, rehabilitación o reemplazo de alguna estructura de puente.

Además de los recursos limitados para la conservación vial, es hasta abril del 2017 que el

Concejo Municipal del distrito de Tukurrique contrata los servicios profesionales de un ingeniero civil.

Antes de este período, y durante otras asignaciones presupuestarias para el distrito la mayoría de estructuras de puentes existentes en construidas y rehabilitadas bajo parámetros empíricos, atendiendo a la necesidad de paso y conexión entre caminos y no precisamente a necesidades estructurales de los puentes.

Este proyecto brinda al Concejo Municipal información como dimensionamiento, ampliaciones, daños presentes en las estructuras de puentes que eran desconocidos antes de este informe.

Conocer el estado en el que se encuentran las estructuras de puentes, permite a la Unidad Técnica de Gestión Vial del distrito de Tukurrique optimizar el presupuesto y priorizar la intervención de los puentes que representen un riesgo a la seguridad de los usuarios.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Los principales daños hallados en los accesorios de puentes corresponden falta de elementos de seguridad como barandas, inexistencia de elementos que protejan las juntas de expansión del desgaste y filtraciones de agua, en algunos casos sobrecapas de asfalto.
2. Todos los puentes que contaban con algún elemento de acero estructural presentaban daños asociados a oxidación y corrosión.
3. Los daños presentes en la subestructura de los puentes inspeccionados eran en su mayoría socavación que se extendía a nivel de fundaciones y presencia de nidos de piedra.
4. De la totalidad de puentes inspeccionados ninguno de ellos contaba con elementos de seguridad vial adecuados (Señalización, iluminación, sistemas de contención, entre otros).
5. La metodología propuesta por Navarro et al. (2019) en el proyecto de Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño, aplicada en el desarrollo de este proyecto requirió del ajuste del indicador de variables ambientales debido a la inexistencia del Índice de Fragilidad Ambiental Integrado para el distrito de Tukurrique. Sin embargo, se obtuvo satisfactoriamente la información requerida para el cálculo del Indicador de Condición Estructural, Indicador de Funcionalidad y operatividad e Indicador Socioeconómico.
6. Los indicadores de desempeño ajustados al contexto de la zona permiten una gestión de intervención eficiente. La evaluación de aspectos ambientales, socioeconómicos, de funcionalidad y operatividad y no únicamente de aspectos estructurales brindan un panorama más completo sobre la condición de cada puente.
7. Los resultados obtenidos para cada indicador de desempeño atendieron correctamente a las características observadas en campo de cada estructura inspeccionada, de manera que su aplicación brinda una representación real del estado de cada puente.
8. La priorización de intervención realizada arroja que las estructuras que requieren atención prioritaria por su condición estructural y su importancia socioeconómica son los puentes Ramírez y Patas Negras.
9. Únicamente la ampliación del puente San Joaquín presentó condiciones estructurales aceptables, todas las demás estructuras se encuentran en condiciones deficientes.

Recomendaciones

1. Para la Unidad Técnica de Gestión Vial se debe implementar un plan de intervención para las estructuras que lo requieran.

2. Programar inspecciones periódicas a las estructuras, con el fin de dar seguimiento al estado en que se encuentran.
3. Contar con herramientas adecuadas para realizar las inspecciones visuales de daños y realización de inventario.
4. Capacitar al personal a cargo sobre los conceptos básicos de inspección de puentes, para dotarlos de criterio técnico que les permita una correcta interpretación de los conceptos evaluados en campo.

Apéndices

La sección de apéndices contiene la carta emitida por la Unidad Técnica de Gestión Vial haciendo constar la charla impartida sobre el funcionamiento del programa de base de datos realizado en este proyecto. Además, contiene las hojas de inspección utilizadas para los levantamientos en campo y los esquemas finales de cada estructura inspeccionada.

Tucurrique, Jiménez, Cartago, 19 de febrero del 2021

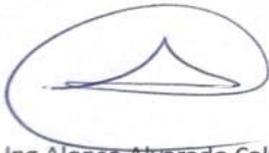
Unidad Técnica de Gestión Vial

Concejo Municipal del distrito de Tucurrique

A quien interese

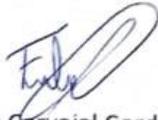
Por medio de la presente se hace constar que Hilary Rivera Rodríguez, cédula de identidad 305050771 y carnet estudiantil 2015123978 se presentó el día 19 de febrero del año 2021 a las instalaciones del Concejo Municipal para exponer sobre el uso de la herramienta de priorización de intervención de puentes creada para el desarrollo de su proyecto final de graduación.

Atentamente,



Ing. Alonso Alvarado Calvo

Ingeniero la Unidad Técnica de Gestión Vial



Felipe Carvajal Cordero

Asistente de Ingeniería de la Unidad Técnica de Gestión Vial



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique
Unidad Técnica de la Junta Vial

Hoja de Inspección 01: Información General de Estructura

Inspector (a): _____
Fecha de inspección: _____
Hora de inicio: _____ Hora finalización: _____

Información General de la Estructura

Tipo de Ruta: Nacional Cantonal
Nº de ruta: _____
Distrito: _____
Nombre de estructura: _____
km de inicio de puente: _____
Latitud Norte: _____ Longitud oeste: _____
Fecha de construcción: _____ Fecha de Diseño: _____

Elementos Básicos

Dirección de la vía hacia: _____
Cruza Sobre: _____
Tipo de Estructura: Puente Alcantarilla Paso Superior Paso Inferior Vado Otro
Alineación en planta: Recto Curvo Sesgado ϕ sesgo ($^\circ$): _____
Carga Viva: _____
Longitud total (m): _____
Longitud de desvío (km): _____
Pendiente longitudinal (%): _____
Nº de Tramos: _____
Nº de Superestructuras: _____
Nº de Subestructuras: _____
Servicios Públicos: Electricidad Agua potable Agua residual Oleoducto Gas Otro
Restricciones: Carga Altura o ancho
Restricción de carga (ton): _____ Restricción de altura (m): _____

Dimensiones del Camino

Ancho de vía de acceso (m): _____
Altura libre inferior (m): _____
Altura libre superior (m): _____
W1 (m): _____
W2 (m): _____
W3 (m): _____
W4 (m): _____
W5 (m): _____
W6 (m): _____
W7 (m): _____



H1 (m): _____
H2 (m): _____
H3 (m): _____
H4 (m): _____
H5 (m): _____
H6 (m): _____

Notas:



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique

Unidad Técnica de la Junta Vial

Hoja de Inspección 02: Información de Superestructura y Accesorios

Sistema de Piso

Material de losa: Concreto Acero Madera Otro : _____

Espesor de losa (m): _____

Superestructura

Tipo de superestructura: Viga Simple Cercha de Paso Superior Arco de paso superior Atirantado
Viga Continua Cercha de Paso Inferior Cercha de media altura Otro
Marco Rígido Arco de paso inferior Colgante

Vigas principales

Material de vigas principales: Concreto Concreto Presforzado Madera
Acero Concreto Pretensado Otro

Si es "Otro" especifique: _____

Tipo de Viga : Losa Viga I Viga Cajón Viga T Troncos Otro

Si es "Otro" especifique: _____

Longitud total (m) : _____ Espaciamiento de vigas (m) : _____

Longitud tramo máximo (m) : _____ Altura de vigas (m) : _____

Nº de Vigas : _____ Ancho de vigas (m) : _____

Estructura Secundarias

Sistema de arriostramiento: Sí No Sistema de viguetas: Sí No

Material : _____ Material : _____

Nº Arriostres : _____ Nº de Viguetas : _____

Características de Pintura (Para elementos de Acero)

Tipo de pintura: Capa intermedia Capa primaria Acabado

Área pintada (m²): _____

Empresa encargada: _____ Fecha última pintura: _____

Accesorios

Barandas

Tipo: Adosada Fijada al sistema de piso

Altura (m): _____ Ancho (m): _____

Superficie de Ruedo

Material: Concreto asfáltico Concreto hidráulico Sin Superficie de rueda Otro

Sobrecapa de asfalto (mm) : _____

Junta de Expansión

Junta de Bastión - 1 : Placa Dentada Abierta Sellada Placa de Acero Deslizante No se tiene Información Otro

Junta de Bastión - 2 : Placa Dentada Abierta Sellada Placa de Acero Deslizante No se tiene Información Otro

Junta de Bastión - 1 : Placa Dentada Abierta Sellada Placa de Acero Deslizante No se tiene Información Otro

Junta de Bastión - 2 : Placa Dentada Abierta Sellada Placa de Acero Deslizante No se tiene Información Otro

Notas:



Concejo Municipal del Distrito de Tucurrique

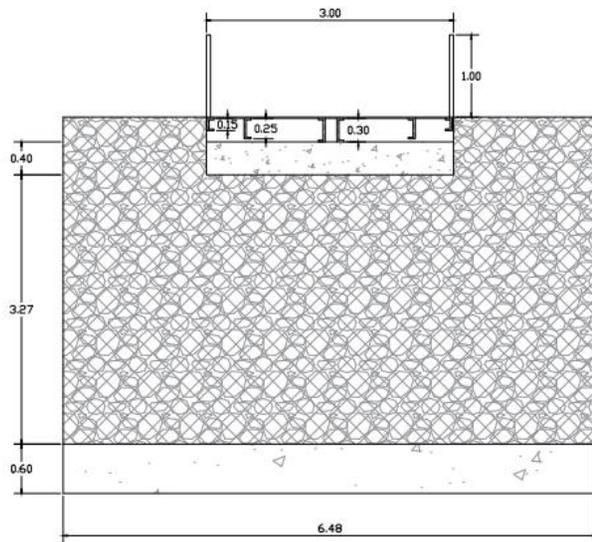
Unidad Técnica de la Junta Vial

Hoja de Inspección 03: Información de Subestructura

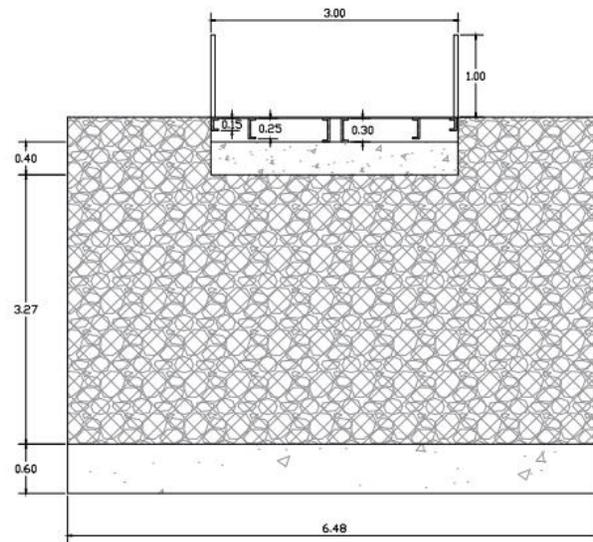
Bastiones	Bastión 1- (B1)				Bastión 2- (B2)					
	Dimensiones y Características				Dimensiones y Características					
	Tipo :	Gravedad	<input type="checkbox"/>	Marco	<input type="checkbox"/>	Tipo :	Gravedad	<input type="checkbox"/>	Marco	<input type="checkbox"/>
		Muro Contrafuerte	<input type="checkbox"/>	Voladizo	<input type="checkbox"/>		Muro Contrafuerte	<input type="checkbox"/>	Voladizo	<input type="checkbox"/>
		Cabezal sobre pilotes	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>		Cabezal sobre pilotes	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
	Material:	Concreto	<input type="checkbox"/>	Mampostería	<input type="checkbox"/>	Material:	Concreto	<input type="checkbox"/>	Mampostería	<input type="checkbox"/>
		Acero	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>		Acero	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>
		Acero-Concreto	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>		Acero-Concreto	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
	Altura (m) :	_____				Altura (m) :	_____			
	Ancho (m) :	_____				Ancho (m) :	_____			
	Largo (m) :	_____				Largo (m) :	_____			
	Apoyos				Apoyos					
	Tipo de Apoyo:	Fijo	<input type="checkbox"/>	Expansión	<input type="checkbox"/>	Rigido	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
	Acho de asiento (m):	_____				Acho de asiento (m):	_____			
	Fundaciones				Fundaciones					
	Tipo:	Pilotes	<input type="checkbox"/>	Placa Corrida	<input type="checkbox"/>	Tipo:	Pilotes	<input type="checkbox"/>	Placa Corrida	<input type="checkbox"/>
		Cimentación sobre Pilotes	<input type="checkbox"/>	Sin determinar	<input type="checkbox"/>		Cimentación sobre Pilotes	<input type="checkbox"/>	Sin determinar	<input type="checkbox"/>
		Placa Aislada	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>		Placa Aislada	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
	Ancho (m):	_____				Ancho (m):	_____			
	Largo (m)	_____				Largo (m)	_____			

Pilas	Pila 1 - (P1)				Pila 2 - (P2)					
	Dimensiones y Características				Dimensiones y Características					
	Tipo	Muro	<input type="checkbox"/>	Columna sencilla	<input type="checkbox"/>	Tipo	Muro	<input type="checkbox"/>	Columna sencilla	<input type="checkbox"/>
		Marco Rigido	<input type="checkbox"/>	Columna Múltiple	<input type="checkbox"/>		Marco Rigido	<input type="checkbox"/>	Columna Múltiple	<input type="checkbox"/>
		Cabezal sobre Pilotes	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>		Cabezal sobre Pilotes	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>
	Altura (m) :	_____				Altura (m) :	_____			
	Ancho (m) :	_____				Ancho (m) :	_____			
	Largo (m) :	_____				Largo (m) :	_____			
	Apoyos				Apoyos					
	Tipo de Apoyo:	Fijo	<input type="checkbox"/>	Expansión	<input type="checkbox"/>	Rigido	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	
	Acho de asiento (m):	_____				Acho de asiento (m):	_____			
	Fundaciones				Fundaciones					
	Tipo:	Pilotes	<input type="checkbox"/>	Placa Corrida	<input type="checkbox"/>	Tipo:	Pilotes	<input type="checkbox"/>	Placa Corrida	<input type="checkbox"/>
		Cimentación sobre Pilotes	<input type="checkbox"/>	Sin determinar	<input type="checkbox"/>		Cimentación sobre Pilotes	<input type="checkbox"/>	Sin determinar	<input type="checkbox"/>
		Placa Aislada	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>		Placa Aislada	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
	Ancho (m):	_____				Ancho (m):	_____			
	Largo (m)	_____				Largo (m)	_____			

Notas:



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

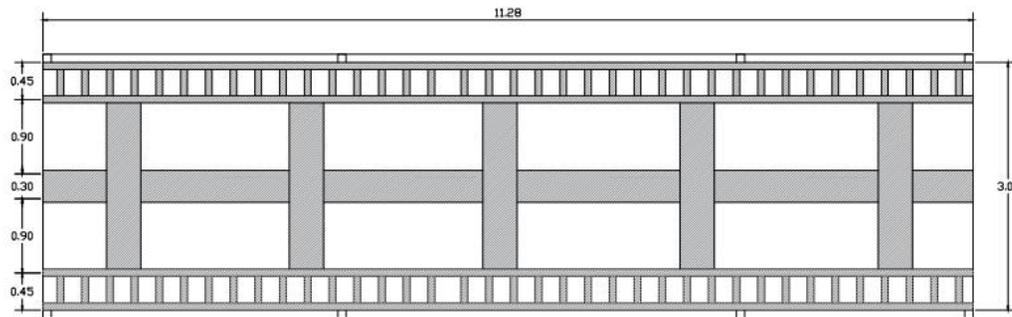


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de El Bochínche		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-041-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.741144 Lat: 9.856966		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CARIAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

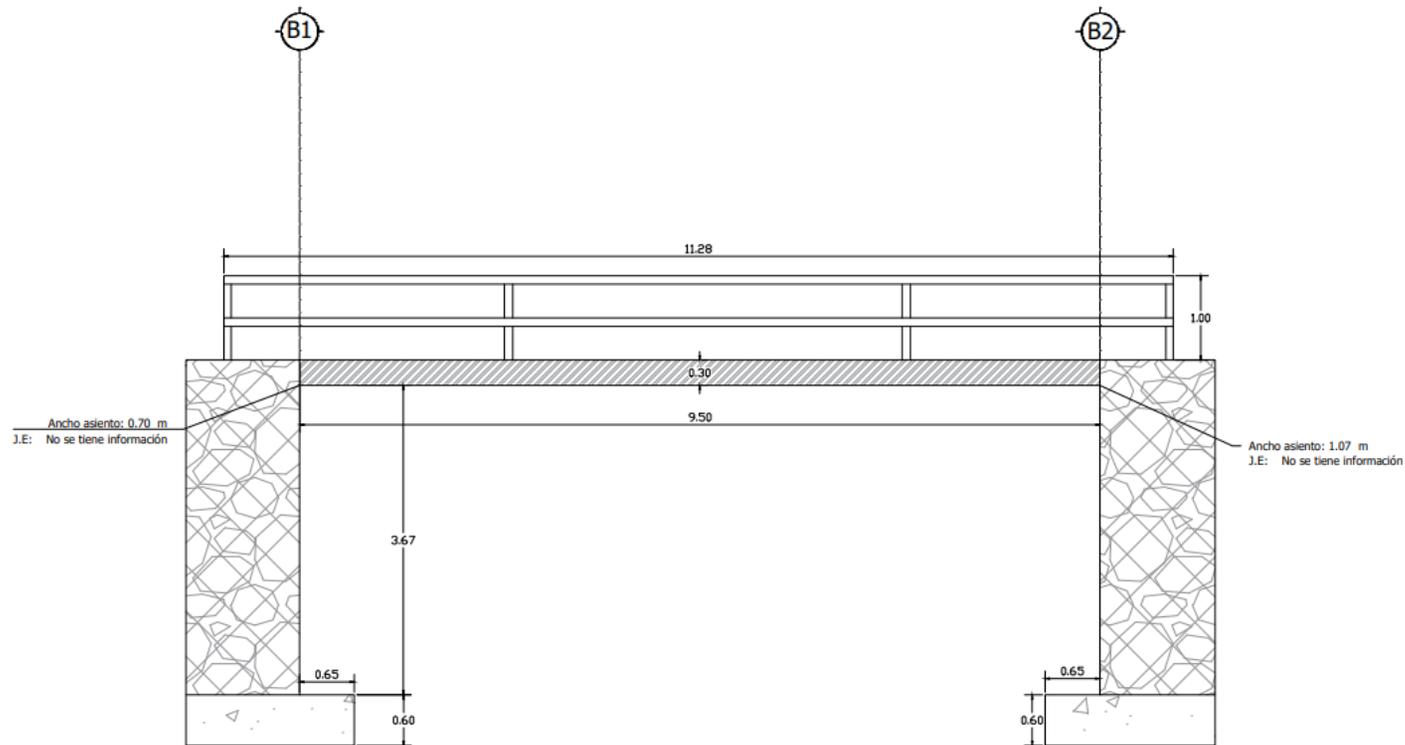


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de El Bochinche		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-041-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.741144 Lat: 9.856966		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES



Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de El Bochínche

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-041-01

COORDENADAS DE UBICACIÓN

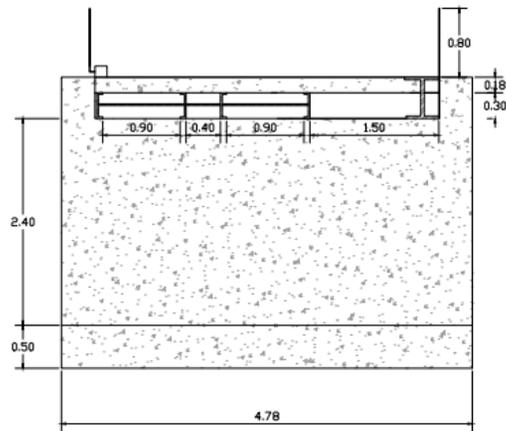
Long: -83.741144

Lat: 9.856966

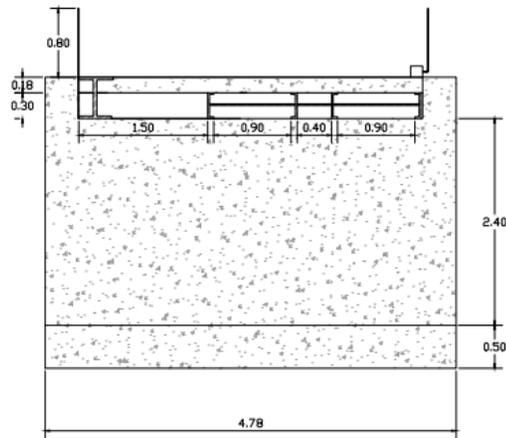
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

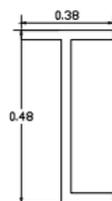
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	Jambez	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



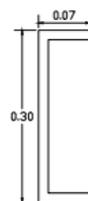
Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Detalle de Viga Principal
Escala: Sin escala
 Acotación: metros (m)



Detalle de Viga Principal
Escala: Sin escala
 Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de El Sifio

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-048-01

COORDENADAS DE UBICACIÓN

Long: -83.74480327
 Lat: 9.85394243

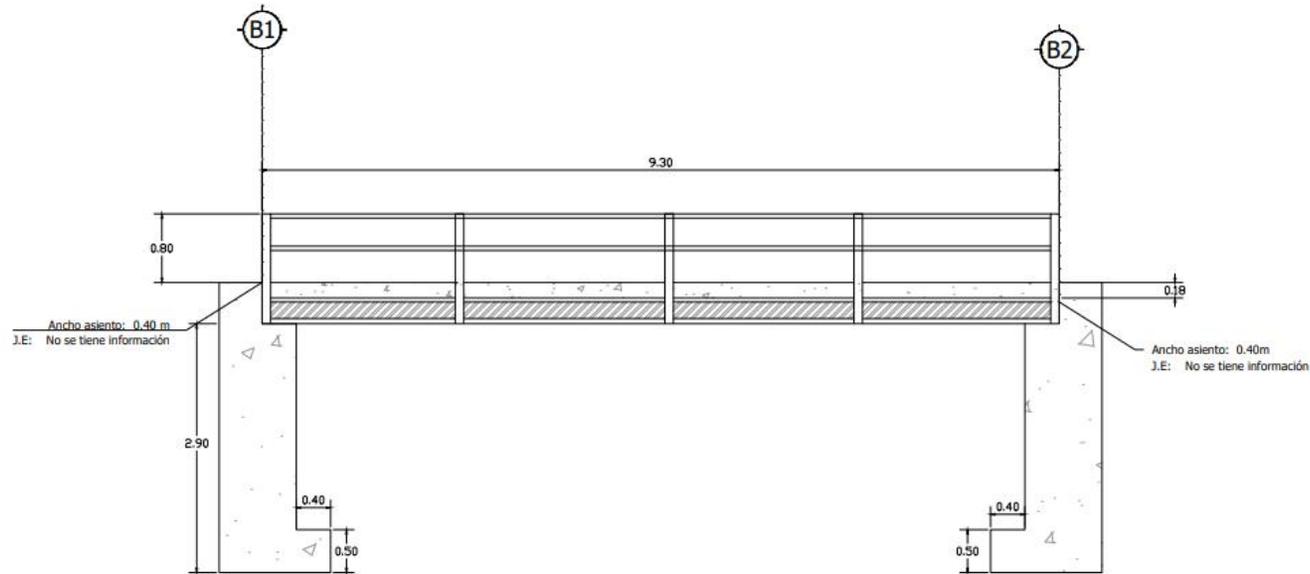
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

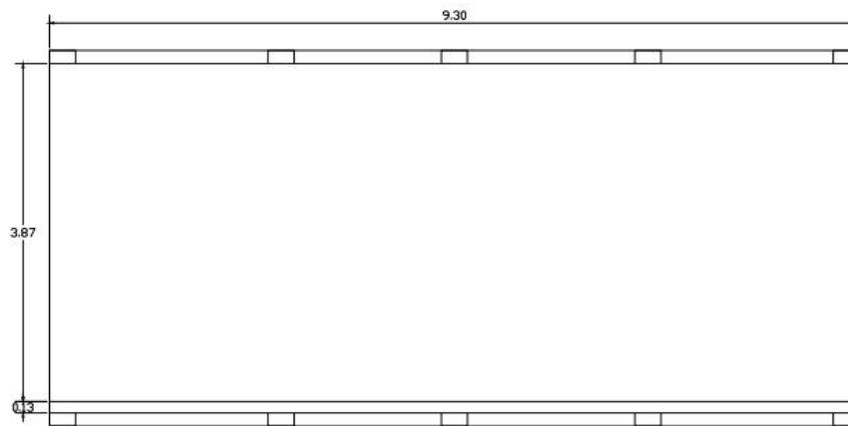


CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES



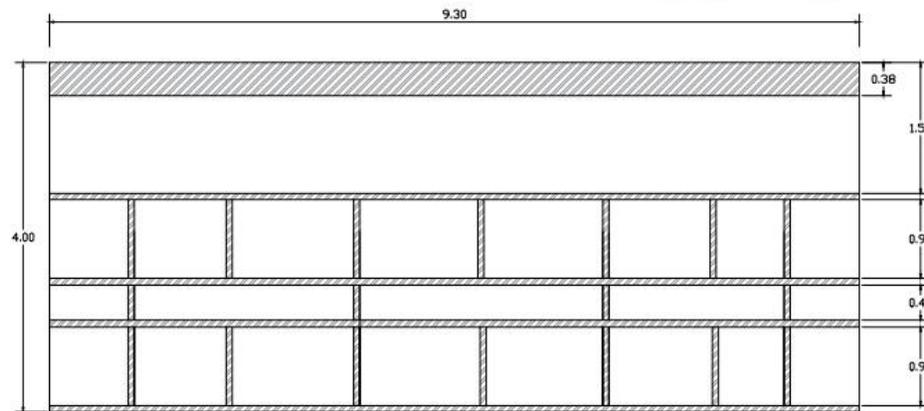
Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de El Sillio		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-048-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.74480327		
Lat: 9.85394243		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CABAJO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta

Escala 1:25
Acotación: metros (m)



Vista inferior

Escala 1:25
Acotación: metros (m)

J.E: No



CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de El Siño

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-048-01

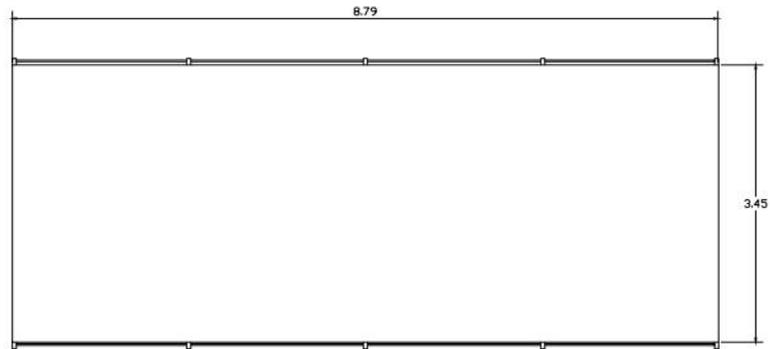
COORDENADAS DE UBICACIÓN

Long: -83.74480327
Lat: 9.85394243

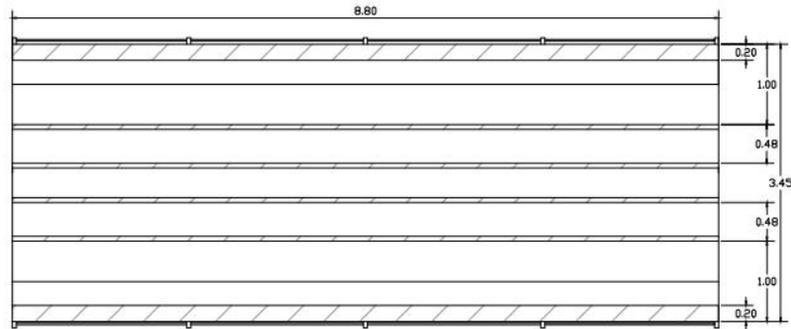
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CAGAGO	AMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

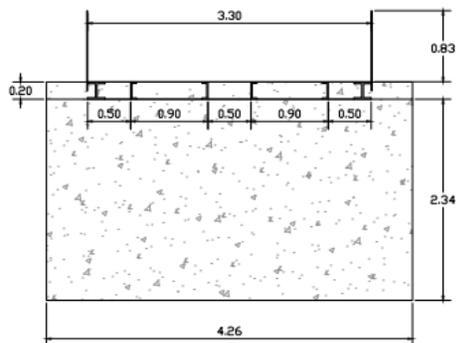


Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

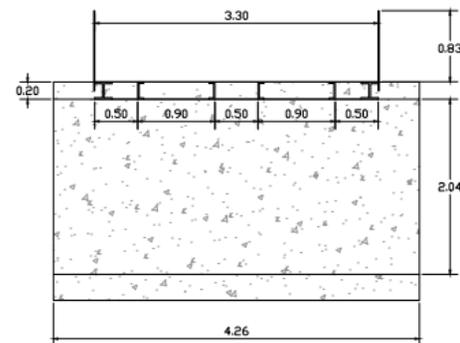


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

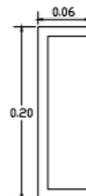
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente La Viga		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-072-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.721209 Lat: 9.83721209		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRIGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Detalle de Viga Principal
Escala: Sin escala
 Acotación: metros (m)

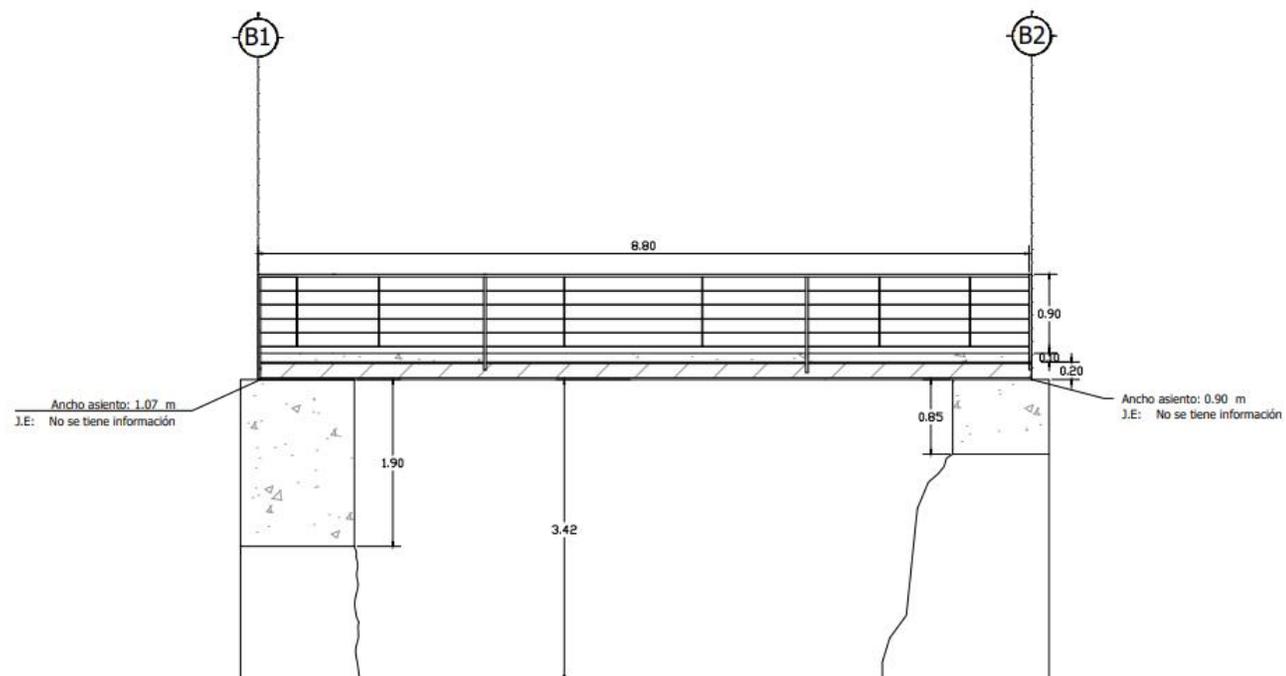


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente La Viga		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-072-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.721209 Lat: 9.83721209		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

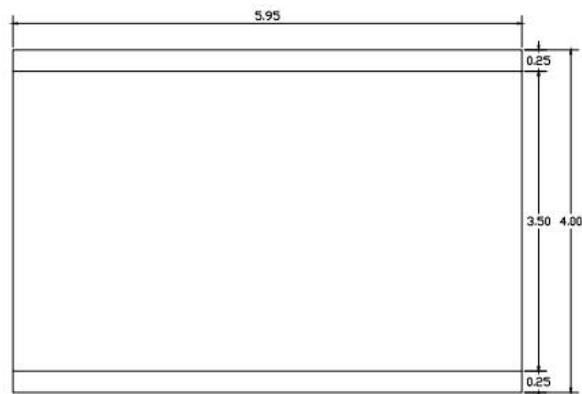


CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES



Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente La Viga		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-072-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.721209 Lat: 9.83721209		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre, 2020	03/03



Vista en planta

Escala 1:25
Acotación: metros (m)



Vista inferior

Escala 1:25
Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de puente
Las Malvinas

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-013-01

COORDENADAS DE UBICACIÓN

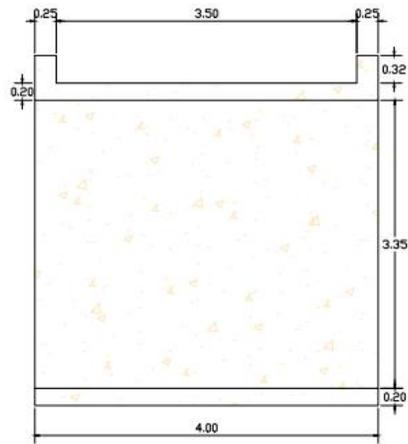
Long: -83.73629889

Lat: 9.83721209

INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

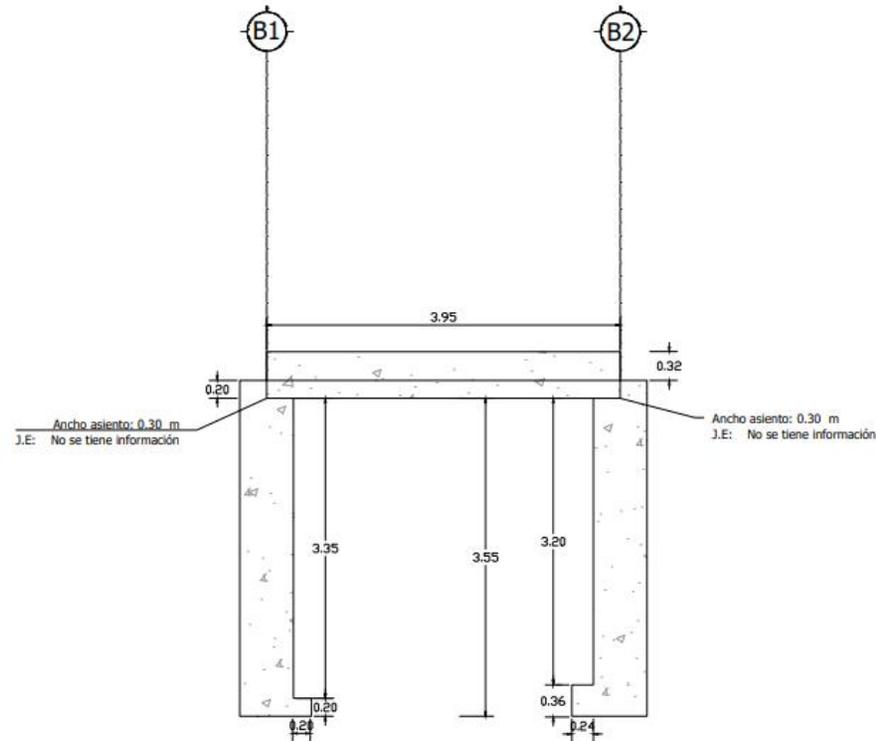


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Las Malvinas		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-013-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.73629889 Lat: 9.83721209		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CAGUAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

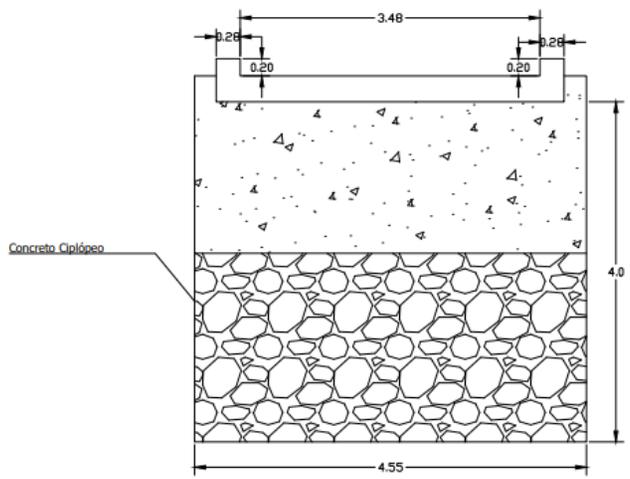


CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

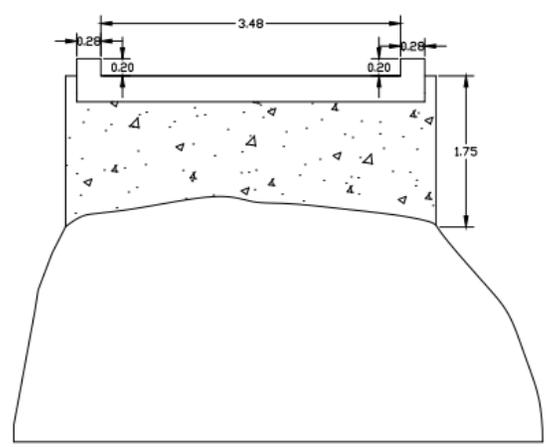


Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Las Malvinas		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-013-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.73629889 Lat: 9.83721209		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

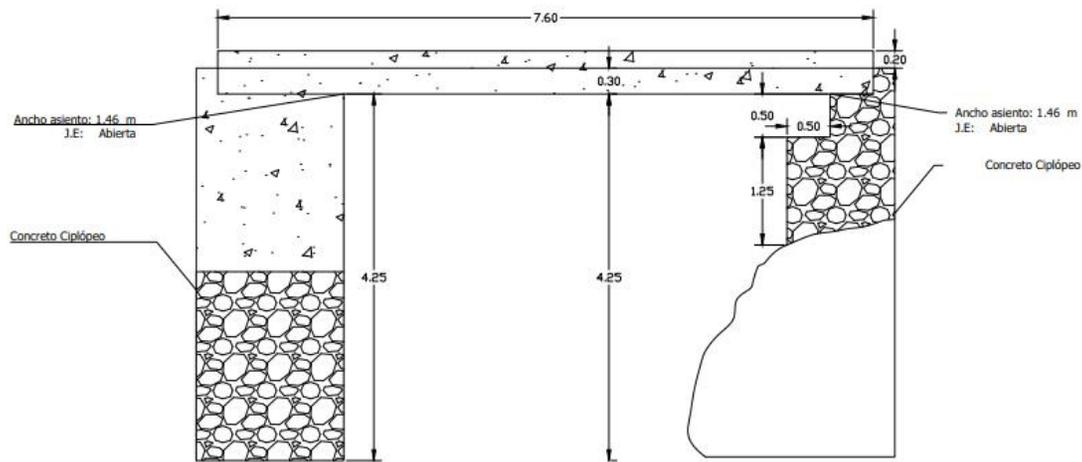


Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Malamoros		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-032-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

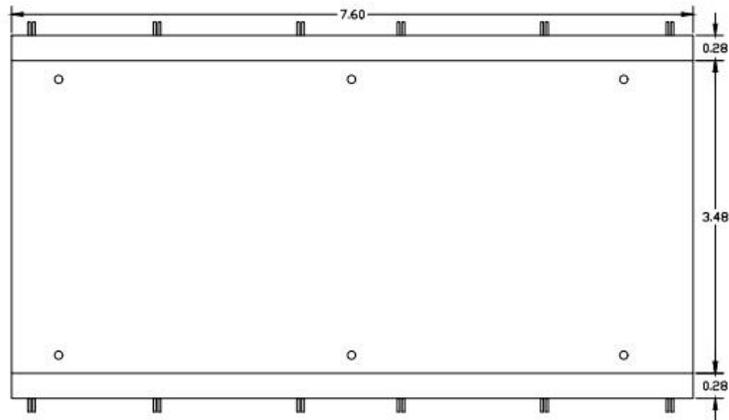


Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

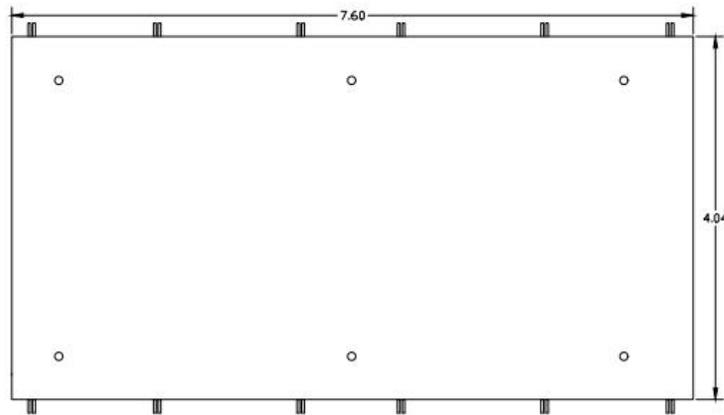


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Matamoros		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-032-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	02/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

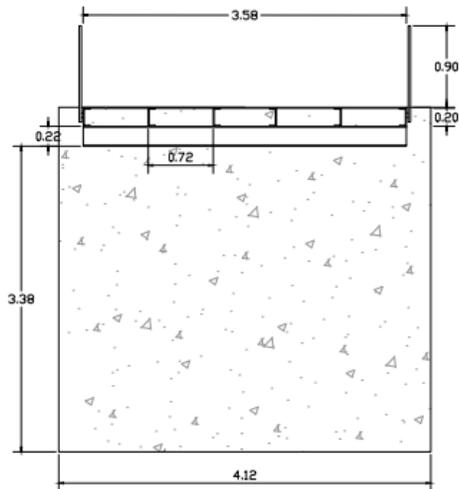


Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

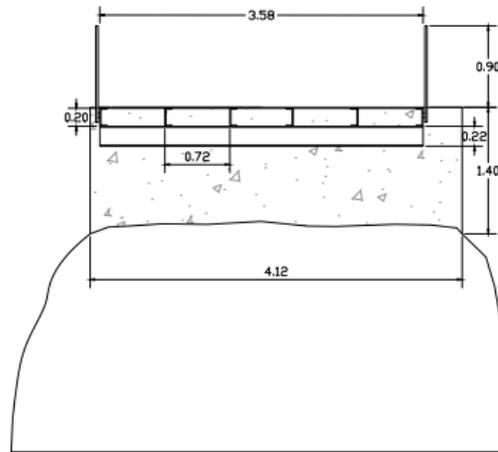


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

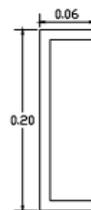
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Matamoros		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-032-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CAYAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	01/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

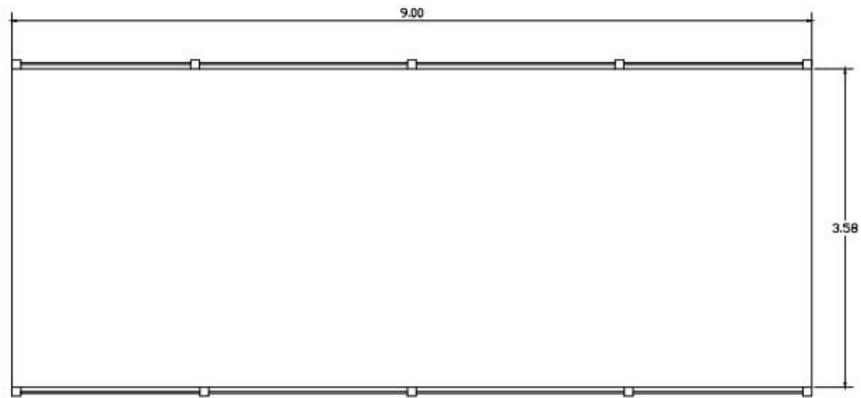


Detalle de Viga Principal
Escala: Sin escala
 Acotación: metros (m)

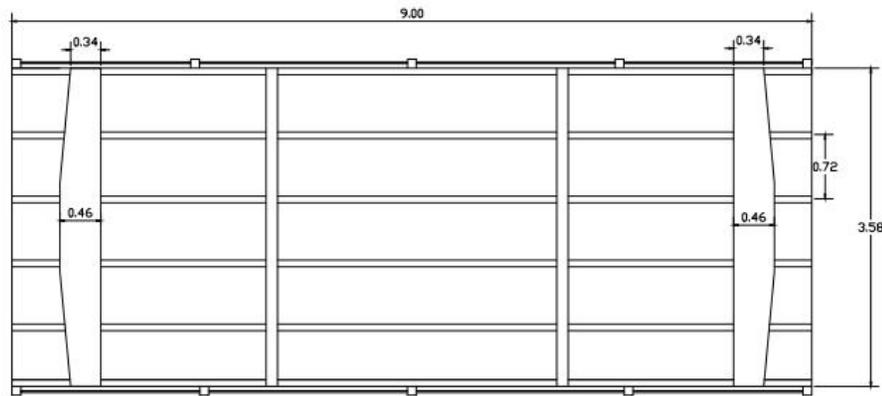


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Malamoras		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-032-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.71055953 Lat: 9.83500743		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de puente
 Matamoros

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-032-01

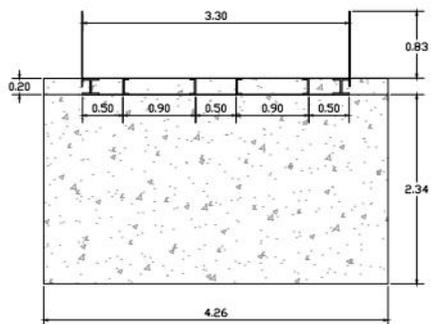
COORDENADAS DE UBICACIÓN

Long: -83.71055953
 Lat: 9.83500743

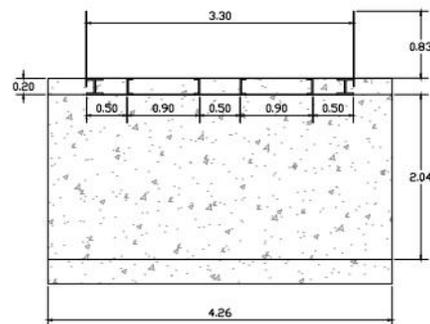
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

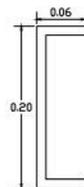
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JAMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

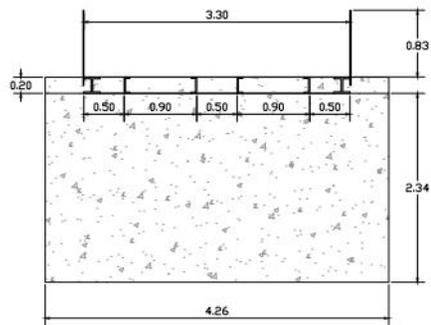


Detalle de Viga Principal
Escala: Sin escala
 Acotación: metros (m)

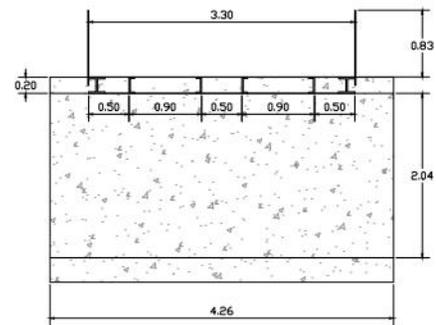


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

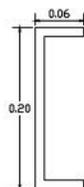
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente		
Quebrada Pisi		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-027-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.72274978		
Lat: 9.84613911		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CAYAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

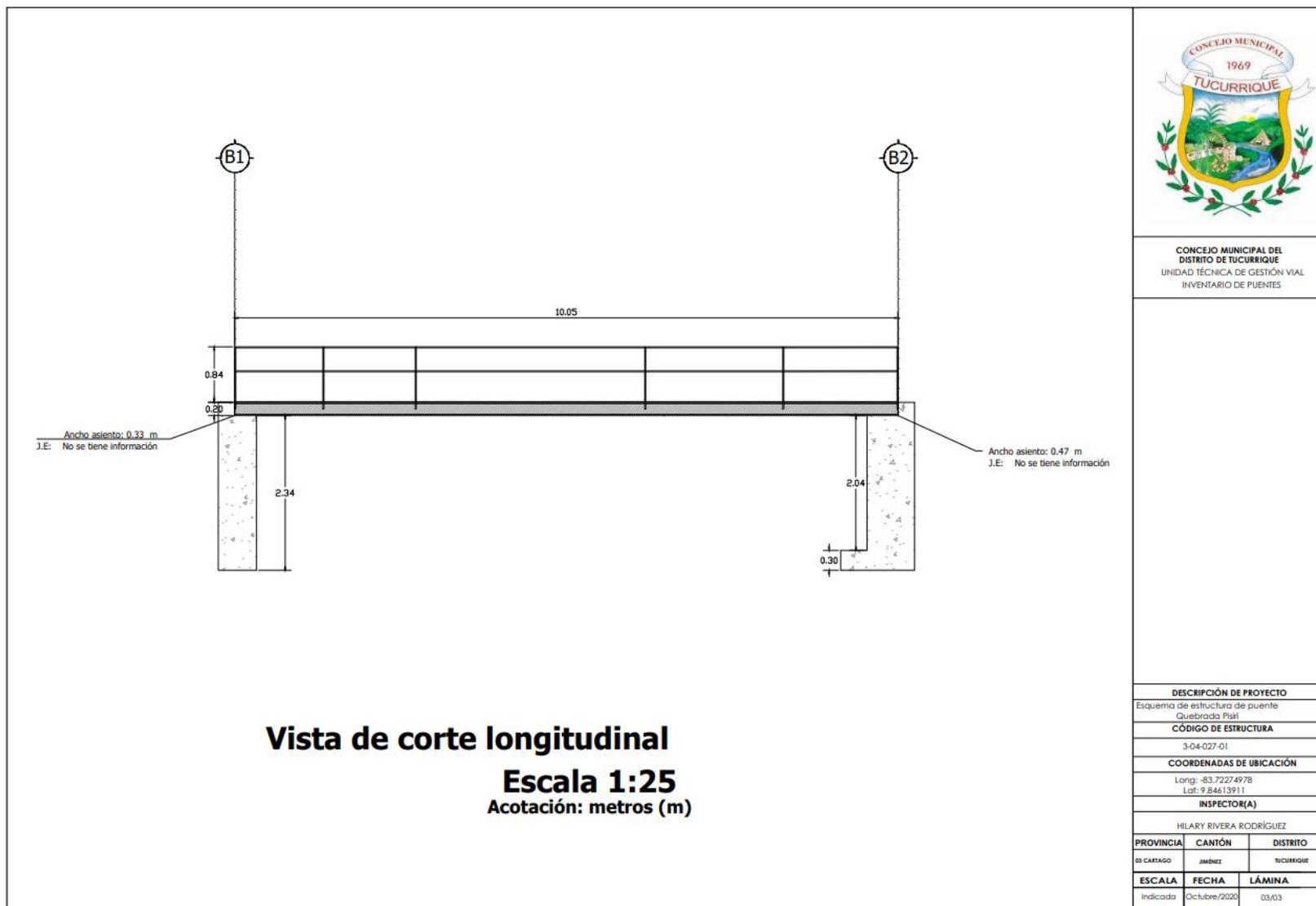


Detalle de Viga Principal
Escala: Sin escala
 Acotación: metros (m)



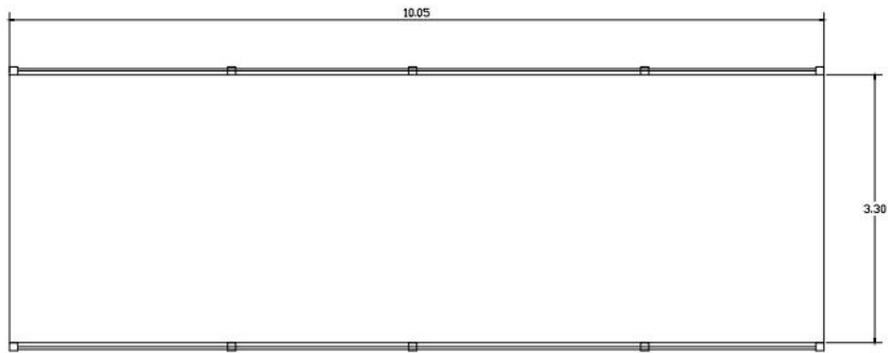
CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Quebrada Pisí		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-027-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.72274978 Lat: 9.84613911		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

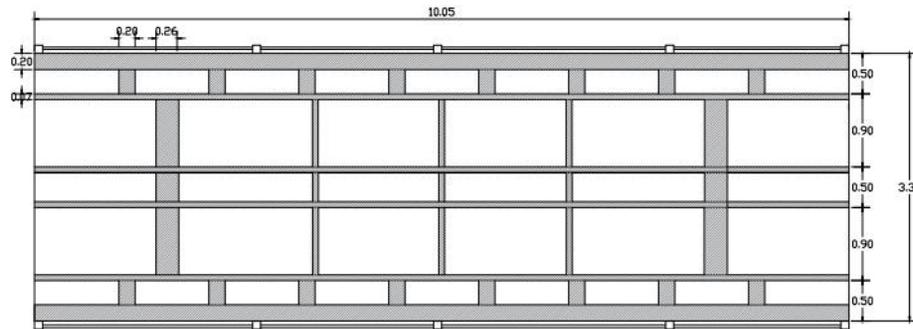


CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente		
Quebrada Pijari		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-027-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.72274978		
Lat: 9.84613911		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRIGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JAMINEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de puente
 Quebrada Pisi

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-027-01

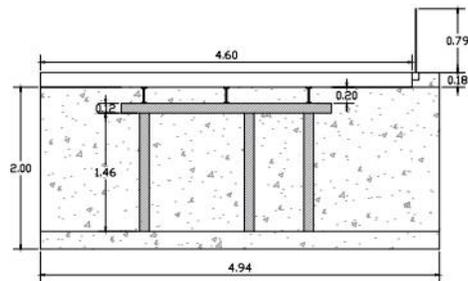
COORDENADAS DE UBICACIÓN

Long: -83.72274978
 Lat: 9.84613911

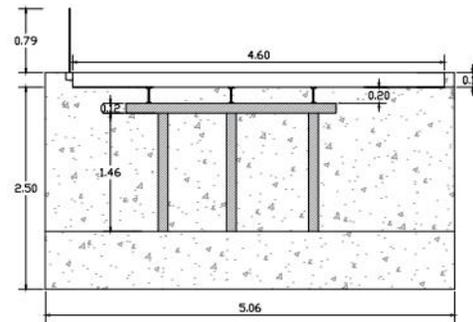
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARBAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de puente Ramírez

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-063-01

COORDENADAS DE UBICACIÓN

Long: -83.71055953

Lat: 9.83500743

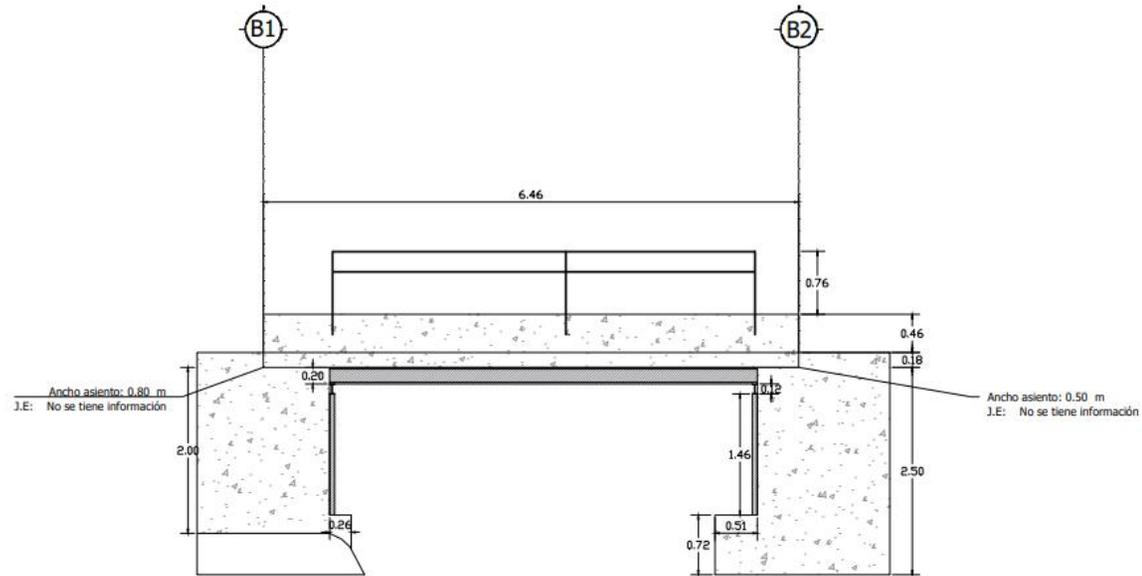
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRIGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CAGAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

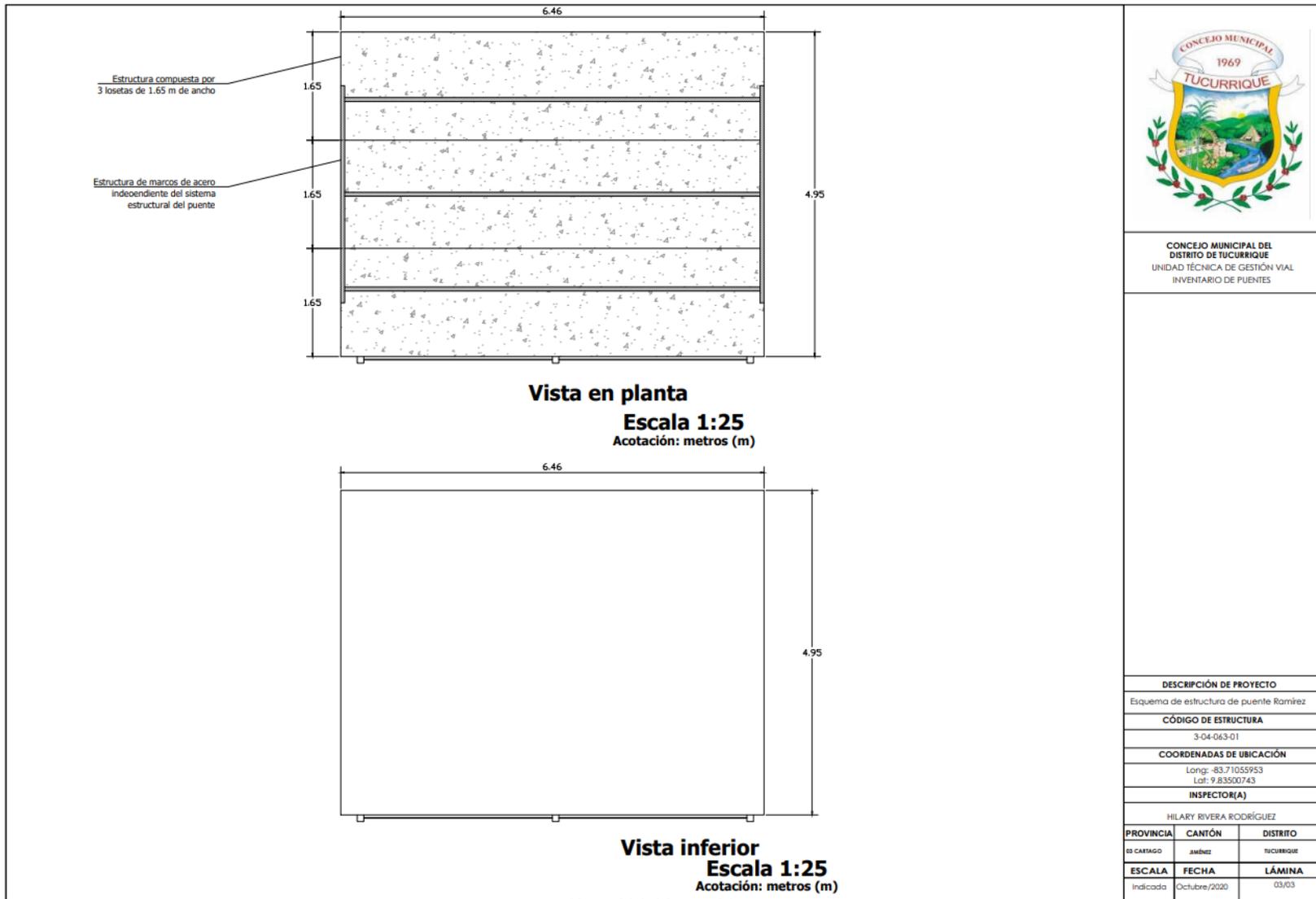


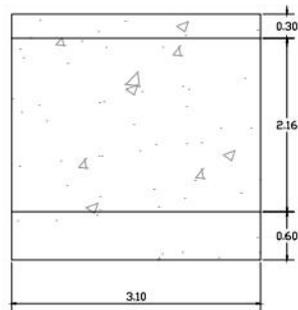
CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES



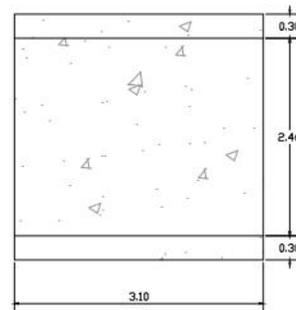
Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente Ramírez		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-063-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.71055953 Lat: 9.83500743		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El Cajas	Jiménez	Tucurrique
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2022	03/03





Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

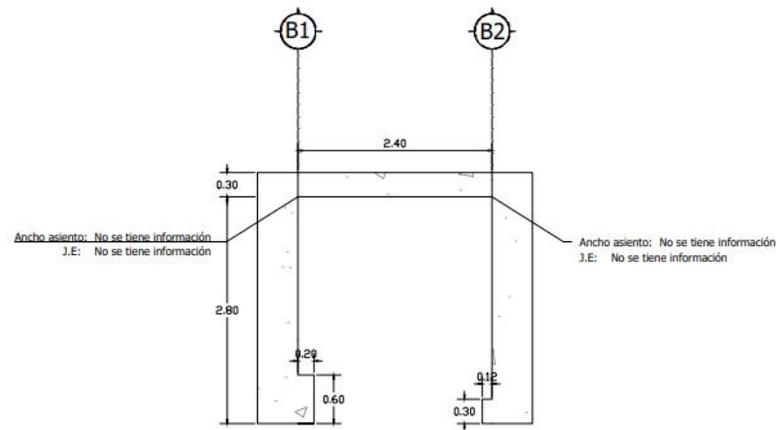


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente San Joaquín - Ampliación		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-039-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.7042054 Lat: 9.83096748		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JANÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

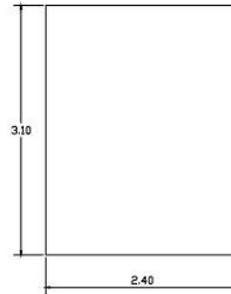


CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

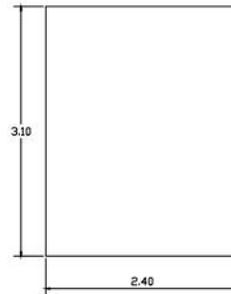


Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente San Joaquín - Ampliación		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-039-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.7062054 Lat: 9.83094748		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

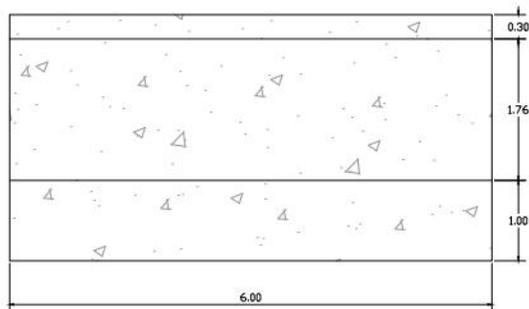


Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

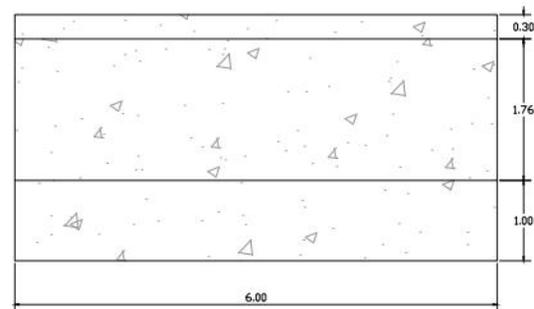


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente San Joaquín - Ampliación		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-039-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.7062054 Lat: 9.83076748		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CAGAGO	Jambuz	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



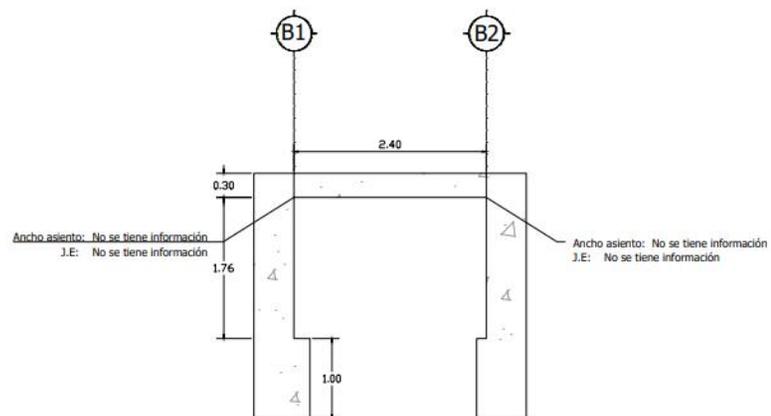
CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE RÍOPIRE

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente San Joaquín		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-039-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.7042054 Lat: 9.83096748		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARRAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

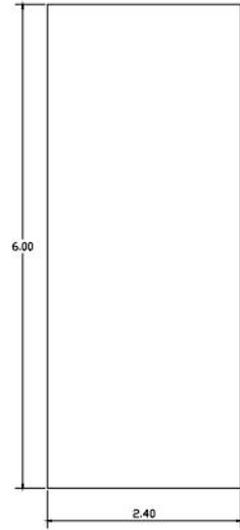


CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

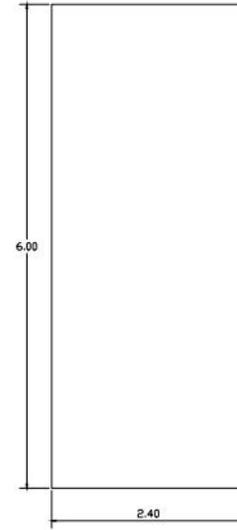


Vista de corte longitudinal
Escala 1:25
Acotación: metros (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente San Joaquín		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-039-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.7062054 Lat: 9.83096748		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRIGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

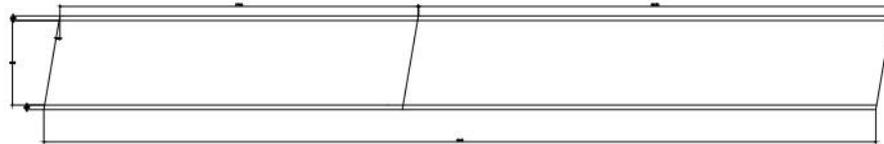


Vista inferior
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

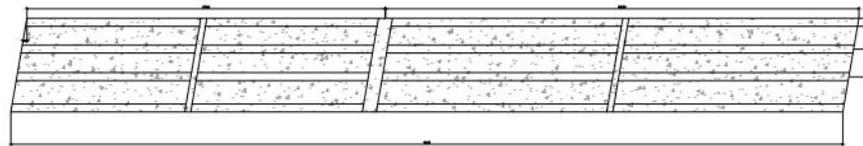


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de puente San Joaquín		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-039-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.7042054 Lat: 9.83096748		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
ES CARTAGO	JAMBAZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en planta
Escala 1:50
Anchuras: metros (m)



Vista inferior
Escala 1:50
Anchuras: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO
Esquema de estructura de El Congo

CÓDIGO DE ESTRUCTURA
3-04-041-01

COORDENADAS DE UBICACIÓN
Long: -83.75439814
Lat: 9.86816244

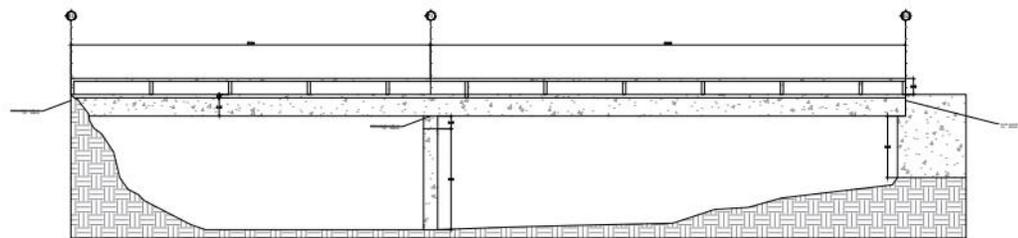
INSPECTOR(A)
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
BO. CANTAGO	JAMBIZ	TUCURRIQUE

ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/04



CONCEJO MUNICIPAL DEL
DISTRITO DE TUCURRIQUE
UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
INVENTARIO DE PUENTES



Vista de corte longitudinal
Escala 1:50
Análisis estructural (m)

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Esquema de estructura de B Congo

CÓDIGO DE ESTRUCTURA

3-04-041-01

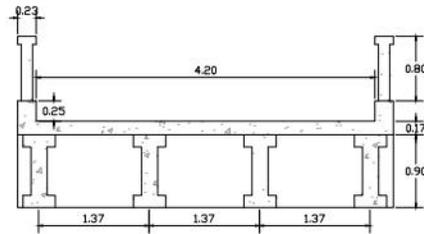
COORDENADAS DE UBICACIÓN

Long: -83.75439814
Lat: 9.86816244

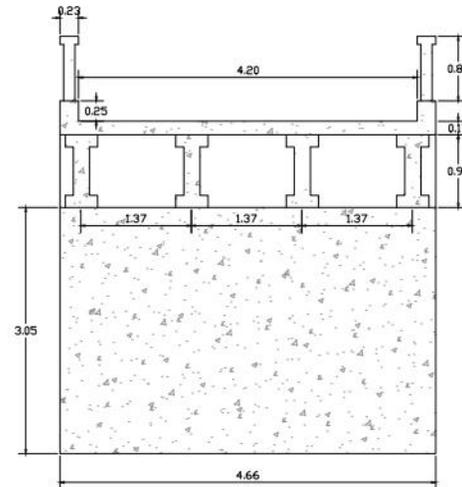
INSPECTOR(A)

HILARY RIVERA RODRIGUEZ

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
03 CARTAGO	JAMBEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista en Corte Bastión 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

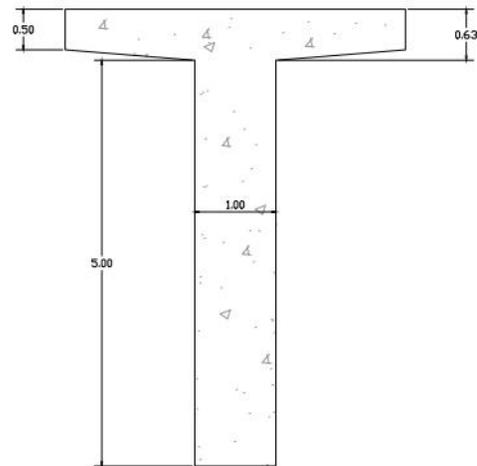


Vista en Corte Bastión 2
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)

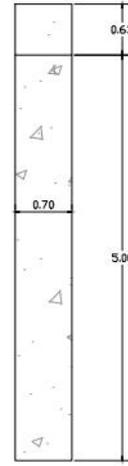


CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de B Congo		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-041-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.75439814 Lat: 9.86816244		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRÍGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CAGAGO	Jambaz	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03



Vista Frontal Pila 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



Vista Lateral Pila 1
Escala 1:25
 Acotación: metros (m)



CONCEJO MUNICIPAL DEL
 DISTRITO DE TUCURRIQUE
 UNIDAD TÉCNICA DE GESTIÓN VIAL
 INVENTARIO DE PUENTES

DESCRIPCIÓN DE PROYECTO		
Esquema de estructura de El Congo		
CÓDIGO DE ESTRUCTURA		
3-04-041-01		
COORDENADAS DE UBICACIÓN		
Long: -83.75439814 Lat: 9.86816244		
INSPECTOR(A)		
HILARY RIVERA RODRIGUEZ		
PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
El CAGUANO	JIMÉNEZ	TUCURRIQUE
ESCALA	FECHA	LÁMINA
Indicada	Octubre/2020	03/03

Anexos

Se muestran dos anexos correspondientes a un resumen de la evaluación de grado de daño de cada estructura inspeccionada.

Anexo 1

Puente Matamoros

a) Características generales

Este puente es un puente tipo viga losa simplemente apoyada, forma parte del camino cantonal código 3-04-032, el mismo comunica el sector del Bajo de Tukurrique con la comunidad de Sabanilla de Tukurrique, cuenta con un TPD de 20 y un IVTS 33.



Figura 48. Ubicación de Puente Matamoros. Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 49. Vista lateral Puente Matamoros.

b) Daños encontrados

1. Losa

CUADRO N° 16. Grado de daño losa de concreto	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	2
Agujeros	1

Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.



Figura 50. Presencia de humedad en losa

Se observaron manchas blancas en la superficie de concreto.



Figura 52. Eflorescencia en Bastión 1.

2. Cuerpo principal de bastión

CUADRO N° 17. Grado de daño cuerpo principal de bastión	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	2
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	5

Se observa socavación que se extiende a la fundación.



Figura 51. Socavación en Bastión 1.

3. Baranda de concreto

CUADRO N° 18. BARANDA DE CONCRETO	
Ítem	Calificación
Agrietamiento	No aplica
Acero de refuerzo expuesto	No aplica
Faltante	5

No existen barandas en la estructura del puente, por esta razón los ítems de agrietamiento y acero de refuerzo externo no se calificaron.

4. Juntas de expansión

CUADRO N°19. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	4
Faltante o deformación	3
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

Se observan filtraciones de agua en más del 50% del muro y la viga cabezal.



Figura 53. Filtraciones en juntas de expansión.

Algunas partes de las juntas se encuentran deformadas.



Figura 54. Deformación de juntas de expansión.

5. Viga cabezal y aletones de bastión

CUADRO N° 20. VIGA CABEZAL Y ALETONES DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	2
Protección del talud	1

Se observan pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.



Figura 55. Eflorescencia en viga cabezal.

c) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo, sino que la losa se encuentra apoyada directamente sobre la pared cabezal de los bastiones. Además, el uso de concreto ciclópeo en los bastiones supone un riesgo para la subestructura, ya que este tipo de concreto, al no tener acero de refuerzo, no se considera para su uso estructural.

CUADRO N° 21. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°22. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	4,30 m
Ancho del cauce aguas abajo	4,50 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0,41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Si

e) Información de seguridad vial

La estructura inspeccionada no cuenta con elementos de seguridad vial.

CUADRO N°23. SEGURIDAD VIAL		
ITEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

Sobre la ruta se encuentran únicamente proyectos agrícolas.

CUADRO N° 24. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	33
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente Patas negras

a) Características generales

Este es un puente tipo viga con perfil C de acero, simplemente apoyada, forma parte del camino cantonal código 3-04-063, este camino intercomunica el poblado de Las vueltas de Tucurrique con la ruta nacional N°225, cuenta con un TPD de 183 y un IVTS de 58.

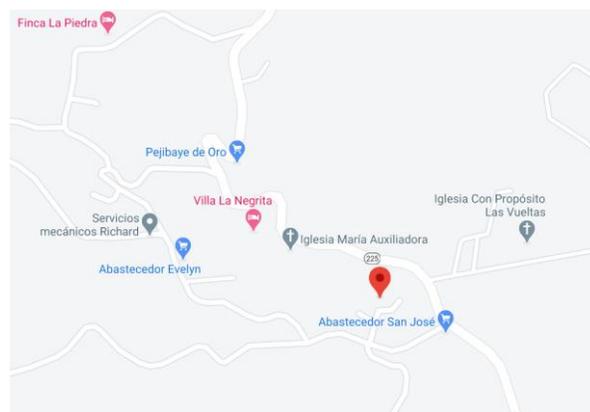


Figura X. Ubicación de Puente Patas Negras. Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 56. Vista lateral Puente Patas negras.

b) Daños encontrados

1. Viga diafragma de acero

CUADRO N° 25. VIGA DIAFRAGMA DE ACERO

Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	5
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Más del 50% de los elementos de la viga diafragma se encuentran cubiertos de oxidación y algunas partes de los elementos se han perdido por la corrosión.



Figura 57. Oxidación y corrosión en viga diafragma.

2. Viga principal de acero

CUADRO N° 26. VIGA PRINCIPAL DE ACERO

Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	5
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Más del 50% de los elementos de la viga principal se encuentran cubiertos de oxidación y algunas partes de los elementos se han perdido por la corrosión.



Figura 58. Oxidación y corrosión en viga principal.



Figura 59. Oxidación y corrosión en viga principal.

3. Losa

Superficie de ruedo es una plataforma de acero la cual se encuentra con inicios de oxidación. Además, tiene varias reparaciones o parches superpuestos a la losa que se encuentran en mal estado.



Figura 60. Superficie de ruedo de puente.

4. Cuerpo principal de bastión

CUADRO N° 27. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	4
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	5

Se observaron muchos nidos de piedra en muchos sitios.



Figura 61. Nidos de Piedra en Bastión 2.

Se observa socavación que se extiende a la fundación.



Figura 62. Socavación en Bastión 1.

5. Baranda de acero

CUADRO N° 28. BARANDA DE ACERO	
Ítem	Calificación
Deformación	2
Oxidación	1
Corrosión	1
Faltante	1

Se observan deformaciones menores a 5 cm en las barandas.



Figura 63. Deformación de baranda.

6. Juntas de expansión

CUADRO N° 29. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	5
Faltante o deformación	1
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

Se observan filtraciones de agua que cubren toda la pared del bastión 1.



Figura 64. Filtración de humedad en bastión 1.

La junta se encuentra obstruida por material de lastre y asfalto.



Figura 65. Juntas obstruidas.

c) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo, sino que la losa se encuentra apoyada directamente sobre la pared cabecal de los bastiones.

CUADRO N° 30. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



Figura 66. Inexistencia de elementos de apoyo.

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N° 31. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	3.50 m
Ancho del cauce aguas abajo	4.50 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (Ca) del CSCR-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Si

Este puente es de tipo viga losa simplemente apoyada, forma parte del camino cantonal código 3-04-0.13 el mismo comunica el sector de Las Malvinas de Tukurrique con la comunidad de Las vueltas de Tukurrique, cuenta con un TPD de 33 y un IVTS 39.

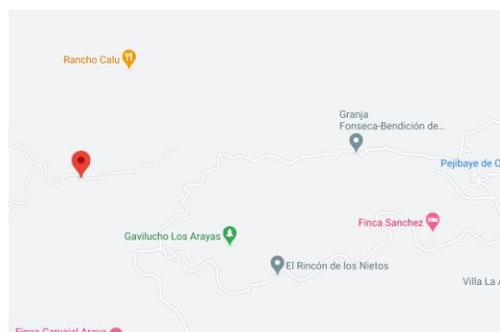


Figura 67. Ubicación de Puente Las Malvinas. Fuente (Google Maps, 2021)

e) Información de seguridad vial

CUADRO N° 24. SEGURIDAD VIAL		
ÍTEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Figura 68. Vista lateral Puente Las Malvinas. Fuente (Google Maps, 2021)

f) Información socioeconómica

Esta ruta cantonal conecta con la Ruta Nacional N° 225. Además, sobre la misma se ubican varios proyectos agrícolas y otros proyectos de infraestructura, entre ellos dos puentes adicionales.

CUADRO N° 25. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	58
Clasificación de la ruta	Categoría A

Puente Las Malvinas

a) Características generales

b) Daños encontrados

1. Losa

CUADRO N° 26. LOSA	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	2
Eflorescencia	2
Agujeros	1

Se observaron nidos de piedra en algunos sitios.



Figura 69. Nidos de piedra en losa.

Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto.



Figura 70. Eflorescencia en losa.

2. Cuerpo principal de bastión

CUADRO N° 27. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	2
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	4
Eflorescencia	2
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	1

Se observan principios de descascaramiento y desgaste en parte inferior de bastiones.



Figura 71. Desgaste en bastiones.

Se observaron gran cantidad de nidos de piedra en ambos bastiones.



Figura 72. Nidos de piedra y descascaramiento en bastiones.

Se observó presencia de humedad debido a filtraciones en las juntas de expansión, provocando la aparición de pequeñas manchas blancas de eflorescencia sobre el concreto.



Figura 73. Filtración de humedad y marcas de eflorescencia.

3. Baranda

La estructura no cuenta con barandas, por esta razón los ítems correspondientes a ese elemento no se pueden calificar.

CUADRO N° 28. BARANDA DE CONCRETO	
Ítem	Calificación
Agrietamiento	No aplica
Acero de refuerzo expuesto	No aplica
Faltante	5

4. Juntas de expansión

CUADRO N° 29. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	4
Faltante o deformación	2
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

Se observan filtraciones de agua en toda la pared del bastión. Además, se observan pequeñas deformaciones en la viga cabezal y juntas obstruidas con material de lastre.



Figura 74. Deformación y obstrucción de juntas.

c) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo, sino que la losa se encuentra apoyada directamente sobre la pared cabezal de los bastiones.

CUADRO N° 30. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N° 31. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	2.95 m
Ancho del cauce aguas abajo	3.50 m
Angulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	no
¿Existe riesgo de inundación?	no
Zona sísmica	III
Suelo predominante	s3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	si

e) Información de seguridad vial

La estructura no cuenta con elementos de seguridad vial.

CUADRO N° 32. SEGURIDAD VIAL		
ITEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

Esta Ruta comunica la ruta cantonal N° C 3-04-054 con la zona de las Malvinas de Tukurrique, sobre la misma se ubican varios proyectos agrícolas y proyectos turísticos.

CUADRO N°33. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	39
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente Ramírez

a) Características generales

Este puente es un puente tipo viga losa simplemente apoyada, forma parte del camino cantonal código 3-04-063 el mismo comunica el sector de las Malvinas de Tukurrique con la comunidad de Las Vueltas de Tukurrique, la ruta cuenta con un TPD de 33 y un IVTS 39.

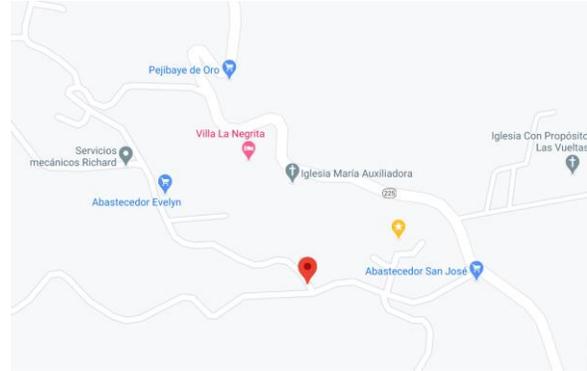


Figura 75. Ubicación de puente Ramírez. Fuente (Google Maps, 2021)



Figura X. Vista lateral puente Ramírez

b) Principales daños encontrados

1. Losa

CUADRO N° 34. LOSA	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	5
Grietas en dos direcciones	5
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Agujeros	1

Se observaron grietas en una y dos direcciones con espesores mayores a 0.2 mm en intervalos menores a 0.5 m.



Figura 76. Grietas en dos direcciones.

2. Cuerpo principal del bastión

CUADRO N°35. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	2
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	4
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	5

La fuerza del cauce ha provocado desgaste en la superficie de concreto del bastión, se observan principios de descascaramiento.

Además, la fuerza del cauce provocó la socavación del bastión 2, extendiéndose a la fundación.



Figura 77. Descascaramiento y socavación.

Se observaron nidos de piedra en numerosos sitios de ambos bastiones.



Figura 78. Nidos de piedra.

3. Baranda de acero

CUADRO N°36. BARANDA DE ACERO	
Ítem	Calificación
Deformación	1
Oxidación	1
Corrosión	1
Faltante	5

La estructura cuenta únicamente con una baranda en el extremo izquierdo. La misma tiene una altura de 0.79 m.



Figura 79. Baranda de puente Ramírez

4. Viga cabezal y aletones de bastión

5.

CUADRO N°37. VIGA CABEZAL Y ALETONES DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Protección del talud	3

El talud del relleno de aproximación colapsó ligeramente.



Figura 80. Colapso de relleno de aproximación.



Figura 81. Colapso de relleno de aproximación.

6. Juntas de expansión

CUADRO N°38. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	1
Faltante o deformación	1
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	5
Acero de refuerzo expuesto	1

Las juntas de expansión se encuentran totalmente obstruidas producto de la sobrecapa de asfalto.



Figura 82. Sobrecapa de asfalto.



Figura 83. Obstrucción de juntas.

7. Marco de acero con función no estructural en puente

La estructura cuenta con un refuerzo compuesto por vigas y marcos de acero, sin embargo, estos elementos no se contemplan como parte del sistema estructural del puente debido a que el apoyo de los marcos de acero no se encuentra en buen estado. Cabe destacar que varios de sus puntos de apoyo se encuentran por encima del nivel de suelo.

Aunque los marcos no forman parte del sistema estructural del puente, ni se han incluido en la lista de daños, se destaca que todos estos elementos que lo conforman presentan oxidación y corrosión, la corrosión ha generado pérdida de espesor en la mayoría de elementos.



Figura 84. Corrosión de elementos.



Figura 85. Oxidación y corrosión de elementos.



Figura 86. Puntos de apoyo por sobre el nivel de suelo.

CUADRO N°39. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°40. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	2.50 m
Ancho del cauce aguas abajo	2.50 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

c) Identificación de alertas

e) Información de seguridad vial

El puente cuenta con un puente peatonal en uno de sus extremos, el mismo es independiente del sistema estructural del puente Ramírez.

CUADRO N°41. SEGURIDAD VIAL		
ITEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

Esta ruta comunica la comunidad de Las Vueltas de Tucurrique con la ruta nacional N° 225. Además, sobre la misma se ubican varios proyectos agrícolas y otros proyectos de infraestructura, entre ellos dos puentes adicionales.

INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	58
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente Quebrada Pisiri

a) Características generales

Este puente es un puente hecho a partir de chasis de camión que se encuentra simplemente apoyado sobre los bastiones, forma parte del camino cantonal código 3-04-027 el mismo comunica la comunidad de Tucurrique con la comunidad de Las Vueltas, la ruta cuenta con un TPD de 18 y un IVTS 36.



Figura 87. Ubicación de puente Quebrada Pisiri. Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 88. Vista lateral puente Quebrada Pisiri.

b) Principales daños encontrados

1. Viga diafragma de acero

CUADRO N°42. VIGA DIAFRAGMA DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	2
Corrosión	2
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Se observan principios de oxidación y corrosión en los diafragmas de las estructura.



Figura 89. Inicios de corrosión.

2. Viga principal de acero

CUADRO N°43. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	2
Corrosión	2
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Se observan inicios de oxidación y corrosión en las vigas principales de la estructura.



Figura 90. Inicios de corrosión.

3. Losa

El puente cuenta con una superficie de ruedo compuesta por una plataforma de acero. La misma presenta inicios de oxidación y corrosión.



Figura 91. Superficie de ruedo.

4. Cuerpo principal de bastión

CUADRO N°44. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	3



Figura 92. Socavación de protección de talud.

5. Baranda de acero

CUADRO N°45. BARANDA DE ACERO	
Ítem	Calificación
Deformación	3
Oxidación	1
Corrosión	1
Faltante	1



Figura 93. Deformación en baranda de acero.

6. Viga cabezal y aletones de bastión

CUADRO N°46. VIGA CABEZAL Y ALETONES DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Protección del talud	3

El talud del relleno de aproximación colapsó ligeramente.



Figura 94. Colapso de relleno de aproximación.

7. Juntas de expansión

CUADRO N°47. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	4
Faltante o deformación	1
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

Las juntas se encuentran obstruidas por material de lastre y barro. Además, se observó filtración de agua a través de las juntas.



Figura 95. Filtración de humedad a través de juntas de expansión.

8. Pintura

CUADRO N°48. PINTURA	
Ítem	Calificación
Decoloración	3
Ampollas	4
Descascaramiento	1

Se observa decoloración en un grado en los elementos de acero. Además, se observa el crecimiento de ampollas en algunas partes de la estructura.



Figura 96. Decoloración y ampollas en pintura.

c) Identificación de alertas

CUADRO N°49. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°50. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	1.50 m
Ancho del cauce aguas abajo	0.90 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

e) Información de seguridad vial

La estructura cuenta únicamente con barandas las cuales se encuentran en estado regular.

CUADRO N° 50. SEGURIDAD VIAL		
ÍTEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

La ruta no conecta con ninguna ruta Nacional, sobre la misma se encuentran varios proyectos agrícolas.

CUADRO N° 51. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	58
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente El Sitio

a) Características generales

Esta es una estructura simplemente apoyada, su configuración es de un chasis de camión y una ampliación de 1 m compuesta por una losa de concreto y una viga de acero de perfil I. Este puente comunica la comunidad de El Sitio con la Ruta Nacional N°225. La misma posee un TPD de 48 y un IVTS de 58.



Figura 97. Ubicación de puente El Sitio.
Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 98. Vista lateral puente El Sitio.

b) Principales daños encontrados

1. Viga diafragma de acero

CUADRO N°52. VIGA DIAFRAGMA DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	4
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Algunas partes de los elementos están reducidas por la corrosión, y más del 50% de los elementos está cubierto con oxidación.



Figura 99. Oxidación y corrosión en Viga Diafragma.

2. Viga principal de acero

CUADRO N°53. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	4
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Algunas partes de los elementos están reducidas por la corrosión, y más del 50% de los elementos está cubierto con oxidación.



Figura 100. Oxidación y corrosión en vigas principales.

3. Cuerpo principal del bastión

CUADRO N°54. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	2
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	2
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	5

Se observan algunas manchas blancas en la superficie de concreto, además se observa descascaramiento en algunas zonas provocadas por la erosión. Hay socavación que se extiende al nivel de fundaciones.



Figura 101. Socavación de bastión e inicios de descascaramiento.

4. Juntas de expansión

CUADRO N°55. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	4
Faltante o deformación	1
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

No es posible determinar la existencia de juntas de expansión, pues se encuentran obstruidas con

material de lastre. Se observan filtraciones a través de las juntas de expansión.



Figura 102. Filtración de agua a través de juntas de expansión.

5. Pintura

CUADRO N°56. PINTURA	
Ítem	Calificación
Decoloración	4
Ampollas	5
Descascaramiento	5

Más del 80% de los elementos de acero presentan decoloración (no se observa color original), se observan algunas zonas con ampollas y descascaramiento.



Figura 103. Daños en la pintura

c) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo.

CUADRO N°57. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°58. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	1.20 m
Ancho del cauce aguas abajo	1.20 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

e) Información de seguridad vial

La estructura cuenta únicamente con barandas las cuales se encuentran en buen estado.

CUADRO N°59. SEGURIDAD VIAL		
ÍTEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

La ruta conecta con la carretera nacional N° 225, sobre la misma se ubican proyectos agrícolas y turísticos.

CUADRO N°60. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	50
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente La Viga

a) Características generales

Es un puente de vigas de acero simplemente apoyadas, la ruta conecta la comunidad de Las Vueltas de Tukurrique con el sector de El Cacao de Tukurrique. La ruta cuenta con un TPD de 8 y un IVTS de 22.



Figura 104. Ubicación de puente La Viga. Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 105. Ubicación de puente La Viga.

b) Principales daños encontrados

1. Viga principal de acero

CUADRO N°61. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	3
Deformación	2
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Todos los elementos presentan oxidación e inicios de corrosión. Además, algunos elementos de acero tienen leves deformaciones.



Figura 106. Oxidación y corrosión en vigas principales.

2. Cuerpo principal del bastión

CUADRO N°62. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	3
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	3
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	1

Se observan algunas grietas de más de dos mm en intervalos de más de 1 metro. Se observaron más de 10 nidos de piedra.



Figura 107. Nidos de piedra y grietas.

3. Juntas de expansión

CUADRO N°63. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	2
Faltante o deformación	5
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

La estructura no posee juntas de expansión. Se observa filtración de agua en algunas zonas de la pared de los bastiones.

c) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo.

CUADRO N°64. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ITEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°65. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	2.95 m
Ancho del cauce aguas abajo	3.5 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

e) Información de seguridad vial

La estructura cuenta únicamente con barandas las cuales se encuentran en buen estado.

CUADRO N°66. SEGURIDAD VIAL		
ITEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

La ruta sobre la que se ubica el puente no conecta con ninguna ruta nacional. Sobre esta se encuentran proyectos agrícolas y turísticos.

CUADRO N°67. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	22
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente El Bochinche

a) Características generales

Este puente se encuentra entre una de las calles urbanas de la comunidad de Sabanillas de Tucurrique, la misma no tiene conexión con alguna otra ruta y es un acceso para llegar a viviendas. No posee información sobre su TPD ni sobre su índice de Viabilidad Técnico Social (IVTS).



Figura 108. Ubicación de puente El Bochinche. Fuente (Google Maps, 2021)

b) Principales daños encontrados

1. Viga principal de acero

CUADRO N°68. VIGA DIAFRAGMA DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	4
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1

Se observa oxidación en todos los elementos de acero y reducción de algunas partes de los elementos debido a la corrosión.



Figura 109. Oxidación y corrosión de elementos.

2. Viga diafragma de acero

VIGA PRINCIPAL DE ACERO	
Ítem	Calificación
Oxidación	5
Corrosión	4
Deformación	1
Rotura de pernos	1
Grietas en soldadura de placa	1



Figura 110. Oxidación y corrosión en vigas principales.

3. Cuerpo principal del bastión

CUADRO N°69. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	4

La protección del talud ha sufrido socavación, sin embargo no se extiende al nivel de fundación.



Figura 111. Socavación de bastión.

4. Juntas de expansión

CUADRO N°70. JUNTAS DE EPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	5
Faltante o deformación	5
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

La estructura no posee juntas de expansión. Se observa filtración de agua en la pared de los bastiones.

c) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo.

CUADRO N°72. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°71. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	1.70 m
Ancho del cauce aguas abajo	1.50 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

e) Información de seguridad vial

La estructura cuenta únicamente con barandas en buen estado.

CUADRO N°73. SEGURIDAD VIAL		
ÍTEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

La ruta sobre la que se ubica el puente no conecta con ninguna ruta nacional. Sobre esta se encuentran proyectos agrícolas.

CUADRO N°74. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	No se tiene información
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente San Joaquín

a) Características generales

Este puente de viga losa simplemente apoyada sirve como punto de límite entre la comunidad de Las Vueltas de Tucurrique con la comunidad de San Joaquín. La ruta posee un TPD de 135 y un IVTS de 60. El puente posee una ampliación de 3.10 m con una estructura independiente de subestructura y superestructura del puente original.



Figura 112. Ubicación de puente San Joaquín.
Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 113. Vista lateral de puente San Joaquín.

b) Principales daños encontrados puente original

1. Cuerpo principal de bastión

CUADRO N°75. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	2
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	2
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	5

Se observan inicios de descascaramiento producto del desgaste del contreo, se observan algunos nidos de piedra. El bastión 2 presenta socavación que se extiende a nivel de fundación.



Figura 114. Socavación de bastión.



Figura 115. Nidos de piedra en bastión.

2. Barandas

La estructura no cuenta con barandas, por esta razón los ítems correspondientes a ese elemento no se pueden calificar.

CUADRO N°76. BARANDA DE CONCRETO	
Ítem	Calificación
Agrietamiento	No aplica
Acero de refuerzo expuesto	No aplica
Faltante	5

3. Juntas de expansión

CUADRO N°77. JUNTAS DE EPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	1
Faltante o deformación	1
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	5
Acero de refuerzo expuesto	1

La estructura tiene las juntas de expansión totalmente obstruidas por sobrecapas de asfalto.



Figura 116. Obstrucción de juntas.

c) Principales daños encontrados ampliación

1. Cuerpo principal de bastión

CUADRO N°78. CUERPO PRINCIPAL DE BASTIÓN	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	1
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	2
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	2
Eflorescencia	1
Pérdida del talud	1
Inclinación	1
Socavación	

Se observan inicios de descascaramiento producto del desgaste del contreo, se observan algunos nidos de piedra.



Figura 117. Nidos de piedra en bastión.

2. Barandas

La estructura no cuenta con barandas, por esta razón los ítems correspondientes a ese elemento no se pueden calificar.

CUADRO N°79. BARANDA DE CONCRETO	
Ítem	Calificación
Agrietamiento	No aplica
Acero de refuerzo expuesto	No aplica
Faltante	5

3. Juntas de expansión

CUADRO N°80. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	1
Faltante o deformación	1
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	5
Acero de refuerzo expuesto	1

La estructura tiene las juntas de expansión totalmente obstruidas por sobrecapas de asfalto.



Figura 118. Obstrucción de juntas de expansión.

d) Identificación de alertas

La estructura no cuenta con elementos de apoyo.

CUADRO N°81. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

e) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°84. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	2.60 m
Ancho del cauce aguas abajo	2.60 m
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	0
Marcas de agua de inundaciones	No
¿Existe riesgo de inundación?	No
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

f) Información de seguridad vial

La estructura cuenta únicamente con barandas las cuales se encuentran en buen estado.

CUADRO N°82. SEGURIDAD VIAL		
ÍTEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

g) Información socioeconómica

La ruta sobre la que se ubica el puente comunica con la ruta nacional N°2250. Sobre esta se encuentran proyectos agrícolas y turísticos.

CUADRO N°83. INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	60
Clasificación de la ruta	Categoría C

Puente El Congo

a) Características generales

Este puente de vigas simplemente apoyadas comunica la comunidad de El Congo de Tucurrique con la planta hidroeléctrica del Proyecto Cachí. El mismo cuenta con un TPD de 43 y un IVTS de 50.



Figura 119. Ubicación de puente EL Congo.
Fuente (Google Maps, 2021)



Figura 120. Vista Lateral puente El Congo.

b) Principales daños encontrados puente original

1. Viga principal de concreto

CUADRO N°85. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	5
Grietas en dos direcciones	5
Descascaramiento	4
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1

El ancho de las grietas es mayor a 0.2 mm en intervalos menores a 0.5 metros y el concreto está empezando a descascararse.



Figura 121. Grietas en viga principal.



Figura 122. Grietas en viga principal.

2. Losa

CUADRO N°86. LOSA	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	5
Grietas en dos direcciones	5
Descascaramiento	1
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Agujeros	1

El ancho de las grietas es mayor a 0.2 mm en intervalos menores a 0.5 metros y el concreto está empezando a descascararse.



Figura 123. Grietas en losa.



Figura 125. Obstrucción de juntas de expansión.

3. Baranda de concreto

CUADRO N°87. BARANDA DE CONCRETO	
Ítem	Calificación
Agrietamiento	4
Acero de refuerzo expuesto	1
Faltante	1

Espesor de la grieta es mayor a 0.3 mm con intervalos de 50 cm.



Figura 124. Grietas en barandas.

4. Juntas de expansión

CUADRO N°88. JUNTAS DE EXPANSIÓN	
Ítem	Calificación
Sonidos extraños	1
Filtración de agua	5
Faltante o deformación	5
Movimiento vertical	1
Juntas obstruidas	3
Acero de refuerzo expuesto	1

La junta 1 se encuentra aprcialmente obstruida por asfalto, las juntas 2 y 3 no poseen elementos de protección contra el desgaste provocando filtraciones de agua.

5. Cuerpo principal de pila

CUADRO N°89. CUERPO PRINCIPAL DE PILA	
Ítem	Calificación
Grietas en una dirección	4
Grietas en dos direcciones	1
Descascaramiento	2
Acero de refuerzo expuesto	1
Nidos de piedra	1
Eflorescencia	1
Inclinación	1
Socavación	1

c) Identificación de alertas

La estructura cuenta con elementos de apoyo que se encuentran en mal estado.

CUADRO N°90. IDENTIFICACIÓN DE ALERTAS EN ESTRUCTURA		
ÍTEM	SÍ	NO
No existen elementos de apoyo o existen elementos de apoyo inadecuados para la estructura del puente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la superestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Se hace uso de una configuración o elemento no adecuado en la subestructura del puente.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
---	--------------------------	-------------------------------------

CUADRO N°93 INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA	
Índice de viabilidad técnico social	50
Clasificación de la ruta	Categoría C

d) Información ambiental

La zona según la Comisión Nacional de Emergencias no presenta riesgo de inundación, según el mapa de amenazas naturales la zona se encuentra bajo la influencia de fallas geológicas.

CUADRO N°91. INFORMACIÓN AMBIENTAL	
Ancho del cauce aguas arriba	No aplica
Ancho del cauce aguas abajo	No aplica
Ángulo de ataque de agua sobre bastiones	No aplica
Marcas de agua de inundaciones	No aplica
¿Existe riesgo de inundación?	No aplica
Zona sísmica	III
Suelo predominante	S3
Aceleración pico efectiva (ca) del cscr-10	0.41
¿Existen fallas geológicas cercanas al puente (5 km)?	Sí

e) Información de seguridad vial

La estructura cuenta únicamente con barandas las cuales se encuentran en buen estado.

CUADRO N°92. SEGURIDAD VIAL		
ÍTEM	EXISTENCIA	
	SÍ	NO
1. Señalización vertical	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Señalización horizontal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Guardavías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Aceras	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Paso peatonal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

f) Información socioeconómica

La ruta sobre la que se ubica el puente comunica con las ruta nacional N°225. Sobre esta se encuentran proyectos agrícolas.

Referencias

- Agila, R. (2017). *Determinación y prevención de los niveles de eflorescencia primaria por uso del mortero en las paredes de ladrillo en el Barrio Cuba al sur de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador
- Austroroads Incorporated (2004). *Guidelines for bridge management structure information*. Recuperado de <http://www.austroroads.com.au>.
- Construmática. (s.f). *Eflorescencias*. Obtenido de Construmática: Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción: <http://www.construmatica.com/construpedia/Eflorescencias>
- Fernández Fallas, P. Molina Vargas, L. Mora Cordero, A. Acuña Mazza, S. & Zúñiga Ramirez, Y. (2016). *Plan de conservación y desarrollo de la red vial cantonal del cantón jiménez. 2017-2021*.
- Gutiérrez Y, Muñoz, G, Ramírez, M. (s.f). *Sistema de administración de estructuras de puentes (SAEP)*. Recuperado de <https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/2653884e-cd6a-42dd-b64e-29ae9998566c/Gabriela+Mu%C3%B1oz.pdf?MOD=AJPERES>
- Comisión Nacional de Emergencias (s.f). *Amenazas de origen natural para el cantón de jiménez*. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/mapas_de_amaneza/cartago/Jimenez%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2007). *Manual de inspección de puentes*. Recuperado de https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/31625228-76c4-44cf-963e-8d8b31540a79/manual_inspeccion2007.pdf?MOD=AJPERES
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (s.f). *Términos de referencia técnicos para estudios hidrológicos e hidráulicos para puentes*. Recuperado de <https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/27e089c0-24bf-47e4-b3d490bb757d77a7/trhidrologicoshidraulicos.pdf?MOD=AJPERES>
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2ª ed.). (octubre, 2013). *Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura vial desde la óptica de seguridad vial*. Recuperado de <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3891/363.1-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=es%20capaz%20de%20reducir%20el,en%20un%20orden%20del%2035%>
- Municipalidad de Jiménez. (2019). *Municipalidad de Jiménez*. Jiménez: Unión Nacional de Gobiernos Locales. Recuperado de <https://www.munijimenez.go.cr/index.php/mnconozcanos/mnmimunicipalidad/municipalidad-de-jimenez>
- Navarro Mora , Á., Garita Rodríguez , C., Páez González , G., & Ortíz Quesada , G. (2019). *Priorización de intervención de estructuras de puentes mediante el uso de indicadores de desempeño. plan piloto: municipalidad de el guarco*.

- Quirós, C, Castillo, R. (2012). Barandas para contención vehicular en puentes. *PITRA (Programa de Infraestructura de infraestructura del transporte)*, 3(26), 1-3. Recuperado de: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1115/barandas-para-contencion-vehicular-en-puentes%20N%2026%20V%203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SIECA. (2016). *Manual de Consideraciones Técnicas, Hidrológicas e Hidráulicas para Infraestructura Vial en Centroamérica*. Sal Salvador, El Salvador.
- Toirac, J. (2004, enero). *Patología de la construcción. Grietas y fisuras en obras de hormigón. Origen y prevención. Ciencia y Sociedad*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>