



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

16 de enero de 2020
LM-IC-D-51-2020

Sra. Ana Lorena Rovira
Alcaldesa
Municipalidad de Tarrazú

R. 10:29am
23/01/2020
[Signature]
Concejo Municipal Tarr

Atención: Informe LM-PI-GM-INF-01-2020

Estimada alcaldesa:

Sirva la presente para saludarle y hacer entrega del informe LM-PI-GM-INF- 01-2020 de enero de 2020, titulado "Informe de inspección y evaluación de los puentes en el cantón de Tarrazú".

Dicho informe responde a la solicitud planteada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Tarrazú por medio de correo electrónico con fecha 10 de Mayo de 2019 y en apego a las funciones asignadas por la Ley N° 8114, en su Artículo N°6 y su Reglamento al LanammeUCR, en materia de fiscalización de obra vial.

Sin otro particular se despide,

[Signature]

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc
Director
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
LanammeUCR



MUNICIPALIDAD DE TARRAZÚ
DIRECCIÓN VIAL MUNICIPAL
Recibido: 23/01 de 2020
Hora: 10:40 am
[Signature]

CC: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, MSc.
Ing. Jaime Allen Monge. PhD.

Coordinadora General, PITRA.
Coordinador Unidad de Gestión Municipal, PITRA.

Municipalidad de Tarrazú
Recibido
Fecha: 23/01/2020
Hora: 10:24
Por: Rosa Elena



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

LM-PI-GM-INF-01-2020

INFORME DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PUENTES EN EL CANTÓN DE TARRAZÚ

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Enero 2020



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.



Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-GM-INF-01-2020		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de inspección y evaluación de los puentes en el cantón Tarrazú		4. Fecha del Informe: Enero 2020
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Tarrazú, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias		
7. Resumen Este informe forma parte de varios productos generados en función de una asesoría técnica por parte del LanammeUCR hacia la Municipalidad de Tarrazú, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603; por medio de la solicitud planteada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Tarrazú vía correo electrónico. El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 25 puentes ubicados en la Red Vial Cantonal de Tarrazú, mostrando los principales aspectos que se consideran necesarios atender en cada caso. La información ha sido recabada en campo por parte de personal del LanammeUCR con el objetivo de priorizar las intervenciones en los puentes, así como contar con una base de datos georreferenciados sobre la condición general de cada estructura. Para esta evaluación se ha seguido la metodología de inspección establecida en el Manual de Inspección de Puentes, del Ministerio de Obras Públicas (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2007).		
8. Palabras clave Inspección de puentes, Tarrazú	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Número de páginas: 59
11. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos, MEng. Unidad de Gestión Municipal Fecha 22/01/20		
12. Revisado por: Ing. Jaime Allen Monge, PhD Coordinador Unidad de Gestión Municipal Fecha 22/01/20	13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor legal LanammeUCR Fecha 22/01/20	14. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora PITRA Fecha 22/01/20



Índice de Contenidos

1. Introducción	7
2. Objetivos	7
3. Alcance del informe	8
4. Descripción general.....	9
5. Resultados principales de la evaluación de cada puente.....	11
Puente: Canet Cedral (Ruta Cantonal 1-05-083).....	12
Puente: El Rodeo San Luis (Ruta Cantonal 1-05-028)	14
Puente: Hogar de Ancianos (Ruta Cantonal 1-05-049)	16
Puente: Hermanos Vargas Mata (Ruta Cantonal 1-05-161)	18
Puente: Salado Zapotal (Ruta Cantonal 1-05-156)	21
Puente: Candelilla (1-05-090).....	23
Puente: Calle Montero (Ruta cantonal 1-05-042)	25
Puente: Zapotal Juan Naranjo (Ruta cantonal 1-05-176)	26
Puente: Bajo Godínez (Ruta cantonal 1-05-201)	28
Puente: Río San Joaquín (Ruta cantonal 1-05-245)	30
Puente: Quebrada Pedregosa (Ruta cantonal 1-05-243)	32
Puente: Río Naranjillo (Ruta cantonal 1-05-243)	34
Puente: San Isidro-Santa Juana (Ruta cantonal 1-05-183)	36
Puente: Esquipulas (Ruta cantonal 1-05-216)	37
Puente: Zapotal Bajo San José (Ruta cantonal 1-05-202)	39
Puente: San Carlos San Jerónimo (Ruta cantonal 1-05-242)	41
Puente: Calle Los Zúñiga #1 (Ruta cantonal 1-05-037)	43
Puente: San Pedro (Ruta cantonal 1-05-150)	45
Puente: Calle Los Zúñiga #2 (Ruta cantonal 1-05-137)	47
Puente: Quebrada Martínez (Ruta cantonal 1-05-141)	49
Puente: Colgante sobre Río Pirrís (Ruta cantonal 1-05-085)	50



Puente: San Joaquín #2 (Ruta cantonal 1-05-245)	52
Puente: Quebrada Las Delicias (Ruta cantonal 1-05-245)	53
Puente: San Martín (Ruta cantonal 1-05-244)	54
Puente: Quebrada Arroyo (Ruta cantonal 1-05-250)	56
6. Conclusiones y recomendaciones	58
7. Referencias	59
8. Anexos	60



Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Tarraz	9
Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente.....	11
Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Canet-Cedral (1-05-083).....	12
Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente El Rodeo – San Luis (1-05-028).....	14
Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Hogar de Ancianos (1-05-049).....	16
Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Hnos. Vargas Mata (1-05-161).....	18
Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Salado Zapotal (1-05-156).....	21
Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Candelilla (1-05-090).....	23
Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Montero (1-05-042).....	25
Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Zapotal Juan Naranjo(1-05-176).....	26
Tabla 11: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Bajo Godínez (1-05-201).....	28
Tabla 12: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río San Joaquín (1-05-245).....	30
Tabla 13: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Pedregosa (1-05-243).....	32
Tabla 14: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Naranjillo (1-05-243).....	34
Tabla 15: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Isidro – Santa Juana (1-05-183).....	36
Tabla 16: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Esquipulas (1-05-216).....	37
Tabla 17: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Zapotal Bajo San José (1-05-202).....	39
Tabla 18: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Carlos San Jerónimo (1-05-242).....	41



Tabla 19: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Los Zúñiga #1 (1-05-037).....	43
Tabla 20: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Pedro (1-05-150).....	45
Tabla 21: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Los Zúñiga #2 (1-05-137).....	47
Tabla 22: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Martínez (1-05-141).....	49
Tabla 23: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente colgante sobre Rio Pirrís (1-05-085).....	50
Tabla 24: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Joaquín #2 (1-05-245).....	52
Tabla 25: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Las Delicias (1-05-245).....	53
Tabla 26: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Martín (1-05-244).....	54
Tabla 27: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Arroyo (1-05-250).....	56

1. Introducción

El presente documento presenta la evaluación de la condición de veinticinco puentes en el cantón de Tarrazú ubicados en diferentes rutas cantonales, producto de las inspecciones y evaluaciones visuales de campo realizadas por personal de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR, como parte de la asesoría técnica solicitada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad, por medio de comunicaciones vía correo electrónico dirigidas a la Ing. Catalina Vargas Sobrado por parte de la Lic. Heilen Tucker Johnson con fecha de 10 de Mayo de 2019.

Las inspecciones fueron realizadas entre los meses de Octubre y Noviembre de 2019. Los lineamientos seguidos durante todo el proceso corresponden con los indicados en el *Manual de Inspección de Puentes* (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2007), del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Los formularios establecidos, los cuales han sido procesados por personal del LanammeUCR, constituyen junto con este documento en el principal insumo de diagnóstico y evaluación de la condición de los puentes inspeccionados, los formularios son entregados como anexos a este documento.

2. Objetivos

- Presentar los principales deterioros y daños identificados en cada puente inspeccionado, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Tarrazú.
- Proporcionar recomendaciones generales sobre mantenimiento y reparación, para la toma de decisiones por parte de la Municipalidad, en aras de mejorar la condición estructural y funcional de los puentes evaluados.
- Recomendar una priorización para la intervención de las estructuras, mismas que han sido clasificadas dentro de seis categorías generales de condición: satisfactoria, regular, deficiente, seria, alarmante y falla inminente.

3. Alcance del informe

La valoración de los puentes se basa en una evaluación visual, por lo que se limita a la presentación de aquellos aspectos que se consideran importantes de atender para cada estructura; esto a partir del estudio de los informes de inspección rutinaria, mismos que son complemento de este informe de condición.

No se brindan soluciones específicas para cada caso, sino que se dan recomendaciones basadas en los deterioros y daños observados y, en las condiciones de los principales componentes estructurales del puente o alcantarilla, según sea el caso.

Los criterios utilizados para la clasificación de los puentes y su designación dentro de cada categoría de deterioros y daños, se basan en la revisión del registro fotográfico de cada puente, por lo tanto, son criterios basados en la inspección visual, experiencia y criterio profesional. En ningún caso corresponde a la ejecución de pruebas en campo, instrumentación o ensayos de carga en los puentes.

En la figura 1 se resume la metodología que se utilizó para este proceso de inspección:

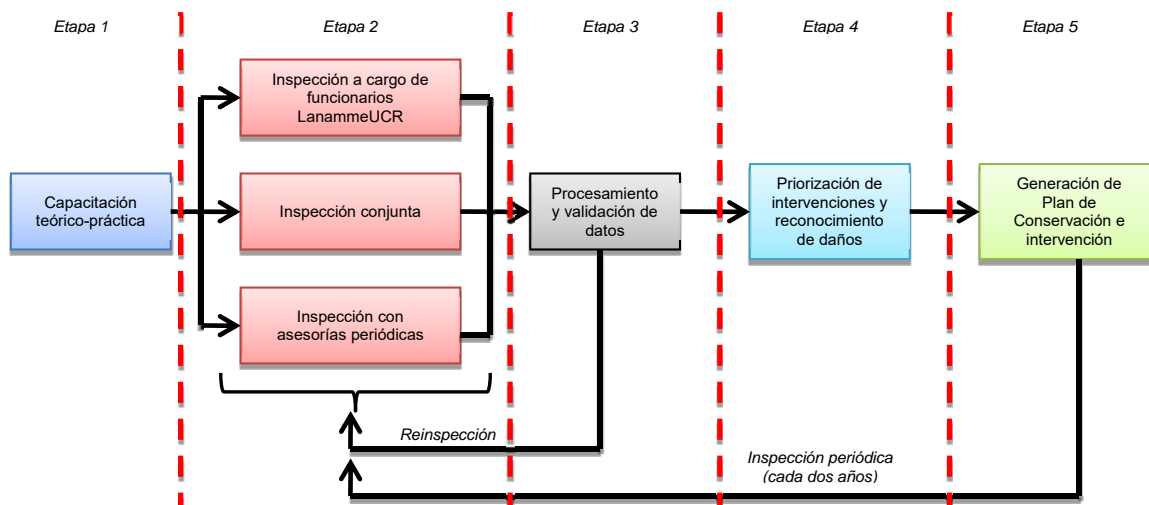


Figura 1: Metodología de inspección propuesta
(Fuente: Curso inventario e inspección de puentes LanammeUCR, 2016)

4. Descripción general

Los puentes que se han inspeccionado se caracterizan por presentar estructuras típicas que consisten, en su mayoría, en puentes simplemente apoyados, dos bastiones y una superestructura; principalmente formados por vigas de acero y concreto, con sistemas de losa y longitudes variables entre 5,7 m y 30,6 m.

Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de San Marcos, San Lorenzo y San Carlos. La tabla 1 resume sus características principales:

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Tarrazú

Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas	
Puente Canet - Cedral (Ruta cantonal 1-05-083)	6,5	Losa de concreto reforzado	9,70133	84,99941
Puente El Rodeo – San Luis (Ruta cantonal 1-05-028)	9,9	Losa de concreto reforzado	9,66912	84,00854
Puente Hogar de Ancianos (Ruta cantonal 1-05-049)	5,8	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,66613	84,02738
Puente Hermanos Vargas Mata (Ruta cantonal 1-05-161)	23,0	Cercha de acero	9,65502	84,99789
Puente Salado - Zapotal (Ruta cantonal 1-05-156)	12,3	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9,65316	84,03352
Puente Candelilla (Ruta cantonal 1-05-090)	12,1	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9,65043	84,03247
Puente Calle Montero (Ruta cantonal 1-05-042)	12,3	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9,64684	84,03448
Puente Zapotal Juan Naranjo (Ruta cantonal 1-05-176)	12,0	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,63902	84,03367
Puente Bajo Godínez (Ruta cantonal 1-05-201)	11,2	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,61507	84,02884
Puente Río San Joaquín (Ruta cantonal 1-05-245)	21,2	Colgante	9,58687	83,98966
Puente Quebrada Pedregosa Naranjillo (Ruta cantonal 1-05-243)	12,2	Vigas de acero con tablonés	9,56606	84,03828
Puente Río Naranjillo (Ruta cantonal 1-05-184)	26,3	Colgante	9,55672	84,02933
Puente San Isidro – Santa Juana (Ruta cantonal 1-05-183)	24,2	Colgante	9,53577	84,07162
Puente Esquipulas (Ruta cantonal 1-05-216)	9,5	Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado	9,49648	84,04825
Puente Zapotal Bajo San José (Ruta cantonal 1-05-202)	11,8	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,64168	84,07792



Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas	
Puente San Carlos – San Jerónimo (Ruta cantonal 1-05-242)	9,0	Losa de concreto	9,62878	84,10427
Puente Calle Los Zúñiga #1 (Ruta cantonal 1-05-037)	12,3	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,65498	84,02496
Puente Calle Los Zúñiga #2 (Ruta cantonal 1-05-137)	12,4	Losetas de concreto sobre vigas de acero	9,65338	84,02291
Puente San Pedro (Ruta cantonal 1-05-150)	30,6	Puente Bailey	9,65716	84,00156
Puente Quebrada Martínez (Ruta cantonal 1-05-141)	7,9	Losa de concreto	9,69065	84,0013
Puente Colgante Río Pirrís (Ruta cantonal 1-05-085)	29,3	Colgante	9,65514	84,04191
Puente San Joaquín #2 (Ruta cantonal 1-05-245)	18,5	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,59512	83,99396
Puente Quebrada Las Delicias (Ruta cantonal 1-05-245)	12,0	Losa de concreto sobre vigas de acero	9,60318	84,00674
Puente San Martín (Ruta cantonal 1-05-244)	5,7	Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado	9,60705	84,05267
Puente Quebrada Arroyo (Ruta cantonal 1-05-250)	6,0	Losa de concreto sobre vigas de concreto reforzado	9,47454	84,02987

5. Resultados principales de la evaluación de cada puente

En esta sección se presentan los principales deterioros y daños encontrados en cada puente inspeccionado durante este proceso. Se brinda una breve explicación de los posibles riesgos asociados y una recomendación general de cómo proceder para cada caso, tablas 3-27. La clasificación de cada puente corresponde a una valoración de los tipos de deterioros y daños, el elemento afectado y la extensión del mismo. Los criterios de clasificación se basan en la tabla 2:

Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente




Categoría	Condición	Descripción	
		Integridad Estructural y Seguridad Vial	Necesidad de Atención
1	SATISFACTORIA	Estado bueno. Sin daño o daños son leves. La estabilidad estructural, seguridad vial y durabilidad están asegurados	Mantenimiento rutinario (Debe estar programado para todos los puentes de la Red Vial Nacional)
2	REGULAR	Deterioros ligeros que deben ser tratados por aspectos de durabilidad o progresión del daño. Deficiencias en aspectos de seguridad vial	Reparaciones se programan en conjunto con el siguiente mantenimiento rutinario del puente
3	DEFICIENTE	Deficiencia importante pero los componentes del puente funcionan aún de forma adecuada. Daño o defecto en seguridad vial peligroso	Es necesario programar la reparación previo al próximo mantenimiento rutinario
4	SERIA	Puente estable pero con deterioro significativo en uno o varios elementos estructurales primarios, o falla en secundarios. Si no se trata la proliferación del deterioro, este podría conducir a una situación inestable a futuro. Deficiencia en seguridad vial muy riesgosa para los usuarios	<u>Atención pronta.</u> Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Se debe atender una situación peligrosa en la seguridad vial de forma prioritaria incluyendo el señalamiento de la situación vial riesgosa
5	ALARMANTE	Situación crítica. La estabilidad del puente puede estar comprometida en un periodo de tiempo corto gracias a la progresión del daño. Procurar reparación o tratamiento inmediato para asegurar estabilidad y evitar daños irreversibles en los elementos	<u>Atención prioritaria.</u> Se debe señalar la condición estructural peligrosa del puente y los trabajos de reparación son prioritarios. Evaluar la capacidad estructural residual del puente para juzgar si es necesario restringir la carga permitida
6	RIESGO INACEPTABLE o FALLA INMINENTE	Condición de deterioro inaceptable en puentes de importancia muy alta o situación de puente inestable con riesgo alto de colapso de la estructura. Daño severo en un elemento crítico o daños severos extendidos sobre varios elementos principales. Daño irreversible que posiblemente requiera el cambio del puente o la sustitución de elementos dañados	<u>Atención inmediata.</u> Cerrar el puente o restringir el paso de vehículos pesados (según criterio de la Administración). Evaluar necesidad de colocación de soportes temporales o un puente temporal. Estudio estructural del puente y propuesta de reparación o cambio del puente

Fuente: Informe LM-PI-UP-05-2015 Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes.

Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Canet-Cedral (1-05-083)

Puente: Canet Cedral (Ruta Cantonal 1-05-083)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Acumulación de sedimento en la superficie de ruedo.</p>	Se identifica una capa de sedimentos sobre la superficie de ruedo del puente.	Esta capa de material genera una carga permanente sobre la superestructura, reduce la adherencia de los vehículos al pasar por el puente y afecta la adecuada evacuación de las aguas de escorrentía.	Eliminar la capa de sedimentos existente y construir losas de aproximación en ambos accesos para reducir la posibilidad de arrastre de material del camino hacia el puente.
 <p>No hay drenajes superficiales.</p>	El puente carece de drenajes en la superficie de ruedo.	La ausencia de estos elementos favorece la permanencia de aguas en la losa facilitando la ocurrencia de daños en la misma y reduciendo la adherencia de los vehículos.	Identificar puntos donde sea posible generar agujeros en losa para colocar drenajes con sus respectivas extensiones (asegurándose de no afectar la armadura de acero interna).
 <p>Agrietamientos leves en la losa inferior.</p>	Se identifican agrietamientos leves en la cara inferior de la losa en una dirección correspondiente a esfuerzos de flexión.	Estos agrietamientos no representan un riesgo inmediato, pero si se extienden pueden generar desprendimientos de concreto y exposición del acero interno de refuerzo.	Dar seguimiento a su evolución, en caso de que se agrave su extensión o abertura de grietas; aplicar sellos superficiales.







 <p>Nidos de piedra con acero expuesto en la losa.</p>	<p>Se identifican nidos de piedra con acero expuesto en la cara inferior de la losa.</p>	<p>Estos nidos de piedra permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa, provocando corrosión en el acero y reducción de la vida útil de la estructura.</p>	<p>Aplicar un sellado con mortero hidráulico en la totalidad de la zona asegurándose de que las aberturas sean selladas.</p>
 <p>Inicios de socavación en bastión norte.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones del bastión norte.</p>	<p>Esta socavación puede avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo del bastión y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>Oxidación en postes de barandas.</p>	<p>Los postes de la baranda del puente presentan oxidación en la totalidad de su área, con inicios de corrosión.</p>	<p>La corrosión de elementos de acero puede reducir su capacidad soportante, por lo que en el caso de estas barandas puede afectar su capacidad para recibir un impacto de forma segura.</p>	<p>Realizar trabajos de limpieza y remoción del óxido y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p>

Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente El Rodeo – San Luis (1-05-028).

Puente: El Rodeo San Luis (Ruta Cantonal 1-05-028)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Acumulación de sedimento en la superficie de ruedo (orillas).</p>	<p>Se identifica una capa de sedimentos sobre la superficie de ruedo del puente (orillas).</p>	<p>Este material acumulado afecta la evacuación de las aguas de escorrentía.</p>	<p>Eliminar la capa de sedimentos existente y realizar una limpieza de los drenajes.</p>
 <p>Desnudamiento de agregados en superficie de ruedo.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento de agregados.</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada de asfalto con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua.</p>
 <p>Agrietamientos por cortante en extremos de la losa.</p>	<p>Se identifican agrietamientos en diagonal en los extremos de la losa, coincidentes con esfuerzos cortantes.</p>	<p>Estos agrietamientos no son esperables en este tipo de estructuras. Se relacionan con sobrecargas acontecidas en el puente.</p>	<p>Dar seguimiento a su evolución, en caso de que se agrave su extensión o abertura de grietas valorar la colocación de un refuerzo externo (fibras de carbono, por ejemplo).</p>






 <p>Agrietamientos leves en la losa inferior.</p>	<p>Se identifican agrietamientos leves en la cara inferior de la losa en una dirección correspondiente a esfuerzos de flexión.</p>	<p>Estos agrietamientos no representan un riesgo inmediato, pero si se extienden pueden generar desprendimientos de concreto y exposición del acero interno de refuerzo.</p>	<p>Dar seguimiento a su evolución, en caso de que se agrave su extensión o abertura de grietas; aplicar sellos superficiales.</p>
 <p>Inicios de socavación en bastión Oeste.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones del bastión Oeste.</p>	<p>Esta socavación puede avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo del bastión y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>Nidos de pidera en ambos bastiones.</p>	<p>Los bastiones del puente presentan abundantes nidos de piedra.</p>	<p>Los nidos de piedra permiten el paso de humedad hacia el interior del concreto, reduciendo su vida útil y resistencia.</p>	<p>Aplicar un sellado en la totalidad de las caras de los bastiones asegurándose de sellar completamente los nidos de piedra.</p>

Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Hogar de Ancianos (1-05-049).

Puente: Hogar de Ancianos (Ruta Cantonal 1-05-049)

Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Juntas de expansión obstruidas con mezcla asfáltica.</p>	<p>Las juntas de expansión del puente están obstruidas con mezcla asfáltica.</p>	<p>La obstrucción genera daños en las losetas y restringe el movimiento natural del puente generando sobreesfuerzos en la superestructura.</p>	<p>Eliminar la obstrucción y no colocar capas adicionales de mezcla asfáltica sobre esta zona.</p> <p>Luego, evaluar si es requerida la sustitución del relleno y sellado existente por un sello de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta, pero que no restrinja los movimientos del puente.</p>
 <p>Sobrecapa parcial de mezcla asfáltica.</p>	<p>El puente tiene una capa parcial de mezcla asfáltica sobre su superficie.</p>	<p>Esta capa genera una carga permanente adicional sobre el puente.</p>	<p>No colocar sobrecapas de asfalto sin una justificación técnica que permita demostrar que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente..</p>

 <p>Oxidación de vigas con inicios de corrosión.</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión.</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p>
 <p>Daños en borde de losetas - barandas con acero expuesto.</p>	<p>Se identifican daños en los bordes de las losetas, específicamente en las uniones con los postes de las barandas.</p>	<p>Este daño posiblemente ocurrió en la fase constructiva. Como resultado se ha generado un daño que expone el acero interno de las losetas.</p>	<p>Valorar la construcción de reparaciones puntuales con concreto y epóxicos que permitan proteger el acero interno.</p>
 <p>Inicios de socavación en ambos bastiones.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones de ambos bastiones.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>






 <p>Deslizamiento aguas abajo - margen izquierda por falla de un aletón.</p>	<p>En la zona aguas abajo sobre la margen izquierda, se identifica un deslizamiento en la zona del aletón.</p>	<p>Este deslizamiento puede afectar el relleno de aproximación del puente.</p>	<p>Realizar una obra de contención que prevenga mayor pérdida de material de relleno.</p>
---	--	--	---

Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Hnos. Vargas Mata (1-05-161)

Puente: Hermanos Vargas Mata (Ruta Cantonal 1-05-161)

Condición: Alarmante

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Deformación excesiva de sistema de piso.</p>	<p>Varias láminas de acero del sistema de piso están parcialmente desprendidas, dejando expuestos bordes y filos cortantes.</p>	<p>Tanto para vehículos como peatones el riesgo de un daño grave está latente, adicionalmente cualquier lamina puede desprenderse de forma repentina.</p>	<p>Hasta tanto no se sustituya esta estructura deben aplicarse medidas para asegurar que el sistema de piso no falle de forma repentina ni presente un peligro para los usuarios.</p>

 <p>Vigas principales tipo cercha con elementos diagonales poco efectivos, con oxidación y corrosión.</p>	<p>Los elementos diagonales de las cercas son angulares de poca resistencia que pueden sufrir pandeo local ante cargas de tránsito.</p>	<p>Al no tener en las cercas miembros diagonales, que resistan de forma efectiva las cargas de tránsito, los elementos verticales son los únicos que mantienen la forma de la cercha.</p>	<p>Estos miembros diagonales deberían ser sustituidos, esto hasta que se logre sustituir el puente en su totalidad.</p>
 <p>Sistema de arriostramiento inadecuado, ofrece poca resistencia lateral.</p>	<p>El sistema de arriostramiento es inefectivo, pues está compuesto de elementos muy esbeltos y de poca resistencia.</p>	<p>Ante una carga lateral es posible que se den grandes deformaciones transversales en el puente.</p>	<p>Reforzar o sustituir los elementos del sistema de arriostramiento, esto hasta que se logre sustituir el puente en su totalidad.</p>
 <p>Barandas en malas condiciones, se consideran inadecuadas.</p>	<p>Las barandas del puente son inadecuadas, presentan deformaciones excesivas y en muchos puntos están sueltas.</p>	<p>Existe un riesgo latente de caída ante la situación precaria de las barandas.</p>	<p>Reparar la baranda y colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011</p>
	<p>Las condiciones de apoyo de la superestructura en los bastiones son</p>	<p>El principal riesgo es que ante la acción de cargas por sismo es</p>	<p>Construir obras de apoyo complementarias</p>





 <p>Condición de apoyo del puente se considera precaria.</p>	<p>inadecuadas, hay muy poca longitud de apoyo.</p>	<p>posible que las vigas principales pierdan apoyo de forma repentina.</p>	<p>(dinteles) para aumentar la longitud de apoyo de las vigas, esto hasta que se logre sustituir el puente en su totalidad.</p>
 <p>Los apoyos intermedios del puente son insuficientes (en la margen izquierda el apoyo esta suelto).</p>	<p>Los apoyos intermedios del puente son poco efectivos para reducir las deformaciones.</p>	<p>La longitud del puente (23 m) es importante con relación a la altura de la cerchas, los apoyos intermedios pueden ayudar a controlar deformaciones y reducir vibraciones, sin embargo en las condiciones actuales son poco funcionales y facilitan estos efectos.</p>	<p>Estos elementos requerirían ser rediseñados, sin embargo al considerar que el puente requiere ser sustituido es posible que una estructura nueva evite el uso de estos elementos de subestructura.</p>

Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Salado Zapotal (1-05-156).

Puente: Salado Zapotal (Ruta Cantonal 1-05-156)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Se identifican inicios de socavación en los bastiones.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones de ambos bastiones.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>No es posible ver la zona de apoyos por los sedimentos presentes.</p>	<p>Los sedimentos presentes en los apoyos impiden inspeccionar los mismos.</p>	<p>Esta acumulación propicia la presencia de humedad constante y con ella la ocurrencia de oxidación y corrosión.</p>	<p>Realizar una limpieza de la zona, remover la oxidación de los elementos metálicos y sellar la junta de expansión para evitar ingreso de nuevo material.</p>
 <p>Barandas dañadas por impactos vehiculares.</p>	<p>Las barandas de puente muestran impactos causados por vehículos.</p>	<p>Algunas zonas de la malla se han perdido y algunos postes se han doblado, por lo que estos elementos pueden fallar ante otro impacto.</p>	<p>Reparar la baranda y colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011</p>





 <p>Vigas con inicios de oxidación y corrosión.</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión.</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p>
 <p>Existe una sobrecapa de asfalto sobre la losa de ruedo.</p>	<p>El puente tiene una sobrecapa de mezcla asfáltica sobre su superficie</p>	<p>Esta sobrecapa genera una carga permanente adicional sobre el puente.</p>	<p>No colocar sobrecapas de asfalto sin una justificación técnica que permita demostrar que la estructura del puente es capaz de soportarla y funcionar adecuadamente.</p>
 <p>Los bordillos presentan impactos y daños.</p>	<p>Los bordillos presentan concreto desprendido y acero expuesto a causa de los golpes que ha sufrido.</p>	<p>El principal riesgo es que ante otro impacto estos elementos terminen de ceder y no puedan contener un vehículo.</p>	<p>Se recomienda reconstruir estos elementos en sus zonas dañadas.</p>

Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Candelilla (1-05-090).
Puente: Candelilla (1-05-090) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Junta de expansión obstruida con mezcla asfáltica.</p>	<p>Las juntas de expansión del puente están obstruidas con mezcla asfáltica.</p>	<p>La obstrucción genera daños en las losetas y restringe el movimiento natural del puente generando sobrefuerzos en la superestructura.</p>	<p>Eliminar la obstrucción y no colocar capas adicionales de mezcla asfáltica sobre esta zona.</p> <p>Luego, evaluar si es requerida la sustitución del relleno y sellado existente por un sello de características flexibles que impida el paso de agua y agregados hacia el interior de la junta.</p>
 <p>Desgaste leve en losetas de superficie de ruedo.</p>	<p>La cara superior de las losetas presenta desnudamiento de agregados.</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p>	<p>Si el daños se extiende al punto de generar agujeros o exponer el acero interno se podría valorar la sustitución de las losetas.</p>
	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundaciones del bastión Norte.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>



<p>Se identifica socavación inicial en la protección del bastión Norte.</p>			
 <p>Daños por oxidación y corrosión en zonas de infiltración de las losetas.</p>	<p>Se identifica oxidación y corrosión en las zonas de unión entre las losetas.</p>	<p>El paso del agua a través de las juntas de las losetas genera estos daños mismos que reducen la vida útil del acero y disminuyen su capacidad soportante.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p> <p>Colocar un material sellante entre las uniones de las losetas (cara inferior).</p>
 <p>Sedimentos en zonas de apoyo a causa de juntas sin sellos.</p>	<p>Los sedimentos presentes en los apoyos generan oxidación y corrosión.</p>	<p>Esta acumulación propicia la presencia de humedad constante y con ella la ocurrencia de oxidación y corrosión.</p>	<p>Realizar una limpieza de la zona, remover la oxidación de los elementos metálicos y sellar la junta de expansión para evitar ingreso de nuevo material.</p>

Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Montero (1-05-042).
Puente: Calle Montero (Ruta cantonal 1-05-042) Condición: Regular



Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Deterioro de zonas intermedias entre losetas de superficie de ruedo.</p>	<p>El concreto de las zonas intermedias entre las losetas presenta daños y fracturas.</p>	<p>El deterioro de este concreto provoca que al pasar vehículos sobre el puente se generen golpes en los bordes de las losetas que provocan grietas y daños mayores por impacto.</p>	<p>Reconstruir las zonas intermedias entre las losetas con concreto de resistencia igual o superior al de las losetas.</p>
 <p>Se requieren labores de limpieza y mejoramiento de drenajes en losa superior y descuaje de árboles).</p>	<p>El puente se ubica en una zona con muchos árboles, cuyos hojas y ramas obstruyen los drenajes .</p>	<p>La obstrucción de los drenajes facilita la acumulación de aguas sobre el puente.</p> <p>Además, la presencia de muchas ramas sobre el puente dificulta que la luz solar evapore las acumulaciones de agua en la superficie.</p>	<p>Brindar mantenimiento para retirar obstrucciones de los drenajes y realizar un proceso de descuaje de las ramas ubicadas sobre el puente.</p>
 <p>Las juntas de expansión requieren sellado, se da acumulación de sedimentos en los apoyos.</p>	<p>Las juntas de expansión permiten el paso de agua y sedimentos hacia la zona de los apoyos.</p>	<p>Las acumulaciones de sedimento provocan oxidación y corrosión de las vigas y elementos metálicos de los apoyos.</p>	<p>Sellar las juntas de expansión con un material elastomérico deformable que impida el paso de sedimentos y agua, pero que no restrinja los movimientos del puente.</p>

Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Zapotal Juan Naranjo(1-05-176).
Puente: Zapotal Juan Naranjo (Ruta cantonal 1-05-176) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Bordillos con agrietamientos y fracturas.</p>	<p>Los bordillos presentan concreto desprendido y acero expuesto a causa de los golpes que ha sufrido.</p>	<p>El principal riesgo es que ante otro impacto estos elementos terminen de ceder y no puedan contener un vehículo.</p>	<p>Se recomienda reconstruir estos elementos en sus zonas dañadas.</p>
 <p>Juntas abiertas sin sellos, parcialmente obstruidas.</p>	<p>Las juntas de expansión no tienen elementos de relleno y sellado.</p>	<p>La ausencia de estos elementos facilita la intromisión de partículas duras dentro de la junta, lo cual puede generar fracturas en la losa debido a las deformaciones del puente por las cargas dinámicas.</p>	<p>Realizar una limpieza de ambas juntas, retirar todo el material que obstruye las mismas. Colocar un sello de características flexibles que impida el paso de sedimentos, agua y agregados hacia el interior de la junta, pero que no restrinja los movimientos del puente.</p>
 <p>Agrietamientos leves en la losa por flexión.</p>	<p>Se identifican agrietamientos leves en la cara inferior de la losa en una dirección correspondiente a esfuerzos de flexión.</p>	<p>Estos agrietamientos no representan un riesgo inmediato, pero si se extienden pueden generar desprendimientos de concreto y exposición del acero interno de refuerzo.</p>	<p>Dar seguimiento a su evolución, en caso de que se agrave su extensión o abertura de grietas aplicar sellos superficiales.</p>






 <p>18. 10. 2019</p> <p>Acumulación de sedimentos en los apoyos.</p>	<p>Los sedimentos presentes en los apoyos generan oxidación y corrosión.</p>	<p>Esta acumulación propicia la presencia de humedad constante y con ella la ocurrencia de oxidación y corrosión.</p>	<p>Realizar una limpieza de la zona, remover la oxidación de los elementos metálicos y sellar la junta de expansión para evitar ingreso de nuevo material.</p>
 <p>14. 10. 2019</p> <p>Desgaste superficial de losa superior con agregado expuesto.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento de agregados.</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua.</p>

Tabla 11: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Bajo Godínez (1-05-201).
Puente: Bajo Godínez (Ruta cantonal 1-05-201) Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Las barandas del puente están incompletas, las existentes no son funcionales.</p>	<p>Las barandas del puente no son funcionales, muestran deformaciones importantes.</p>	<p>Existe un riesgo de que las barandas no puedan soportar un impacto de forma segura.</p>	<p>Reparar la baranda y colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011</p>
 <p>El puente no tiene aletones en la margen derecha.</p>	<p>En la margen derecha el puente no se cuenta con aletones, lo que facilita la pérdida de material del relleno de aproximación.</p>	<p>Esta vulnerabilidad radica en que el relleno es susceptible a desprendimientos laterales ante condiciones de lluvia.</p>	<p>Construir estructuras de contención del material de relleno (aletones).</p>
 <p>Los bastiones presentan múltiples adiciones y trabajos de reparación.</p>	<p>Los bastiones del puente presentan múltiples adiciones y reparaciones previas.</p>	<p>La evidencia de estas reparaciones indica que en el pasado se ha tenido problemas de funcionamiento de los bastiones.</p>	<p>Mantener un seguimiento a posibles agrietamientos y desprendimientos. Se recomienda la construcción de un muro externo de apoyo.</p>




 <p>Las cimentaciones de las pilas muestran socavación.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones de las pilas.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de las pilas y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>Las vigas de acero presentan oxidación y corrosión.</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación y corrosión.</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p> <p>Evaluar la condición de las piezas con mayor afectación para valorar su sustitución.</p>
 <p>El puente fue reforzado por medio de puntales de acero. Sin embargo requiere una intervención mayor.</p>	<p>Este puente fue reforzado, sin embargo, se identifican algunos deterioros en la superestructura original que requieren atención.</p>	<p>Es posible que los elementos de la superficie de ruedo y vigas originales sufran un deterioro mayor que las obras de reforzamiento, por lo que la atención debe centrarse en los componentes más antiguos.</p>	<p>Realizar obras de mantenimiento preventivo y sustitución de los elementos que puedan presentar mayor daño (evaluación elemento por elemento). Atender las recomendaciones anteriores.</p>

Tabla 12: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río San Joaquín (1-05-245).
Puente: Río San Joaquín (Ruta cantonal 1-05-245) Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Faltan barandas en el puente.</p>	<p>El puente no tiene barandas, lo cual representa un riesgo a los usuarios.</p>	<p>Al no existir un sistema de contención, todos los usuarios de la vía corren riesgo de una caída al cauce.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011</p>
 <p>El sistema de arriostamiento presenta oxidación.</p>	<p>Se identifican inicios de oxidación en el sistema de piso del puente (específicamente en el sistema de arriostamiento)</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p>
 <p>En el acceso de la margen izquierda se presenta un golpe fuerte al ingreso de los vehículos.</p>	<p>En el acceso Sur del puente se tiene una pérdida del material de relleno que provoca un impacto al ingresar al puente.</p>	<p>La presencia de este agujero en el acceso ha generado que los vehículos deformen la lámina de la superficie de ruedo por el impacto de los vehículos.</p>	<p>Construir una losa de aproximación que evite la pérdida de más material y daños mayores en la superficie de ruedo.</p>



El puente requiere medidas de mantenimiento preventivo.

El puente requiere de la implementación de medidas de mantenimiento.

Si el puente no recibe mantenimiento sus elementos metálicos van a sufrir deterioro acelerado.

Dar prioridad a la atención de los cables, candados, péndolas y sistema de piso. Aplicando medidas que eviten la aparición de oxidación y corrosión.

Tabla 13: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Pedregosa (1-05-243).
Puente: Quebrada Pedregosa (Ruta cantonal 1-05-243) Condición: Alarmante

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Puente en condición crítica.</p>	<p>Las condiciones del puente son sumamente riesgosas, su condición es crítica.</p>	<p>Todos los elementos del puente presentan condiciones inadecuadas y por lo tanto pueden generar una falla repentina ante el paso de vehículos y peatones.</p>	<p>Reconstruir el puente. Esta estructura será atendida por la CNE. Sin embargo, se recomienda mantener las restricciones de peso y brindar mantenimiento a la superficie de ruedo, se recomienda también adicionar barandas temporales.</p>
 <p>Vigas con gran deformación y daños por corrosión.</p>	<p>Las vigas del puente tienen grandes deformaciones.</p>	<p>Estas vigas fueron recuperadas posterior a un deslizamiento, por lo que sufrieron graves deformaciones que reducen considerablemente su capacidad de carga (elementos en condición de falla funcional).</p>	<p>Reconstruir el puente.</p>
 <p>Se observan algunos troncos que se utilizan para emparejar los tablonces de la superficie de ruedo.</p>	<p>Los troncos colocados sobre las vigas se usaron para nivelar el sistema de piso.</p>	<p>Estos materiales no son adecuados para estas condiciones de uso, por lo que pueden reventarse y fallar súbitamente.</p>	<p>Reconstruir el puente.</p>







 <p>Tablones sujetos con clavos (muchos tablones sueltos y muchos sedimentos).</p>	<p>Muchos tablones del sistema de piso están sueltos y presentan daños considerables.</p>	<p>Estos tablones son antiguos y no ofrecen una superficie segura al paso de vehículos y peatones.</p>	<p>Hasta que no se reconstruya el puente se deben sustituir los tablones que presenten peor condición.</p>
 <p>Bastiones con vigas cabezales apoyadas sobre rocas.</p>	<p>En el acceso norte no se tiene un bastión de concreto formal, sino que las vigas están parcialmente apoyadas sobre rocas.</p>	<p>Al tratarse en parte del terreno natural se desconoce su capacidad de carga y estabilidad, por lo que puede presentarse un deslizamiento ante una carga de tránsito.</p>	<p>Reconstruir el puente.</p>
 <p>No hay barandas y altura de caída es considerable.</p>	<p>No hay barandas en el puente y la caída al cauce es superior a los 5 metros de altura.</p>	<p>Existe un alto riesgo a los usuarios de la vía de sufrir una caída sumamente peligrosa.</p>	<p>Colocar barandas temporales que permitan soportar un impacto y evitar que un peatón/ciclista sufra una caída hacia el cauce.</p>

Tabla 14: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Naranjillo (1-05-243).
Puente: Río Naranjillo (Ruta cantonal 1-05-243) Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Cables principales presentan oxidación y corrosión.</p>	<p>Los cables principales muestra oxidación en la totalidad del área e inicios de corrosión.</p>	<p>Estos elementos son el soporte principal de la superestructura, por lo que requieren estar en buenas condiciones. La corrosión puede generar fallas repentinas en este tipo de cables.</p>	<p>Realizar una limpieza profunda de los cables retirando la oxidación presente.</p> <p>Aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p>
 <p>El cable del sector aguas arriba no es continuo, presenta una unión a mitad del puente (riesgoso).</p>	<p>El cable del sector aguas arriba del puente no es un solo elemento, sino que está unido mecánicamente con otro cable.</p>	<p>Esta es una condición de riesgo, pues las uniones mecánicas tienden a perder fricción y tensión con el tiempo y el uso del puente.</p>	<p>Sustituir el cable por uno continuo de tamaño similar. Hasta tanto no se haga esto revisar la condición de los candados de unión para asegurarse que se mantiene la unión entre los cables.</p>
 <p>Un cable de refuerzo adicional colocado en el puente no está conectado con las péndolas</p>	<p>Un cable adicional de refuerzo no pasa por las uniones con las péndolas.</p>	<p>Al no estar anclado a las uniones con las péndolas este cable no aporta mayor capacidad al puente.</p>	<p>Sustituir los candados por unos de mayor tamaño para incorporar este cable al sistema de soporte del sistema de piso (evaluar recomendación anterior de sustitución del cable).</p>



 <p>Tablones en condición regular, algunos están sueltos.</p>	<p>Los tablones se presentan en condiciones regulares, algunos de ellos se han soltado y dejan espacios libres.</p>	<p>Los tablones sueltos pueden movilizarse y dejar discontinuidades peligrosas para los peatones y vehículos.</p>	<p>Evaluar la condición de sujeción de cada tablón y sustituir aquellos que presenten fracturas. Sujetar nuevamente los tablones sueltos (la labor de sustitución de tablones se recomienda realizar cada dos años).</p>
 <p>Puente carece de barandas y medidas básicas de seguridad.</p>	<p>El puente no tiene barandas, lo cual representa un riesgo a los usuarios.</p>	<p>Al no existir un sistema de contención, todos los usuarios de la vía corren riesgo de una caída al cauce.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>

Tabla 15: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Isidro – Santa Juana (1-05-183).
Puente: San Isidro-Santa Juana (Ruta cantonal 1-05-183) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Se alteró la forma natural (catenaria) de uno de los cables para compensar problema de deformación en la pasarela. Esto genera un cambio importante de tensión en el cable.</p>	<p>Durante la remodelación se alteró la forma del cable para nivelar la superficie de ruedo.</p>	<p>Mantener la forma del cable es importante para no generar cambios bruscos en las tensiones que pueden generar cortes en el cable.</p>	<p>Realizar inspecciones periódicas de las zonas donde se dan los cambios de dirección para comprobar que no se estén cortando hilos del cable principal.</p>
 <p>La remodelación del puente incluyó la colocación de un sistema de piso adicional, esto genera una carga permanente mayor (revisar tonelaje permisible).</p>	<p>Durante la remodelación se colocó un sistema de piso adicional sobre el existente.</p>	<p>La construcción de un nuevo sistema de piso incluye una carga permanente de importancia en la estructura que va a reducir la capacidad de soportar cargas vivas.</p>	<p>Investigar la capacidad de soporte original del puente y evaluar el efecto estructural del peso adicionado por el sistema de piso nuevo. Con esto sería posible calcular el tonelaje permisible.</p>

Tabla 16: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Esquipulas (1-05-216).
Puente: Esquipulas (Ruta cantonal 1-05-216) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>04.11.2019</p> <p>Inicios de socavación en ambos bastiones.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundaciones del bastión Oeste.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>04.11.2019</p> <p>Agrietamientos menores en la losa y en las vigas.</p>	<p>Se identifican agrietamientos leves en la cara inferior de la losa en una dirección correspondiente a esfuerzos de flexión.</p>	<p>Estos agrietamientos no representan un riesgo inmediato, pero si se extienden pueden generar desprendimientos de concreto y exposición del acero interno de refuerzo.</p>	<p>Dar seguimiento a su evolución, en caso de que se agrave su extensión o abertura de grietas, aplicar sellos superficiales.</p>
 <p>04.11.2019</p> <p>Barandas inadecuadas con una sección faltante.</p>	<p>Las barandas del puente no son funcionales, muestran deformaciones importantes.</p>	<p>Existe un riesgo de que las barandas no puedan soportar un impacto de forma segura.</p>	<p>Reparar la baranda y colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>



Drenajes superficiales insuficientes.




El puente no cuenta con un sistema de drenaje superficial funcional.

Durante las lluvias los flujos de agua del camino se acumulan sobre el puente generando una situación de riesgo al propiciarse una zona de hidroplaneo.

Canalizar las aguas de forma correcta en los accesos por medio de cunetas.

Colocar drenajes verticales en la superficie de ruedo procurando no afectar la armadura interna de la losa, colocar extensiones al menos 1 metro por debajo de la cara inferior de la losa.

Tabla 17: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Zapotal Bajo San José (1-05-202).
Puente: Zapotal Bajo San José (Ruta cantonal 1-05-202) Condición: Alarmante

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>15.10.2018</p> <p>Existe un riesgo de desprendimiento del relleno del acceso Oeste a causa de la socavación.</p>	<p>El bastión Oeste invade el cauce del río, provocando que sus aguas impacten y deterioren el relleno de aproximación.</p>	<p>En este punto se genera una socavación importante que atenta contra el acceso, siendo el mismo propenso a fallar ante una creciente.</p>	<p>El puente debe ser reconstruido. Esta estructura será atendida por la CNE. En el tanto no se construya se sugiere colocar material rocoso de diámetro mayor a 1 metro para evitar el desprendimiento del relleno.</p>
 <p>15.10.2018</p> <p>Apoyos y bastiones presentan socavación grave, los apoyos intermedios son inestables.</p>	<p>En los bastiones existe un problema de socavación y la condición de apoyo de las columnas es inestable.</p>	<p>La combinación de ambas situaciones vuelve riesgosa la condición de apoyo del puente, pues al existir el problema de socavación es posible que estas rocas se desplacen, restando soporte a estas columnas.</p>	<p>Reconstruir el puente.</p>
 <p>Superestructura con vigas de poca altura y rieles de refuerzo (condición inadecuada).</p>	<p>Las vigas del puente son de poca altura y parte de la superestructura son rieles de ferrocarril.</p>	<p>La longitud del puente combinada con el peralte de las vigas genera una superestructura con vibraciones y posibles deformaciones considerables.</p>	<p>Reconstruir el puente.</p>







 <p>Las barandas presentes están falladas y deben ser sustituidas</p>	<p>Las barandas del puente no son funcionales, muestran deformaciones importantes.</p>	<p>Existe un riesgo de que las barandas no puedan soportar un impacto de forma segura.</p>	<p>Colocar barandas temporales que permitan soportar un impacto y evitar que un peatón/ciclista sufra una caída hacia el cauce.</p>
 <p>Varias vigas presentan deformaciones importantes.</p>	<p>Se identifican deformaciones considerables en las vigas principales del puente.</p>	<p>Las vigas con estas deformaciones ya se consideran en estado de falla funcional. Por lo que es necesaria su sustitución.</p>	<p>Reconstruir el puente.</p>
 <p>El puente tiene problemas de alineamiento (acceso Oeste).</p>	<p>El ingreso al puente desde el acceso Oeste propicia el impacto a las barandas por el radio de giro reducido.</p>	<p>La maniobra de giro es incomoda, por lo que los daños en la baranda posiblemente han sido propiciados por maniobras de ingreso.</p>	<p>En la configuración del nuevo puente debe prestarse atención al alineamiento y radio de giro en este acceso para que el mismo no genere problemas de impacto (especialmente por vehículos pesados).</p>

Tabla 18: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Carlos San Jerónimo (1-05-242).
Puente: San Carlos San Jerónimo (Ruta cantonal 1-05-242) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>15.10.2019</p> <p>Fracturas en bastiones en zonas cercanas a esquinas (sobrecargas).</p>	<p>Ambos bastiones presentan agrietamientos en las zonas cercanas a los apoyos.</p>	<p>Es posible que estos agrietamientos fuesen causados por sobrecargas en el puente, si lo mismos se agravan pueden generar deformaciones y fisuras en la superestructura.</p>	<p>Realizar una reparación puntual en la zona de los apoyos del puente, valora la utilización de concretos expansivos y epóxicos que puedan rellenar las fisuras.</p>
 <p>15.10.2019</p> <p>Socavación inicial en bastión Oeste por debajo del aletón.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en las fundaciones de ambos bastiones.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>15.10.2019</p> <p>Es necesario extender los drenajes superficiales.</p>	<p>Los drenajes del puente no tienen extensiones, esto ocasiona que la humedad se acumula en la losa.</p>	<p>Esta humedad provoca descascamientos en el concreto y afectación del acero interno.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud en cada salida de los drenajes de la losa.</p>






 <p>15.10.2019</p> <p>Se identifica desgaste en la superficie de ruedo.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento leve de agregados.</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>La severidad es baja, sin embargo, si la misma se incrementa con el tiempo valorar la colocación de una capa delgada asfáltica con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua.</p>
 <p>15.10.2019</p> <p>Es necesario rotular uno de los accesos con señal de tipo Ceda.</p>	<p>No hay una señal de tipo Ceda en ninguno de los accesos.</p>	<p>Esta vía cuenta con un volumen de tránsito considerable en ambas direcciones, por lo que la ausencia de una señal de Ceda puede propiciar un accidente.</p>	<p>Colocar una señal de tipo Ceda en el acceso que cuente con mayor distancia de visibilidad disponible.</p>

Tabla 19: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Los Zúñiga #1 (1-05-037).
Puente: Calle Los Zúñiga #1 (Ruta cantonal 1-05-037) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Oxidación leve en vigas principales.</p>	<p>Se identifica oxidación y corrosión en las zonas de unión entre las losetas.</p>	<p>El paso del agua a través de las juntas de las losetas genera estos daños que reducen la vida útil del acero y disminuyen su capacidad soportante.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo. Colocar un material sellante entre las uniones de las losetas (cara inferior).</p>
 <p>Inicios de socavación en bastión Sur provocado por alineamiento de cauce.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión Sur.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>Baranda con impacto en el acceso norte.</p>	<p>Las barandas del puente presentan deformaciones por impactos vehiculares.</p>	<p>Existe un riesgo de que las barandas no puedan soportar un impacto de forma segura.</p>	<p>Reparar la baranda y colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>










 <p data-bbox="331 676 574 701">Daños en los bordillos.</p>	<p data-bbox="750 264 1002 453">Los bordillos presentan concreto desprendido y acero expuesto a causa de los golpes que ha sufrido.</p>	<p data-bbox="1015 264 1256 453">El principal riesgo es que ante otro impacto estos elementos terminen de ceder y no puedan contener un vehículo.</p>	<p data-bbox="1271 264 1531 390">Se recomienda reconstruir estos elementos en sus zonas dañadas.</p>
--	---	---	--

Tabla 20: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Pedro (1-05-150).
Puente: San Pedro (Ruta cantonal 1-05-150) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>El sistema de piso requiere intervención (rejillas dañadas, láminas de punta de diamante desgastadas)</p>	<p>Las rejillas del sistema de piso muestran daños y piezas sueltas.</p>	<p>El principal riesgo es que se genere un agujero en la superficie de ruedo que obligue a los conductores a realizar maniobras peligrosas.</p>	<p>Realizar la sustitución de los paneles que presentan mayores daños y hacer reparaciones puntuales en aquellos donde los daños son localizados.</p>
 <p>El sistema de piso requiere intervención (rejillas dañadas, láminas de punta de diamante desgastadas)</p>	<p>Las láminas de punta de diamante de la superficie de ruedo muestran un desgaste importante.</p>	<p>El desgaste reduce la fricción de contacto con las llantas de los vehículos, lo que puede provocar un accidente (especialmente en condiciones lluviosas).</p>	<p>Sustituir los paneles de piso que presentan desgaste de la superficie.</p>
 <p>Se observa una deformación longitudinal del puente en ambas cerchas (indicador de sobrecargas). Revisar limitación de carga.</p>	<p>El puente presentan deformaciones longitudinales en las barandas (principal elemento estructural de este tipo de puente).</p>	<p>La deformación de este tipo está asociada a sobrecargas en el puente, este es el inicio del mecanismo de falla típico de estos puentes.</p>	<p>Revisar la limitación de peso de acuerdo con la especificación de este tipo de puente (Bailey simple-simple) y buscar asesoría con el fabricante sobre mecanismos de corrección de este tipo de deformaciones.</p>

 <p>Los elementos de los extremos fueron modificados de su diseño original.</p>	<p>Los elementos de los extremos fueron modificados para poder ser ajustados como terminales.</p>	<p>Los paneles de los extremos no son los habituales para este tipo de puente, la unión de este tipo de estructuras puede generar deformaciones irregulares.</p>	<p>Mantener una vigilancia sobre el comportamiento de los paneles de los extremos (identificando deformaciones, fracturas de soldadura).</p> <p>Sustituir estos paneles extremos por aquellos que recomienda el fabricante.</p>
 <p>Las vigas transversales y sistema de arriostre del piso presentan oxidación e inicios de corrosión.</p>	<p>Los elementos inferiores del sistema de piso presentan inicios de oxidación y corrosión.</p>	<p>La oxidación y corrosión provocan debilitamiento de los elementos y reducen su vida útil.</p>	<p>Realizar una labor de limpieza y colocación de un sistema de protección anticorrosivo.</p> <p>Estas labores se podrían realizar cuando se sustituyan los paneles de piso.</p>
 <p>Algunos pasadores han perdido sus anillos de seguridad.</p>	<p>Algunos pasadores no cuentan con anillos de seguridad</p>	<p>Ante cargas vehiculares cíclicas, cargas de sismo y viento el puente tiene movimientos que podrían extraer un pasador.</p>	<p>Adquirir y colocar los anillos de seguridad faltantes.</p>

Tabla 21: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Los Zúñiga #2 (1-05-137).
Puente: Calle Los Zúñiga #2 (Ruta cantonal 1-05-137) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Inicios de socavación en bastión Norte.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en la fundación del bastión Norte.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>
 <p>Vigas con inicios de oxidación y decoloración.</p>	<p>Se identifica oxidación y corrosión en las zonas de unión entre las losetas.</p>	<p>El paso del agua a través de las juntas de las losetas genera estos daños que reducen la vida útil del acero y disminuyen su capacidad soportante.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo. Colocar un material sellante entre las uniones de las losetas (cara inferior).</p>
 <p>Las juntas de expansión requieren ser selladas para evitar el paso de sedimentos.</p>	<p>Las juntas de expansión no tienen elementos de relleno y sellado.</p>	<p>La ausencia de estos elementos facilita la intromisión de partículas duras dentro de la junta, lo cual puede generar fracturas en la losa debido a las deformaciones del puente por las cargas dinámicas.</p>	<p>Realizar una limpieza de ambas juntas, retirar todo el material que obstruye las mismas. Colocar un sello de características flexibles que impida el paso de sedimentos, agua y agregados hacia el interior de la junta, pero que no restrinja los movimientos del puente.</p>



Las barandas son inadecuadas para resistir un impacto de forma segura.

Las barandas del puente se consideran inadecuadas para soportar impactos vehiculares.

Existe un riesgo de que las barandas no puedan soportar un impacto de forma segura.

Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.

Tabla 22: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Martínez (1-05-141).

Puente: Quebrada Martínez (Ruta cantonal 1-05-141)

Condición: Satisfactoria



Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Es necesario colocar extensiones en los drenajes superficiales.</p>	<p>Es necesario colocar extensiones en los drenajes.</p>	<p>Si no se colocan extensiones el agua podría generar daños en el concreto por descascamiento.</p>	<p>Colocar tuberías de al menos a 1 metro de longitud en todas las salidas del drenaje superficial.</p>
 <p>Monitorear un posible inicio de socavación en las esquinas de bastiones.</p>	<p>Esta zona no presenta socavación aún pero se considera que es susceptible a este efecto.</p>	<p>La socavación podría remover material de apoyo de los bastiones.</p>	<p>Monitorear la condición de esta zona, en caso de que se presente desprendimiento de material de fondo implementar medidas de control y mitigación de socavación.</p>

Tabla 23: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente colgante sobre Río Pirrís (1-05-085).
Puente: Colgante sobre Río Pirrís (Ruta cantonal 1-05-085) Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Condición inestable de barandas, requieren trabajos de anclaje a la pasarela.</p>	<p>Las barandas del puente presentan daños considerables y están sujetas de forma precaria.</p>	<p>Existe un riesgo latente de que las barandas fallen ante un impacto vehicular, la caída del puente al cauce es superior a los 10 metros.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>
 <p>El sistema de piso requiere mantenimientos (limpieza y reparaciones puntuales).</p>	<p>Se identifican daños en y fracturas menores en el sistema de piso. Existe vegetación creciendo en el emplantillado de acero.</p>	<p>Estos deterioros se pueden traducir en agujeros importantes que obliguen a los conductores a realizar maniobras peligrosas o pongan en riesgo a los peatones.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la vegetación y hacer reparaciones puntuales en aquellos puntos donde los daños son localizados.</p>
 <p>Se deben sustituir algunas péndolas torcidas.</p>	<p>Algunas péndolas del puente presentan deformaciones y torceduras.</p>	<p>Estos elementos transmiten la carga del sistema de piso a los cables, por lo que estas deformaciones pueden generar roturas por concentración de esfuerzos.</p>	<p>Sustituir las péndolas que presentan mayor deformación y torceduras.</p>




 <p>Se identifica un agrietamiento menor en marco Oeste.</p>	<p>En el marco Oeste se identifica una grieta leve en todo el perímetro de una de las columnas.</p>	<p>En caso de detectarse más agrietamientos es posible que se requiere algún tipo de reforzamiento externo (fibra de carbono por ejemplo).</p>	<p>Dar seguimiento a esta grieta y a la aparición de nuevas fisuras en el concreto.</p>
 <p>Se requieren trabajos de pintura y protección a silletas y cable.</p>	<p>El puente requiere mantenimiento en los elementos de acero, especialmente en cable y silletas.</p>	<p>La oxidación y corrosión en elementos estructurales puede generar debilitamiento y reducción de vida útil.</p>	<p>Realizar una limpieza general retirando la oxidación y colocar un sistema de protección anticorrosivo.</p>
 <p>Se debe monitorear la condición del talud de margen izquierda (susceptible a deslizamientos).</p>	<p>El talud de la margen izquierda carece de una protección ante posibles deslizamientos.</p>	<p>El material de esta margen es una combinación de suelo y rocas, por lo que es susceptible a desprendimientos ante crecientes del río o sismo.</p>	<p>Dar seguimiento a posibles deslizamientos menores que puedan afectar la cimentación del marco Oeste.</p> <p>Revestir la cara de este talud con algún método de protección que reduzca la posibilidad de un deslizamiento mayor.</p>

Tabla 24: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Joaquín #2 (1-05-245).

Puente: San Joaquín #2 (Ruta cantonal 1-05-245)

Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Requiere labores de limpieza y pintura en vigas y barandas.</p>	<p>Se requieren labores de mantenimiento, limpieza y pintura de vigas y barandas.</p>	<p>Este puente se ubica en una zona de alta humedad, por lo que los elementos metálicos están expuestos a condiciones severas que pueden generar oxidación en corto plazo.</p>	<p>Implementar un programa de mantenimiento donde se incluyan labores de aplicación de protección anticorrosiva en vigas y barandas.</p>
 <p>Apoyos con oxidación y corrosión inicial.</p>	<p>La zona de los apoyos presenta oxidación causada por el material infiltrado por las juntas de expansión (sedimentos y agua).</p>	<p>La oxidación y corrosión pueden generar afectaciones importantes en la zona de apoyo de los puentes (reducción de vida útil y debilitamiento).</p>	<p>Sellar las juntas de expansión con material deformable que impida el paso de sedimentos y agua, pero que no restrinja los movimientos del puente. Ver comentario anterior, sobre el mantenimiento del puente.</p>

Tabla 25: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Las Delicias (1-05-245).
Puente: Quebrada Las Delicias (Ruta cantonal 1-05-245) Condición: Deficiente





Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Losa con desgaste importante y agregados expuestos.</p>	<p>La cara superior de la losa presenta desnudamiento severo de agregados.</p>	<p>Los agregados expuestos permiten el paso de humedad hacia el interior de la losa.</p> <p>Con el paso del tiempo los agregados pueden desprenderse y generar agujeros en la losa.</p>	<p>Colocar una capa delgada asfáltica con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua.</p>
 <p>Faltan barandas en el puente.</p>	<p>El puente carece de barandas de protección, su alineamiento con una curva en el acceso norte aumenta el riesgo de caída.</p>	<p>La ausencia de barandas representa un riesgo para los usuarios de la vía de una caída al cauce.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>
 <p>Vigas con inicios de oxidación.</p>	<p>Se identifican inicios de oxidación en las vigas principales del puente.</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo.</p>

Tabla 26: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Martín (1-05-244).
Puente: San Martín (Ruta cantonal 1-05-244) Condición: Seria

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Socavación grave en ambos bastiones del puente.</p>	<p>Existe una socavación grave en ambos bastiones, la misma se extiende por debajo de las fundaciones.</p>	<p>Este nivel de socavación ya compromete la estabilidad de las obras de protección y posiblemente de los bastiones.</p>	<p>Realizar obras de protección y relleno del material socavado.</p>
 <p>Daños importantes en la losa con desprendimiento del bordillo a causa de crecientes (acero expuesto).</p>	<p>El nivel de superficie del puente ha sido superado por el caudal del río, por lo que el material arrastrado generó daños importantes en el bordillo y la losa.</p>	<p>Se ha perdido parte de la losa y superficie de rodamiento, esto implica un riesgo para los usuarios.</p>	<p>En vista de que el puente ha presentado esta condición debe valorarse si el mismo tiene suficiente área hidráulica para recibir las crecientes de caudal que se presentan en esta quebrada. De no ser así, debe considerarse su sustitución.</p>
 <p>No hay barandas en el puente ni medidas de seguridad mínimas.</p>	<p>El puente no tiene barandas ni elementos de canalización.</p>	<p>La ausencia de barandas representa un riesgo a los usuarios en su condición actual. Especialmente durante las crecientes de la quebrada.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011</p>










 <p data-bbox="207 667 678 730">El puente ha sido impactado por materiales arrastrados por la quebrada.</p>	<p data-bbox="727 262 1003 420">Se identifican impactos considerables en los bastiones y superestructura a causa del material arrastrado.</p>	<p data-bbox="1023 262 1256 613">El puente no cuenta con la capacidad con la capacidad hidráulica para las crecientes que se han dado en esta quebrada, por lo que el material arrastrado ha generado daños importantes en los elementos estructurales.</p>	<p data-bbox="1276 262 1533 420">Valorar la sustitución de esta estructura (el puente se ubica en una ruta de muy bajo tránsito).</p> <p data-bbox="1276 457 1533 743">En caso de decidir no sustituirla es necesario realizar reparaciones y mejoras (ver comentarios anteriores) para brindar condiciones mínimas de seguridad a los usuarios.</p>
--	---	---	--

Tabla 27: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Quebrada Arroyo (1-05-250).
Puente: Quebrada Arroyo (Ruta cantonal 1-05-250) Condición: Deficiente

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>No hay barandas en el puente.</p>	<p>El puente carece de barandas de protección. Su alineamiento presenta una curva pronunciada en el acceso Este, aumentando el riesgo de caída.</p>	<p>La ausencia de barandas representa un riesgo para los usuarios de la vía de una caída al cauce.</p>	<p>Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.</p>
 <p>Bastiones presentan agrietamientos leves.</p>	<p>Los bastiones del puente presentan agrietamientos leves y nidos de piedra.</p>	<p>Tanto los agrietamientos como los nidos de piedra permiten el paso de la humedad a lo interno del bastión, esto favorece el deterioro del concreto.</p>	<p>Realizar un sellado de la superficie (repello) asegurándose de que todas las grietas y nidos de piedra sean sellados.</p>
 <p>Inicios de socavación en ambos bastiones.</p>	<p>Se identifica un inicio de socavación en ambos bastiones.</p>	<p>Estas socavaciones pueden avanzar por debajo de la fundación removiendo el material de apoyo de los bastiones y con ello afectar su estabilidad.</p>	<p>Construir obras de protección para la fundación colocando material de relleno en la zona afectada y aplicar medidas de prevención para evitar su reincidencia.</p>

 <p>Vigas presentan impactos por crecientes, descascaramiento y pérdida de sección.</p>	<p>Las vigas principales muestran señales de haber sido impactadas por el material arrastrado por el río.</p>	<p>Estos daños podrían acelerar el deterioro del acero interno y facilitar la aparición de grietas.</p>	<p>Realizar reparaciones puntuales en las vigas (repellos) para proteger el acero interno de las vigas.</p> <p>Vigilar la condición del puente ante los eventos de lluvia extrema que se presentan en esta zona.</p>
 <p>Existe un agujero en la losa, se está generando daño en el concreto por filtración de la humedad.</p>	<p>El drenaje superficial carece de una extensión y esto ha generado daños en el concreto.</p>	<p>El descascaramiento y la eflorescencia presentes favorecen el deterioro del concreto.</p>	<p>Colocar una extensión con tuberías en los puntos de descarga de agua del drenaje superficial, al menos 1 metro por debajo de la cara inferior de la losa.</p>
 <p>Acumulación excesiva de sedimento en la superficie de ruedo.</p>	<p>El puente presenta una acumulación importante de sedimento en la superficie.</p>	<p>El sedimento genera una carga permanente adicional en el puente y reduce la fricción de contacto de los vehículos, lo cual puede generar un accidente.</p>	<p>Remove el material acumulado en la superficie de ruedo y construir losas de aproximación en ambos accesos.</p>



6. Conclusiones y recomendaciones

- Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Tarrazú se han identificado y categorizados, como sigue:
 - 1 puente en condición satisfactoria
 - 14 puentes en condición regular
 - 6 puentes en condición deficiente
 - 1 puentes en condición seria
 - 3 puentes en condición alarmante: Hermanos Vargas Mata (Ruta cantonal 01-05-161, Quebrada Pedregosa (Ruta cantonal 1-05-243) y Zapotal Bajo San José (Ruta cantonal 1-05-202).
- Los deterioros y daños encontrados se refieren, en su mayoría, a deterioro de las vigas principales por oxidación y corrosión, problemas de socavación y daños en barandas y sistema de contención.
- Se recomienda establecer un programa de mantenimiento rutinario de puentes que incluya actividades periódicas como: chápea, limpieza, aplicación de pintura y remoción de sedimentos. De manera tal que, permita evitar daños mayores a los puentes a un bajo costo de inversión.
- Es importante recalcar que este proceso de evaluación no debe quedar en esta etapa preliminar, los puentes deben ser inspeccionados al menos cada dos años. Esta labor la puede realizar el personal de la Unidad Técnica de la Municipalidad una vez que reciban la capacitación correspondiente.
- La información mostrada en este documento y en los formularios de inspección no se considera suficiente para la creación de planos constructivos o carteles de licitación. Constituye un diagnóstico preliminar, a partir de una evaluación visual, de la condición actual de estas estructuras, por lo que corresponde a la Municipalidad de Tarrazú la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.
- Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están basados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos a la municipalidad

tome las medidas necesarias y oportunas que considere, para evitar un colapso de los puentes, así como la afectación a los usuarios. Por lo que, será la municipalidad la que deba establecer la forma en cómo se realizará la intervención de estos puentes. Esto en especial para aquellas estructuras categorizadas como “condición alarmante”.

Referencias

Ministerio de Obras Publicas y Transportes, (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: MOPT.

Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., & Loría-Salazar, L. G. (2015). *Actualización de los criterios de evaluación visual de*. San Pedro, Costa Rica, Universidad de Costa Rica.

Valverde, Germán, (2011), *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro, Costa Rica, Universidad de Costa Rica.



7. Anexos

Se adjuntan a continuación los formularios de inspección e inventario de cada puente. Los registros fotográficos son entregados en formato digital.