



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

LM-PI-GM-INF-06-2020

INFORME DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES MUNICIPALES EN EL CANTÓN DE VAZQUEZ DE CORONADO, SECTOR MONTSERRAT

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Setiembre 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-06-2020		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de inspección y evaluación de puentes municipales en el cantón de Vázquez de Coronado, Sector Montserrat		4. Fecha del Informe: Setiembre 2020
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de Vázquez de Coronado, 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 la asesoría técnica realizada por parte del LanammeUCR hacia la Municipalidad de Vázquez de Coronado, 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 Vázquez de Coronado mediante el oficio UT-206-089-2020 de 22 de Abril de 2020. El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de seis puentes y una alcantarilla ubicados en la Red Vial Cantonal de Coronado, mostrando los principales aspectos que se considera 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). Este informe complementa los resultados obtenidos en el Informe LM-PI-GM-INF-03-2019.		
8. Palabras clave Inspección de puentes, Coronado	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Número de páginas: 34
11. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos, MEng. Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / /		
12. Revisado por: Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / /	13. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR _____ Fecha / /	14. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora PITRA _____ Fecha / /

Índice de Contenidos

1. Introducción	5
2. Objetivos	5
3. Alcance del informe	5
4. Descripción general.....	7
5. Resultados principales de la evaluación de cada puente.....	9
Puente: Río Gacho (Ruta Cantonal 1-11-064)	¡Error! Marcador no definido.
Puente: Río La Máquina (Ruta Cantonal 1-11-064)	¡Error! Marcador no definido.
Puente: Río Cascajal (Ruta Cantonal 1-11-064)	¡Error! Marcador no definido.
Puente: Río Las Nubes (Ruta Cantonal 1-11-054)	¡Error! Marcador no definido.
Puente: La Calzada (Ruta Cantonal 1-11-103)	¡Error! Marcador no definido.
Alcantarilla: La Omega (Ruta Cantonal 1-11-029).....	¡Error! Marcador no definido.
Puente: Matinilla (Ruta cantonal 1-11-143)	¡Error! Marcador no definido.
6. Conclusiones.....	30
7. Recomendaciones	31
8. Referencias.....	32
9. Anexos	33

Indice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Vázquez de Coronado (Zona de Montserrat).....	7
Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente.....	9
Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Gacho (1-11-064).....	10
Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río La Máquina (1-11-064).	13
Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Cascajal (1-11-064).	16
Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Las Nubes (1-11-054)..	19
Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente La Calzada (1-11-103).	22
Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Alcantarilla La Omega (1-11-029)..	24
Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Matinilla (1-11-143).	27
Tabla 10 Priorización propuesta de intervenciones en los puentes del cantón de Vázquez de Coronado de acuerdo a su condición.....	30

1. Introducción

El presente documento presenta la evaluación de la condición de seis puentes y una alcantarilla mayor, en el cantón de Vázquez de Coronado ubicados en diferentes rutas cantonales en el sector de Montserrat, 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 del oficio UT-206-089-2020 emitido por este municipio en abril de 2020 y comunicaciones posteriores vía correo electrónico.

Las inspecciones fueron realizadas en el mes de Mayo y Junio de 2020. 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 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

- Identificar los principales deterioros y daños identificados en cada puente inspeccionado, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Vázquez de Coronado.
- 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 considera importante atender en 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 en sitio y el registro fotográfico de cada puente, por lo tanto, son criterios fundados 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.

Tampoco se cuenta con la información correspondiente a los planos constructivos, registros de inspecciones previas e historial de mantenimiento. Por lo que esta evaluación no realizará estimaciones de costo de las reparaciones generales propuestas, ni el cálculo de la capacidad de carga de ninguna de las estructuras inspeccionadas.

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 Vázquez de Coronado la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.

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

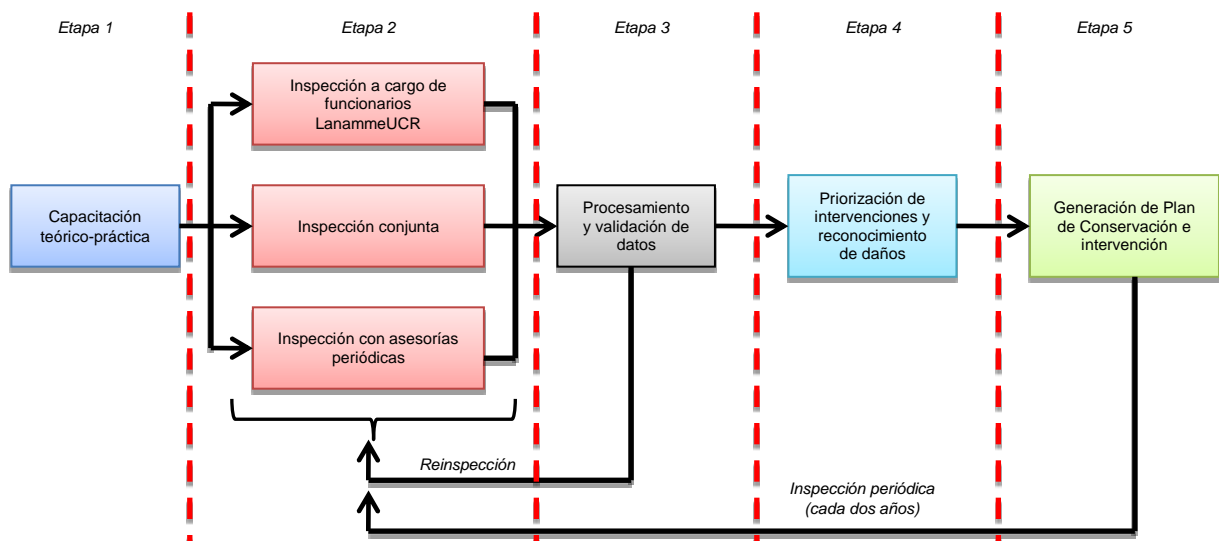


Figura 1: Metodología de inspección propuesta

Fuente: Curso inventario e inspección de puentes cantonales (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 4 m y 11,7 m. Los puentes inspeccionados se ubican en los distritos de Cascajal, Dulce Nombre, San Rafael y San Isidro. La tabla 1 resume sus características principales:

Tabla 1:

Descripción de los puentes inspeccionados en Vázquez de Coronado (Zona de Montserrat)

	Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas (CRTM)		Condición
				Latitud	Longitud	
1	Puente Río Gacho (Ruta cantonal 1-11-064)	8,5	Losa de concreto sobre chasis	10.03014	83.93124	Deficiente
2	Puente Río La Máquina (Ruta cantonal 1-11-064)	8,5	Losa de concreto sobre chasis	10.02102	83.94262	Deficiente
3	Puente Río Cascajal (Ruta cantonal 1-11-064)	8,5	Losa de concreto sobre chasis	10.01977	83.94428	Deficiente
4	Puente Río Las Nubes (Ruta cantonal 1-11-054)	11,7	Tablones de madera sobre vigas de acero tipo I	9.98588	83.94302	Seria
5	Puente La Calzada (Ruta cantonal 1-11-103)	9	Losa de concreto sobre vigas de acero	10.00040	84.00016	Seria
6	Alcantarilla La Omega (Ruta cantonal 1-11-029)	3,3	Losa de concreto	9.982769	84.00527	Regular
7	Puente Matinilla (Ruta cantonal 1-11-143)	9,5	Losa de concreto sobre vigas de concreto	9.970718	83.97952	Regular

Ubicación de Puentes - Cantón de Vázquez de Coronado

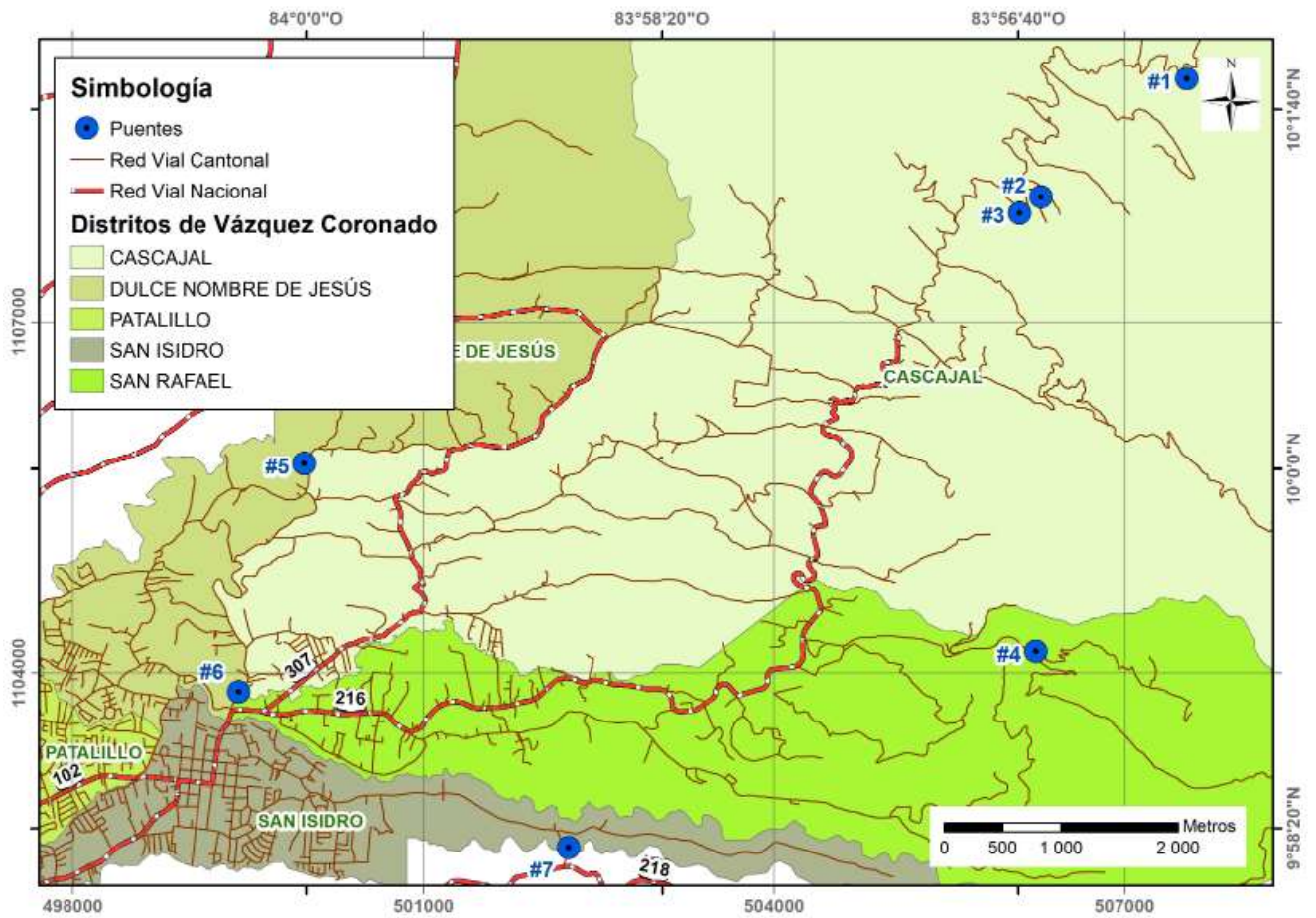


Figura 2: Mapa de ubicación de los puentes inspeccionados en Vázquez de Coronado
Fuente: LanammeUCR

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 3-9.

La clasificación de cada puente corresponde a una valoración de los tipos de deterioros y daños, el elemento afectado y la extensión de este. 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 (Muñoz-Barrantes, y otros, 2015)

Tabla 3.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Gacho (1-11-064)

Puente: Río Gacho (Ruta Cantonal 1-11-064)		Condición: Deficiente	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>La superestructura del puente esta conformada por un chasis de camión, el mismo presenta oxidación generalizada y zonas con corrosión puntual.</p>	<p>Se ha utilizado un chasis de camión para formar la superestructura de este puente (condición de severidad, deficiente).</p>	<p>El uso de elementos que no fueron diseñados para servir como estructura de soporte de puentes representa un riesgo al desconocer sus capacidades estructurales reales.</p>	<p>El puente no muestra daños significativos, sin embargo se recomienda brindar mantenimiento (protección anticorrosiva según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p> <p>Realizar inspecciones periódicas para verificar el comportamiento de la superestructura.</p>
Subestructura			
 <p>No se tienen aletones en los costados de los bastiones, por lo que se identifican deslizamientos en ambos accesos.</p>	<p>Al no existir aletones en los costados de los bastiones el material de relleno tiende a deslizarse (nivel de severidad, regular).</p>	<p>El material de relleno ubicado por detrás de los bastiones se ha comenzado a deslizar con lo que puede generarse una reducción de la vía en los accesos al puente, reduciendo su funcionalidad.</p>	<p>Construir aletones unidos a los costados de los bastiones y reconfigurar los rellenos. Seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>

 <p>Los bastiones están conformados por alcantarillas rellenas de concreto y paredes de mampostería intermedias.</p>	<p>Los bastiones del puente están compuestos por alcantarillas verticales rellenas de concreto con bloques de mampostería colocados en las zonas intermedias (condición de severidad, deficiente).</p>	<p>Al no ser un elemento monolítico es posible que en las juntas entre las alcantarillas se generen agrietamientos.</p> <p>La misma condición puede presentarse en las uniones de las alcantarillas con los bloques de mampostería.</p> <p>En otros puentes en el país construidos de forma similar se han dado agrietamientos severos producto de estas discontinuidades.</p>	<p>En caso de que aparezcan agrietamientos severos en las juntas entre las alcantarillas y los bloques de mampostería será necesario construir una estructura externa que brinde soporte a la superestructura; en ese caso se recomienda seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Se identifica socavación grave en el bastión de la margen derecha.</p>	<p>Se identifica socavación en la fundación del bastión de margen derecha (nivel de severidad, deficiente).</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. Esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
<p>Accesorios</p>			







	<p>Las barandas de puente han fallado y no se tiene un elemento de soporte (nivel de severidad, deficiente).</p>	<p>Al no existir un sistema de contención funcional, todos los usuarios de la vía corren riesgo de caer 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>Accesos</p>			
	<p>Puente de un carril. En ninguno de los accesos del puente se tiene una señal que regule las condiciones de paso (nivel de severidad, deficiente).</p>	<p>Hay poca visibilidad en ambos accesos lo que puede generar conflictos en el puente (colisiones frontales).</p>	<p>Colocar una señal de tipo "Ceda" en el acceso Norte del puente (el mismo tiene mejor distancia de visibilidad y frenado).</p> <p>Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo con los dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001)</p>

Tabla 4

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río La Máquina (1-11-064).

Puente: Río La Máquina (Ruta Cantonal 1-11-064)		Condición: Deficiente	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Daños en viga cabezal.</p>	<p>Se identifica un desprendimiento de concreto en una de las esquinas de la viga cabezal de la margen izquierda (condición de severidad, regular)</p>	<p>El desprendimiento del concreto expone el acero interno a condiciones de oxidación y corrosión. Adicionalmente reduce la longitud de apoyo de la superestructura en esa zona.</p>	<p>Realizar una reparación puntual de la zona asegurando una debida adherencia al resto de la viga cabezal. Seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>La superestructura del puente esta conformada por un chasis de camión, el mismo presenta oxidación generalizada y zonas con corrosión puntual.</p>	<p>Se ha utilizado un chasis de camión para formar la superestructura de este puente (condición de severidad, deficiente).</p>	<p>El uso de elementos que no fueron diseñados para servir como estructura de soporte de puentes es un riesgo al desconocer sus capacidades estructurales reales.</p>	<p>El puente no muestra daños significativos, sin embargo se recomienda brindar mantenimiento (protección anticorrosiva según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p> <p>Realizar inspecciones periódicas para verificar el comportamiento de la superestructura.</p>

Subestructura			
	<p>Los bastiones del puente esta compuestos por alcantarillas verticales rellenas de concreto con bloques de mampostería colocados en las zonas intermedias (condición de severidad, deficiente).</p>	<p>Al no ser un elemento monolítico es posible que en las juntas entre las alcantarillas se generen agrietamientos.</p> <p>La misma condición puede presentarse en las uniones de las alcantarillas con los bloques de mampostería.</p> <p>En otros puentes en el país construidos de forma similar se han dado agrietamientos severos producto de estas discontinuidades.</p>	<p>En caso de que aparezcan agrietamientos severos en las juntas entre las alcantarillas y los bloques de mampostería será necesario construir una estructura externa que brinde soporte a la superestructura; en ese caso se recomienda seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>
	<p>Se identifica socavación en las fundaciones de ambos bastiones (nivel de severidad, deficiente).</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. Esto de acuerdo a los lineamientos de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>







	<p>Se identifican desprendimientos leves de concreto en las caras de las alcantarillas del bastión de margen derecha (condición de severidad, regular).</p>	<p>Estos desprendimientos podrían generar agrietamientos y exponer el acero interno a condiciones de oxidación y corrosión.</p>	<p>Realizar un sellado de la superficie (repello) asegurándose de que todas las grietas y nidos de piedra sean sellados, seguir disposiciones de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
<p>Accesorios</p>			
	<p>Las barandas de puente han fallado y no se tiene un elemento de soporte (nivel de severidad, deficiente).</p>	<p>Al no existir un sistema de contención funcional, 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 5.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Cascajal (1-11-064).

Puente: Río Cascajal (Ruta Cantonal 1-11-064)		Condición: Deficiente	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>La superestructura del puente esta conformada por un chasis de camión, el mismo presenta oxidación generalizada y zonas con corrosión puntual.</p>	<p>Se ha utilizado un chasis de camión para formar la superestructura de este puente (condición de severidad, deficiente).</p>	<p>El uso de elementos que no fueron diseñados para servir como estructura de soporte de puentes es un riesgo al desconocer sus capacidades estructurales reales.</p>	<p>El puente no muestra daños significativos, sin embargo se recomienda brindar mantenimiento (protección anticorrosiva según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p> <p>Realizar inspecciones periódicas para verificar el comportamiento de la superestructura.</p>
Subestructura			
 <p>No se tienen aletones en los costados de los bastiones, por lo que se identifican deslizamientos en ambos accesos.</p>	<p>Al no existir aletones en los costados de los bastiones el material de relleno tiende a deslizarse (nivel de severidad, regular).</p>	<p>El material de relleno ubicado por detrás de los bastiones se ha comenzado a deslizarse con lo que puede generarse una reducción de la vía en los accesos al puente, reduciendo su funcionalidad.</p>	<p>Construir aletones unidos a los costados de los bastiones y reconfigurar los rellenos. Seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>

 <p>Los bastiones están conformados por alcantarillas rellenas de concreto y paredes de mampostería intermedias.</p>	<p>Los bastiones del puente están compuestos por alcantarillas verticales rellenas de concreto con bloques de mampostería colocados en las zonas intermedias (condición de severidad, deficiente).</p>	<p>Al no ser un elemento monolítico es posible que en las juntas entre las alcantarillas se generen agrietamientos.</p> <p>La misma condición puede presentarse en las uniones de las alcantarillas con los bloques de mampostería.</p> <p>En otros puentes en el país construidos de forma similar se han dado agrietamientos severos producto de estas discontinuidades.</p>	<p>En caso de que aparezcan agrietamientos severos en las juntas entre las alcantarillas y los bloques de mampostería será necesario construir una estructura externa que brinde soporte a la superestructura; en ese caso se recomienda seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Se identifica inicios de socavación en el bastión de la margen derecha.</p>	<p>Se identifica inicios de socavación en la fundación del bastión de margen derecha (nivel de severidad, regular).</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. Esto de acuerdo a los lineamientos de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>





Accesorios			
 <p>Barandas falladas en ambos costados del puente (condición deficiente).</p>	<p>Las barandas de puente no ofrecen suficiente nivel de contención (nivel de severidad, regular).</p>	<p>Al no existir un sistema de contención funcional, todos los usuarios de la vía corren riesgo de caer 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>
Accesos			
 <p>No hay señalización vertical regulatoria ni preventiva.</p>	<p>Puente de un carril. En ninguno de los accesos del puente se tiene una señal que regule las condiciones de paso (nivel de severidad, deficiente).</p>	<p>Hay poca visibilidad en ambos accesos lo que puede generar conflictos de paso en el puente (colisiones frontales).</p>	<p>Colocar una señal de tipo "Ceda" (R-1-2) en el acceso Norte del puente (el mismo tiene mejor distancia de visibilidad y frenado).</p> <p>Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo a los dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001).</p>

Tabla 6.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Río Las Nubes (1-11-054)

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Vigas principales con inicios de oxidación y corrosión.</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (nivel de severidad, seria).</p>	<p>La oxidación y la corrosión reducen la vida útil del elemento y afectan su capacidad de carga. No se observó el efecto de pérdida por delaminación pero el mismo está próximo a suceder sino se aplican medidas correctivas.</p>	<p>Realizar una limpieza y remoción de la oxidación y aplicar un sistema de protección anticorrosivo según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Sistema de piso en madera presenta deterioros y debe ser reemplazado</p>	<p>El sistema de piso en madera presenta daños, elementos fracturados y desprendidos (nivel de severidad, deficiente)</p>	<p>Este tipo de sistemas de piso requieren de un mantenimiento constante, su periodo usual de vida útil es de dos años.</p> <p>Una falla en estos elementos expone a los usuarios a caídas en el cauce que pueden generar lesiones y daños considerables.</p>	<p>Sustituir el sistema de piso en su totalidad. Seguir las disposiciones de la Sección 557.13 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>

Subestructura			
 <p>Desprendimiento de concreto con acero expuesto en bastiones</p>	<p>Los bastiones del puente muestran zonas con desprendimientos de concreto y acero expuesto (nivel de severidad, deficiente).</p>	<p>La exposición del acero al medio ambiente facilita la aparición de corrosión y pérdida de capacidad del refuerzo.</p>	<p>Realizar reparaciones puntuales para cubrir nuevamente el acero expuesto (previa limpieza del acero). Según los lineamientos de la Sección 568 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Daño por impacto en bastión de margen izquierda</p>	<p>En el bastión de margen izquierda se observó un daño por impacto generado por una roca que al deslizarse generó una fractura en la columna del marco del bastión (nivel de severidad, seria).</p>	<p>Este daño reduce la capacidad estructural de soporte de esta columna, por lo que ante una carga externa de sismo podría agravarse el daño o generar una falla local en esta zona.</p>	<p>Retirar el material que impactó el bastión.</p> <p>Realizar una revisión puntual de esta zona para determinar si es necesario reconstruir por completo esta zona del bastión, en ese caso aplicar los criterios de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>

Accesorios



El puente no tiene barandas, lo cual es una condición de riesgo.

No existen barandas en el puente y su alineamiento restringe la visibilidad en ambos accesos.

Al no existir un sistema de contención funcional, todos los usuarios de la vía corren riesgo de caer al cauce.



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.




Colocar una señal de tipo "Ceda" (R-1-2) en el acceso Norte del puente (el mismo tiene mejor distancia de visibilidad y frenado).


Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo a los dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001).

Tabla 7.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente La Calzada (1-11-103).

Puente: La Calzada (Ruta Cantonal 1-11-103)		Condición: Seria	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Las vigas del puente presentan oxidación en la totalidad del área e inicios de corrosión</p>	<p>Las vigas del puente presentan oxidación e inicios de corrosión (nivel de severidad, seria).</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 según los lineamientos de la Sección 563 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
Subestructura			
 <p>Existe una grieta en la unión entre el bastión y el aletón de la margen derecha</p>	<p>El agrietamiento identificado se presenta desde la fundación y ocurre en la zona de unión del aletón con el cuerpo del bastión. (indicar nivel de severidad, si procede?)</p>	<p>Si este agrietamiento continúa avanzando hacia la zona superior se podría presentar un deslizamiento del relleno que se ubica por detrás del aletón.</p>	<p>Realizar una reparación de la zona afectada, es posible que deba reforzarse externamente la zona agrietada. Seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>


	<p>Se identifica inicio de socavación en las fundaciones del bastión de margen derecha (nivel de severidad, regular).</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. Esto de acuerdo a los lineamientos de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
Accesorios			
	<p>No existen barandas en el puente, la caída al cauce es de aproximadamente 5 m de altura (severidad, seria).</p>	<p>Al no existir un sistema de contención funcional, todos los usuarios de la vía corren riesgo de caer 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>
Accesos			
	<p>No hay infraestructura para el manejo adecuado de aguas superficiales, por lo que los flujos llegan hasta el puente y caen sobre los rellenos por detrás de los aletones. (indicar nivel de severidad, si procede?)</p>	<p>Estas aguas sin manejo adecuado pueden generar deslizamientos en la zona posterior de los aletones y reducir el ancho disponible para el acceso vehicular.</p>	<p>Diseñar y construir un sistema de manejo de aguas superficiales promoviendo una evacuación adecuada antes de la llegada al puente.</p>

	<p>Puente de un carril. En ninguno de los accesos del puente se tiene una señal que regule las condiciones de paso (nivel de severidad, deficiente).</p>	<p>La vía de acceso cuenta con un ancho limitado que solo permite el paso de un vehículo a la vez, por lo que las maniobras en esta zona son complejas.</p>	<p>Colocar una señal de tipo "Ceda" en el acceso Norte del puente (el mismo tiene mejor distancia de visibilidad y frenado).</p> <p>Colocar delineadores en ambos accesos de acuerdo a los dispuesto por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (Sieca, 2001).</p>
---	--	---	---



No hay señalización en el puente

Tabla 8.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones Alcantarilla La Omega (1-11-029).

Alcantarilla: La Omega (Ruta Cantonal 1-11-029)		Condición: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
	<p>Se identifica degradación en el canal (fondo libre) de la alcantarilla (severidad, regular).</p>	<p>Esta degradación puede causar afectación por socavación de las fundaciones de la alcantarilla.</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. No se descarta la construcción de una losa de piso. Seguir los lineamientos de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>

Degradación de canal con potencial de generar socavación de fundaciones

 <p>Filtración a través de muro en margen derecha</p>	<p>Existe una infiltración de agua constante en el muro de la margen derecha (severidad, regular).</p>	<p>Esta infiltración debilita la estructura del muro y adicionalmente puede provocar la pérdida de finos en el relleno, poniendo en riesgo su estabilidad.</p>	<p>Identificar la fuente del agua que está infiltrando a través del muro.</p> <p>Una vez realizada la reparación de la fuga hacer trabajos de sellado de la pared del muro.</p>
 <p>Socavación de aletón en margen izquierda (puede generar afectación a la vía)</p>	<p>El alineamiento de la quebrada genera un impacto y socavación en la parte posterior del aletón en la izquierda en la entrada de la alcantarilla (severidad, grave).</p>	<p>Esta socavación puede amenazar la estabilidad de la calle si no se realizan obras de reparación y prevención.</p>	<p>Extender el aletón hasta que el mismo conecte con el talud de la margen izquierda.</p> <p>Posteriormente rellenar el material perdido para evitar afectación de la vía.</p>









	<p>Las paredes de los muros laterales presentan nidos de piedra con Descascaramiento (severidad leve).</p>	<p>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 todos nidos de piedra sean sellados. Seguir los lineamientos de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>
	<p>Se identifica un deslizamiento menor en el aletón de la entrada en margen derecha (severidad leve).</p>	<p>Este deslizamiento se presenta por un mal manejo de aguas pluviales que cae directamente en el aletón.</p>	<p>Construir obras de canalización (cuneta y bajante) de acuerdo a las Secciones 658 y 659 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010).</p>
	<p>Las barandas del puente presentan deterioro por impactos y están incompletas (severidad grave).</p>	<p>Estos elementos no ofrecen el nivel de contención necesario para este tipo de vía (acceso principal).</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 9.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Matinilla (1-11-143).

Puente: Matinilla (Ruta cantonal 1-11-143)		Condición: Seria	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Superestructura			
 <p>Agregados expuestos y desgaste de losa.</p>	<p>La losa del puente presenta desgaste superficial.</p>	<p>Un desgaste excesivo en la losa puede generar desprendimiento de agregados y agujeros en la losa si no se atiende a tiempo.</p>	<p>Valorar la colocación de una capa delgada de mezcla asfáltica con función sellante para proteger los agregados y reducir la posibilidad de daños por acumulaciones de agua. Esto de acuerdo a los lineamientos de la Sección 559 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Vigas con agrietamientos y acero expuesto.</p>	<p>Se identifican agrietamientos y acero expuesto en las vigas principales. (indicar nivel de severidad, si procede?)</p>	<p>La exposición del acero al medio ambiente genera corrosión que debilita las vigas principales.</p>	<p>Se debe valorar la posibilidad de colocar un refuerzo externo en estas vigas y realizar las reparaciones correspondientes para evitar una mayor afectación de las vigas según los lineamientos de la Sección 568 CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>

Subestructura			
	<p>Existe socavación localizada en ambos bastiones del puente. (indicar nivel de severidad, si procede?)</p>	<p>La socavación ha comenzado a extenderse por debajo de las fundaciones, generando un riesgo de desplazamiento.</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. Esto de acuerdo a los lineamientos de la Sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
	<p>Existe una separación entre el aletón y el bastión en esta zona del puente.</p>	<p>Existe el riesgo de deslizamiento si el aletón llegase a fallar, esto podría afectar el relleno de aproximación.</p>	<p>Realizar una reparación de la zona afectada, es posible que deba reforzarse externamente la zona agrietada. Seguir los lineamientos de la Sección 552 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
Accesorios			
	<p>No hay tubos de drenaje vertical de la losa que permitan evacuar de forma correcta el agua de escorrentía. (indicar nivel de severidad, si procede?)</p>	<p>La posición de la salida de los tubos hace que el agua de escorrentía salpique las vigas principales propiciando la oxidación y corrosión.</p>	<p>Colocar extensiones de al menos 1 metro de longitud por debajo del nivel inferior de las vigas en cada salida de los drenajes de la losa, asegurando que no afecte otros elementos del puente.</p>



Barandas con deterioros y acero expuesto.

Las barandas muestran deterioros con agrietamientos, desprendimientos y acero expuesto. (indicar nivel de severidad, si procede?)

Estos deterioros atentan contra la capacidad de soportar un impacto de forma segura por parte de las barandas, lo cual pone en riesgo a los usuarios.

Valorar la reconstrucción de estas barandas de acuerdo con la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Mayo 2011.

6. Conclusiones

Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Vázquez de Coronado se han identificado y categorizado, como sigue:

- Dos puentes en condición seria, que requieren atención, al identificarse deterioro significativo en alguno de sus elementos estructurales primarios, o bien, presentan deficiencias de seguridad vial muy riesgosas. En caso de no atenderse estos deterioros podrían conducir a una situación inestable a futuro. Estas intervenciones podrían incluir obras de reconstrucción o sustitución de componentes.
- Tres puentes en condición deficiente, que requieren de intervenciones de rehabilitación para mejorar la condición de los elementos que presentan algún deterioro antes de que pierdan su funcionalidad, o bien, deficiencias en seguridad vial.
- Dos estructuras en condición regular (un puente y una alcantarilla mayor), que requieren atención de los deterioros ligeros, que deben ser tratados por aspectos de durabilidad para evitar la progresión del daño, o bien, deficiencias en aspectos de seguridad vial. Estas intervenciones están enfocadas en labores de mejoramiento y mantenimiento preventivo.

En la siguiente tabla se propone una priorización de la intervención en los puentes cantonales de Vázquez de Coronado con base en la clasificación de su condición. Cabe aclarar que los puentes clasificados dentro de una misma categoría tienen igual nivel de importancia y por lo tanto igual nivel de priorización.

Tabla 10

Priorización propuesta de intervenciones en los puentes del cantón de Vázquez de Coronado de acuerdo a su condición.

Nombre del puente	Condición
1. Puente Río Las Nubes (Ruta cantonal 1-11-054)	Seria
2. Puente La Calzada (Ruta cantonal 1-11-103)	Seria
3. Puente Río Gacho (Ruta cantonal 1-11-064)	Deficiente
4. Puente Río La Máquina (Ruta cantonal 1-11-064)	Deficiente
5. Puente Río Cascajal (Ruta cantonal 1-11-064)	Deficiente
6. Puente Matinilla (Ruta cantonal 1-11-143)	Regular
7. Alcantarilla La Omega (Ruta cantonal 1-11-029)	Regular

- Los deterioros estructurales identificados durante la inspección consisten principalmente en agrietamientos en elementos de concreto, daños por corrosión y deformación de elementos metálicos como vigas principales y problemas de socavación. Cada uno de estos casos debe abordarse de forma individual y buscar asesoría de parte de especialistas en caso de ser necesario. No se omite manifestar que, en el caso de puentes clasificados en condición seria, estas intervenciones son prioritarias.

- La mayoría de los puentes inspeccionados presentaron deficiencias a nivel de seguridad vial, principalmente enfocados en deterioros en las barandas (o la ausencia de éstas). Así como ausencia o deterioro de señales de prevención y reglamentación en los accesos de los puentes. Se considera prioritario realizar mejoramientos en estos aspectos para solventar las deficiencias observadas.

7. Recomendaciones

- Se recomienda 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.
- Se recomienda establecer un Plan de Mantenimiento rutinario, que incluya actividades de preservación de las estructuras tipo puente que incluya actividades como: chapea, limpieza general, aplicación de pintura a elementos como barandas, bordillos, vigas principales y sistemas de arriostramiento, reparaciones menores en elementos de concreto. Este plan de mantenimiento podría aplicarse de forma anual haciendo una revisión general de los puentes para definir las tareas necesarias. El Plan de Mantenimiento de Puentes debe incluir actividades rutinarias y periódicas, aplicando una revisión general anual de los puentes para definir las tareas necesarias. Para ello se recomienda tomar en consideración el *Capítulo 6 Conservación de estructuras mayores del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras Y Puentes* (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015).
- Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están emitidas con fundamento en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos a la municipalidad que tome las medidas necesarias y oportunas que considere, para evitar un colapso de los casos clasificados en condición seria y evitar que los ubicados en las restantes categorías, prosigan el grado deterioro ocasionando una mayor inversión de recursos, 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.

8. Referencias

- LanammeUCR. (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. San Pedro: UCR.
- LanammeUCR. (2016). *Curso de inventario e inspección de puentes cantonales*. San Pedro: Universidad de Costa Rica.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. San José: MOPT.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*. San José: MOPT.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José, Costa Rica.
- 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: Universidad de Costa Rica.
- Sieca. (2001). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito*. Guatemala: USAID.

9. Anexos

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