UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-GM-INF-03-19

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

Preparado por:

Unidad de Gestión Municipal

LanammeUCR

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

San José, Costa Rica

Agosto, 2019

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LANAMMEUCR — LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

1. Informe LM-PI-GM-INF-03-2019	**2. Copia No.** 1
3. Título y subtítulo: Informe de inspección y evaluación de los puentes en el cantón Coronado	**4. Fecha del Informe:** Agosto 2019

5. Organización y dirección

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,
de Montes de Oca, 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 Coronado, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603; por medio de un convenio firmado entre ambas instituciones.

El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 8 puentes ubicados en la Red Vial Cantonal de Coronado, 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 georeferenciados 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 para realizar a cabo este proceso de inspección.

8. Palabras clave Inspección de puentes, Coronado	**9. Nivel de seguridad:** Ninguno	**10. Número de páginas** 24

11. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos, MEng Unidad de Gestión Municipal Fecha 12/8/19		
12. Revisado por: Ing. Jaime Allen Monge, PhD Coordinador Unidad de Gestión Municipal Fecha 12/8/19	**13. Revisado por:** Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor legal LanammeUCR Fecha 12/8/19	**14. Aprobado por:** Ing. Ana Luisa Elizondo Coordinadora PITRA Fecha 12/8/19

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Índice de Contenidos

1. Introducción 5
2. Objetivos 5
3. Alcance del informe 6
4. Descripción general 7
5. Principales hallazgos en cada puente 8
Puente: Santa Juliana 9
Puente: El Durazno 10
Puente: San Francisco 11
Puente: Calle Los Cedros 12
Puente: Patio de Agua 14
Puente: Calle Yerbabuena 15
Puente: Barrio El Carmen 18
Puente: Barrio Los Ángeles 20
6. Conclusiones y recomendaciones 22
7. Referencias 23
8. Anexos 24

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Coronado 7
Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente 8
Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Santa Juliana. 9
Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente El Durazno..... 10
Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Francisco. 11
Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Los Cedros. 12
Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Patio de Agua..... 14
Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Yerbabuena. 15
Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Barrio El Carmen. 18
Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Barrio Los Ángeles. 20

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

1. Introducción

El presente informe forma parte de los componentes y actividades indicados en el Convenio de Cooperación entre las Municipalidad de Vázquez de Coronado y la Universidad de Costa Rica, número R-CONV-051-2017 (con un plazo de 2 años a partir de agosto del 2017).

Para este caso, se presenta la evaluación de la condición 8 puentes en el cantón de Coronado ubicados en diferentes rutas cantonales, es un producto de las inspecciones y evaluaciones visuales de campo realizadas personal de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR. como parte de la asesoría técnica solicitada y acordada con la Municipalidad.

Las inspecciones fueron realizadas en el mes de abril de 2019. Los lineamientos seguidos durante todo el proceso corresponden con los indicados en el Manual de Inspección de Puentes 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 Coronado.
- Proporcionar recomendaciones generales sobre mantenimiento y/o reparación, para la toma de decisiones por parte de la Municipalidad, en aras de mejorar la condición estructural y funcional de los puentes evaluados.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

- 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 daño 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:

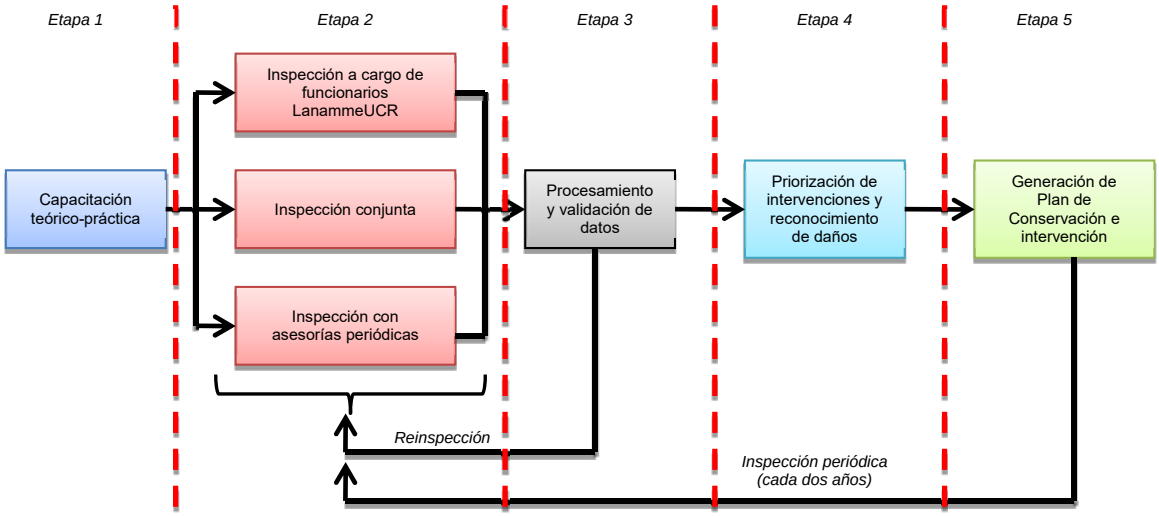

Figura1: Metodología de inspección propuesta
(Fuente: Curso inventario e inspección de puentes Lanamme,2017)

4. Descripción general

Los puentes que inspeccionados 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 4m y 30,5 m. Estas estructuras se ubican en los distritos de Dulce Nombre, San Isidro y San Rafael. La tabla 1 resume algunas de sus características:

Tabla 1: Descripción de los puentes inspeccionados en Coronado

Nombre del puente	Longitud (m)	Tipo de superestructura	Coordenadas	
Santa Juliana	9,9	Vigas simples con losa de concreto	9,96733	-84,01833
El Durazno	28,7	Vigas simples con losa de concreto	9,97429	-84,99783
San Francisco	9,0	Vigas simples con losa de concreto	9,96833	-83,99751
Calle Los Cedros	4,0	Losa de concreto	9,98366	-83,99751
Patio de Agua	30,5	Arco de mampostería	9,97944	-83,99033
Calle Yerbabuena	12,5	Vigas simples con losetas de concreto	9,98076	-83,98498
Barrio El Carmen	24,4	Cerchas de acero con losa de concreto	9,98456	-83,01332
Barrio Los Ángeles	18,4	Vigas simples con losa de concreto	9,98778	-83,01926

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

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. 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	Atención pronta. 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	Atención prioritaria. 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 substitución de elementos dañados	Atención inmediata. 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

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Tabla 3: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Santa Juliana.

Puente: Santa Juliana Condición: Alarmante

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Socavación grave en ambos bastiones - condición crítica	Las cimentaciones de ambos bastiones están comprometidas por efecto de la socavación local.	La pérdida de material por debajo de la cimentación puede generar deslizamientos y volcamiento de los bastiones.	Realizar obras de mitigación de la socavación y de rellenado de las zonas socavadas. Construir estructuras de protección de los bastiones y valorar trabajos de desvío del cauce.
Vigas principales con oxidación e inicios de corrosión	Oxidación y corrosión de vigas de acero.	La pérdida de sección en las vigas de acero debilitaría la superestructura y comprometería la capacidad de soporte del puente.	Realizar una limpieza de la viga y remover toda la oxidación. Posteriormente aplicar un sistema de protección con pintura.
Juntas de expansión sin sellos	Las juntas de expansión no tienen sellos y están parcialmente bloqueadas con mezcla asfáltica.	La ausencia de un sello facilita la entrada de agua y sedimento a la zona de los apoyos.	Colocar un sellante elastomérico que sea capaz de absorber los desplazamientos de la superestructura a la vez, evitar el flujo de agua hacia los apoyos.

Faltan canalizadores en los accesos del puente	Las barandas no tienen las terminales correctas en los extremos ni elementos canalizadores.	La configuración actual puede generar que durante un accidente estas barandas penetren el vehículo.	Colocar terminales adecuadas para evitar el riesgo de daños graves por introducción de extremo de baranda dentro de un vehículo, de acuerdo con *la Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras,* Mayo 2011.

Tabla 4: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente El Durazno.

Puente: El Durazno Condición: Satisfactoria

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Neoprenos parcialmente aplastados	Los neoprenos del puente muestran agrietamientos por aplastamiento.	Una falla en estos elementos podría generar daños por contacto (agrietamientos) entre la viga y el cabezal.	Monitorear condición de los neoprenos. En caso de que presente una falla completa se deberán sustituir los neoprenos empleando una técnica de levantamiento parcial del puente con gatos hidráulicos.
Falta una señal de Ceda	No hay un señal de ceda para regular el tránsito.	El puente es relativamente largo, por lo que es posible que dos vehículos se encuentren en mitad del puente.	Colocar una señal de tipo Ceda y cualquier otra que se considere necesaria, para regular adecuadamente el tránsito.

Tabla 5: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente San Francisco.

Puente: San Francisco Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Daños leves en bastiones por agrietamientos	Se identifican leves agrietamientos en los bastiones del puente. Además de inadecuada construcción de la junta fría.	Estos agrietamientos pueden tener diferentes causas, como permiten el ingreso de humedad hacia el interior puede provocar corrosión el acero de refuerzo, este efecto también sucede cuando hay una mala construcción de la junta fría.	Monitorear si estos agrietamientos aumentan o se ramifican. En caso de que no haya avance en su condición se puede realizar un repello, de darse un incremento se deberán realizar las reparaciones que corresponden en estos casos.
Barandas impactadas por alineamiento del puente	El alineamiento del puente favorece que los vehículos pesados pasen muy cerca de las barandas.	Un impacto a una baranda debilitará su capacidad de absorber otro impacto y podría comprometer la seguridad de los usuarios.	En caso de presentarse un accidente revisar las condiciones resultantes de la baranda. Eventualmente podrían ser sustituidas, considerando además *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras,* Mayo 2011.

Tabla 6: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Los Cedros.

Puente: Calle Los Cedros Condición: Seria

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Socavación en bastión de margen derecha	Se presenta socavación en el bastión de la margen derecha.	Posible pérdida de material de soporte de la cimentación y generar desplazamiento o volcamiento del bastión.	Realizar obras de protección y sustitución del material socavado.
Faltan calizadores en los accesos del puente y una señal tipo ceda	No hay canalizadores en los accesos del puente.	Si un vehículo pierde el control podría salir de la vía y caer en el cauce del río, pues no hay un adecuado sistema canalización y contención que lo mantengan en la vía.	Colocar un sistema de canalizadores y contención adecuados en ambos accesos, según la *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras,* Mayo 2011.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

 Agrietamientos menores en cara inferior de la losa y bastiones	Se identifican agrietamientos menores en la cara inferior de la losa.	Si aumentan el espesor de estos agrietamientos o su patrón de modificada a dos direcciones, significa que existe un problema de fatiga.	Evaluar periódicamente el avance de estos agrietamientos. En caso de aumentar su frecuencia o percibirse una mayor deflexión de la superestructura considerar un reforzamiento externo, de acuerdo con un estudio de reparación realizado por un profesional experto.
 El acero de refuerzo de la losa presenta oxidación y corrosión grave	El acero de los extremos de la losa presenta corrosión con pérdida de sección.	La rotura de un elemento de refuerzo puede generar agrietamientos excesivos y deflexiones peligrosas en la losa.	Los drenajes deben extenderse para evitar que el agua de escorrentía entre en contacto con el acero. Considerar la implementación de un refuerzo externo aprovechando que el puente es corto, según un estudio de reparación realizado por un profesional experto.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Tabla 7: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Patio de Agua.

Puente: Patio de Agua Condición: Regular

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Barandas con oxidación e impactos.	Las barandas presentan reparaciones por impactos que no brindan continuidad al sistema de contención.	El puente tiene una altura de caída importante, las barandas deberían cumplir con los requisitos TL-4 para evitar un accidente grave.	Colocar un sistema de protección que cumpla con los estándares de seguridad para puentes y cargas vehiculares pesadas, , según la *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras,* Mayo 2011.
Juntas de expansión dañadas (obstruidas y con aberturas mayores de 10cm).	En las juntas de expansión no hay un material sellante adecuado, se identifica mezcla asfáltica y sedimentos bloqueando parcialmente la junta.	La ausencia de un sello facilita el paso de agua a la zona de los apoyos, la presencia de mezcla asfáltica reduce la capacidad de desplazamiento de la superestructura.	Remover todo el material de mezcla asfáltica y sedimentos que bloquean la junta, colocar posteriormente un sello elastomérico que impida el paso de agua.
Vigas con oxidación, corrosión inicial, revisar juntas pernadas, por posible agrietamientos por fatiga	Las vigas principales muestran oxidación con inicios de corrosión, existen múltiples juntas pernadas.	Un avance progresivo en el deterioro de estas vigas reduciría considerablemente su vida útil.	Remover la oxidación y aplicar un sistema de protección con pintura, revisando de paso las uniones pernadas para asegurarse de que no existan agrietamientos por fatiga.

 Deslizamientos de tierra en costados de aletones.	En ambos accesos se identifican deslizamientos de tierra cerca de la zona de los aletones.	Estos deslizamientos puede provocar inestabilidad y fallas en los rellenos d de los aletones, que como consecuencia podría interrumpir el tránsito en este punto.	Revisar el comportamiento de los flujos de agua en los accesos y de ser requerido realizar obras de drenaje adecuados para evitar la continuidad de erosión y con ello evitar deslizamientos de mayor volumen. Aplicar medidas de contención pasivas en tanto el problema no se agrave.

Tabla 8: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Calle Yerbabuena.

Puente: Calle Yerbabuena Condición: Alarmante

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 Sobre capa de asfalto deteriorada en losa del puente.	La capa de asfalto colocada sobre el puente genera un peso adicional a la estructura y además presenta daños.	Un mayor deterioro en la capa de ruedo puede generar maniobras peligrosas sobre el puente y facilitar la acumulación de agua por formación de charcos, así como la infiltración de humedad en la losa y con ello su deterioro.	Remover el material de mezcla asfáltica. No volver a colocar esta capa de rodadura pues el puente no ésta diseñado para esta carga permanente adicional. Si una vez retirada la capa de rodadura, la losa muestra deterioros realizar su reparación según sea el caso.

 Barandas muestran impactos, oxidación y corrosión.	Las barandas han sufrido impactos vehiculares por lo que actualmente no hay garantría de que puedan resistir otro impacto sin ceder.	El puente tiene una altura de caída considerable, si las barandas son impactadas nuevamente no hay seguridad de que puedan evitar que un vehículo caiga al cauce.	Se debe colocar, a la mayor brevedad posible, las barandas y un sistema de contención de acuerdo con la *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras,* Mayo 2011.
 Los bastiones son muros de gaviones con daños graves en margen izquierda, comprometen la viga cabezal.	El muro de gaviones se ha dañado al punto de perder parte de las rocas de relleno, justamente por debajo de la viga cabezal que da soporte a las vigas principales.	Si el muro falla completamente y se fractura la viga cabezal, es posible que toda la superestructura se desplace inhabilitando el puente.	Reparar, a la mayor brevedad posible, el muro de gaviones y restituir el material de relleno.
 Socavación grave de los muros de gaviones de subestructura.	Se identifica socavación por debajo del nivel de desplante del muro de gaviones.	El sistema de gaviones es flexible, por lo que si no se atiende el problema de socavación se generarán deformaciones importantes en el muro, generando afectación en los rellenos de aproximación y la superestructura.	Realizar, a la mayor brevedad posible, obras de protección y relleno del material socavado. Reparar, a la mayor brevedad posible, el muro de gaviones y considerar la construcción de un muro externo que refuerce el bastión y proteja los gaviones.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

 Losetas con acero expuesto, una de ellas esta quebrada en el acceso norte.	Se identifica agrietamienos con acero expuesto en losetas del puente. Una de ellas muestra una fractura.	Este tipo de elementos tienden a presentar fallas por reventaduras en esquinas que facilitan la aparición de agujeros.	Mediante una inspección periódica se debe dar seguimiento a la condición de estas losetas, en el caso de la loseta fracturada si se dan desprendimientos de concreto, se recomienda que la misma deba ser sustituida, según un estudio de reparación realizado por un profesional experto.
 Vigas con oxidación e inicios de corrosión.	Las vigas muestran oxidación en la mayor parte de su superficie e inicios de corrosión (proceso de delaminación inicial).	Si las vigas no se atienden su vida útil se reducirá considerablemente al presentar pérdida de sección.	Realizar una remoción del material oxidado y evaluar si se ha presentado una pérdida de sección, en cuyo se deberá realizar su reparación o sustitución, según la valoración específica. Aplicar un sistema de protección con pintura para conservar el material existente.
 Longitud de apoyo insuficiente en bastiones	En sitio se midió una longitud de apoyo de 15 cm, la cual se considera insuficiente tomando en cuenta la longitud del puente.	En caso de un sismo o por desplazamiento de la viga cabezal el puente podría perder apoyo en sus extremos y fallar.	Debe considerarse la opción de construir un muro externo por delante de los gaviones que proteja los mismos y permita extender la viga cabezal para aumentar de paso la longitud de apoyo. Esto según un estudio de reparación realizado por un profesional experto.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Tabla 9: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Barrio El Carmen.

Puente: Barrio El Carmen Condición: Seria

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Socavación grave en muro de margen izquierda (Fundación de contrafuerte expuesta).	Se identifica detrás del muro con contrafuertes (acceso sur) un nivel de socavación a tal punto que la fundación está expuesta.	De perderse completamente el apoyo de esta zona de cimentación, el puente puede presentar asentamientos y deformaciones en la superestructura.	Hacer una revisión minuciosa en sitio para confirmar la extensión del daño. Se recomienda construir obras de protección para resguardar la integridad del bastión, según un estudio de reparación realizado por un profesional experto.
Juntas sin sello permiten el paso de sedimentos y agua.	No hay elementos de sello adecuados en las juntas.	A través de estas juntas se dan flujos de agua y sedimentos que facilitan los procesos de oxidación y corrosión en los apoyos del puente.	Colocar material elastomérico adecuado en las juntas para sellar correctamente las aberturas.
Barandas con deformación, faltante en una sección en acceso sur.	El puente carece de barandas en una sección del acceso sur.	Existe una caída importante hasta el cauce, un peatón o un vehículo podrían sufrir daños considerables por la ausencia de este elemento.	Se debe colocar, a la mayor brevedad posible, las barandas y un sistema de contención de acuerdo con la *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras,* Mayo 2011

Superficie de ruedo con agrietamientos menores.	Se identifican agrietamientos menores en la superficie de ruedo.	Por la longitud y flexibilidad del puente, se puede esperar la aparición de agrietamientos de esta naturaleza, el problema radica en que permiten el paso de agua hacia el interior de la losa.	Si las grietas aumentan considerablemente su espesor, se podría intervenir con un sellado de las mismas.
Elementos metálicos de las cerchas con inicios de oxidación.	Las cerchas presentan elementos con oxidación y corrosión inicial.	Si no se atiende este problema las cerchas podrían eventualmente perder capacidad y vida útil.	Realizar una limpieza general de las cerchas y aplicar un sistema de protección contra la oxidación.
Se identifica un desplazamiento en el apoyo Norte.	Se observó en el extremo norte un desplazamiento en el apoyo.	Por tratarse de un apoyo expansivo, se pueden esperar estos movimientos. Llegar al tope de la placa es un indicador de que se ha alcanzado el límite de la deformación esperable en el puente.	Dar mantenimiento a la zona de los apoyos y monitorear si las placas de conexión se deforman o si se deforman los pines de conexión con el bastión, con el fin de identificar si están a punto de alcanzar el límite de deformación para valorar la sustitución de manera oportuna.

Tabla 10: Daños y deterioros encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones puente Barrio Los Ángeles.

Puente: Barrio Los Ángeles Condición: Satisfactoria

Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
Agrietamientos en una y dos direcciones leves en losa inferior.	Se identifican agrietamientos en la zona inferior de la losa.	Si la severidad de los mismos aumenta puede ser un indicador de un problema de fatiga en la losa.	Dar seguimiento a su avance (espesor y frecuencia de agrietamientos). En caso de incrementarse considerablemente analizar la posibilidad de un refuerzo externo superficial.
Socavación en protección del bastión.	Se observa socavación en obra de protección compuesta por una escollera.	Si esta socavación no se atiende, eventualmente puede exponer la zona de cimentación. Actualmente no representa un riesgo.	Restituir el material perdido y reconstruir el borde de la escollera.
Desgaste moderado en superficie de rodamiento.	Se observa un desgaste inicial en la superficie de ruedo.	Si el desgaste es excesivo puede haber problemas de deslizamiento y pérdida de fricción.	En caso de que el problema se agrave se podría optar por un tratamiento de preservación superficial para recuperar la fricción.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Agrietamiento en viga cabezal en zona cercana a los apoyos.	Se observa un agrietamiento alineado con la zona de reposo de las vigas.	Si el agrietamiento se extiende o amplía en su espesor podría ser un indicativo de un sobreesfuerzo en esta zona.	Dar seguimiento a su avance: espesor y extensión de agrietamientos
Se identifica un apoyo con inclinación y deformación.	Una de los apoyos de las vigas principales muestra una inclinación transversal.	Es probable que este sea un defecto constructivo, en tanto no se agrave no representaría un riesgo a la superestructura.	Dar seguimiento al avance de la inclinación y deformación.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

6. Conclusiones y recomendaciones

- Producto de la inspección realizada a los puentes solicitados por la Municipalidad de Coronado se han identificado:
    - 2 puentes en condición satisfactoria
    - 2 puentes en condición regular
    - 2 puentes en condición seria
    - 2 puentes en condición alarmante
- Los deterioros y daños encontrados se refieren en mayoría a: deterioro de las vigas principales por oxidación y corrosión, problemas de socavación y ausencia de barandas y sistema de contención.
- Se recomienda establecer un programa de mantenimiento rutinario de puentes que incluya actividades periódicas como: chapea, 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.
- Para los casos donde se ha identificado una condición alarmante, donde se deben sustituir o construir elementos estructurales se recomienda buscar asesoría profesional y realizar los estudios de sitio necesarios para contar con información detallada y confiable antes de realizar inversiones mayores.
- 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 Coronado la decisión sobre la priorización y tipo de intervenciones, así como su diseño y construcción, según sea.

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

7. Referencias

Jiménez-González, David; Quesada-Campos, Josué; Campos-Cruz, Carlos; Salas-Chavez, Mauricio. (2017). *Guía de evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarilla.* San Pedro: UCR.

LanammeUCR. (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras.* San Pedro: UCR.

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: Universidad de Costa Rica.

8. Anexos

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

Tel.: +506 2511-2500 | Fax: +506 2511-4440 | direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr
Dirección: LanammeUCR, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica.
Código Postal: 11501-2060, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.