



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (PITRA)

LM-PI-GM-INF-04-2020

INFORME DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS MUNICIPALES EN EL CANTÓN DE MONTES DE OCA

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-04-2020		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Informe de inspección y evaluación de las alcantarillas municipales en el cantón de Montes de Oca		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 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 Montes de Oca, dentro del marco de las competencias establecidas en la Ley 8114 y 8603; por medio del convenio con número R-CONV-034-2018. El contenido del informe está orientado a brindar los resultados de la evaluación de 15 alcantarillas mayores ubicadas en la Red Vial Cantonal de Montes de Oca, 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 estas alcantarillas, 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 la Guía de la Evaluación de Estado y Desempeño de Estructuras Tipo Alcantarilla (Jiménez González, Quesada Campos, Salas Chaves, & Campos Cruz, 2016).		
8. Palabras clave Inspección de alcantarillas, Montes de Oca	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Número de páginas: 32
11. Preparado por:		
Ing. Josué Quesada Campos, M Eng. Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / /		
12. Revisado por:	13. Revisado por:	14. Aprobado por:
Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad de Gestión Municipal _____ Fecha / /	Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor legal LanammeUCR _____ Fecha / /	Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora PITRA _____ Fecha / /



Índice de Contenidos

1. Introducción	5
2. Objetivos	5
3. Alcance del informe	6
4. Descripción general.....	7
5. Resultados principales de la evaluación de cada puente.....	9
6. Conclusiones.....	29
7. Recomendaciones	30
8. Referencias.....	32
9. Anexos	33

Índice de Tablas

Tabla 1: Descripción de las alcantarillas inspeccionadas en Montes de Oca	7
Tabla 2: Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro de la alcantarilla.	9
Tabla 3: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla La Marsella (1-15-77 y 78).....	10
Tabla 4: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Monterrey (1-15-029).....	11
Tabla 5: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Cartaga (1-15-016).....	13
Tabla 6: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Masis (1-15-008).....	14
Tabla 7: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla parque Naduri – Calle 87 (1-15-034).....	15
Tabla 8: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Colegio Monterrey (1-15-013).	17
Tabla 9: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calles 39-41 (1-15-042).	19
Tabla 10: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle 71- Av.12 (1-15-047).....	20
Tabla 11: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Zapote-Barrio Pinto (1-15-046).....	21
Tabla 12: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla B° Don Bosco Calle 57 (1-15-046).....	22
Tabla 13: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla B° Don Bosco Diag. 18 (1-15-046).	24
Tabla 14: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Inst. Confucio-Calle57 (1-15-004).	25
Tabla 15: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Los Yoses Sur (1-15-001).	26
Tabla 16: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Boulevard Dent (1-15-042).....	27
Tabla 17: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Siles (RN-306).	28

1. Introducción

El presente documento presenta la evaluación de la condición de 15 alcantarillas mayores en el cantón de Montes de Oca 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 del convenio R-CONV-034-2018.

Las inspecciones fueron finalizadas en el mes de junio de 2020. Los lineamientos seguidos durante todo el proceso corresponden con los indicados en la Guía de la evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarillas (Jiménez González, Quesada Campos, Salas Chaves, & Campos Cruz, 2016), del LanammeUCR. 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 las alcantarillas inspeccionadas, los formularios son entregados como anexos a este documento.

2. Objetivos

- Presentar los principales deterioros y daños identificados en cada alcantarilla inspeccionada, señalando aquellos aspectos que ameriten la intervención por parte de la Municipalidad de Montes de Oca.
- 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 las alcantarillas evaluados.
- Clasificar la condición general de la alcantarilla en alguno de los cuatro estados propuestos por la metodología (bueno, regular, malo, critico).
- Recomendar una priorización para la intervención de las estructuras con base en su condición y su importancia relativa estimada con el índice de viabilidad técnico social de la vía (IVTS).

3. Alcance del informe

La valoración de las alcantarillas consiste 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 de la alcantarilla.

Los criterios utilizados para la clasificación de las alcantarillas y su designación dentro de cada categoría de deterioros y daño, se basa en la revisión en sitio y el registro fotográfico de cada alcantarilla, 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.

Para la realización de estas inspecciones e informe, no se tuvo acceso a información relacionada a planos constructivos, registros previos de inspección o de intervención de las alcantarillas. No se llevaron a cabo estimaciones de costo de las intervenciones propuestas, la información producto de estas inspecciones no se considera suficiente para la elaboración de planos constructivos o la emisión de carteles de licitación, dadas las limitaciones indicadas.

La información aquí suministrada constituye una valoración visual inicial de la estructura, por lo que no en todos los casos se tuvo acceso a la totalidad de la alcantarilla (especialmente a las zonas de conducción centrales) donde las dimensiones de la misma impiden una presencia por parte del inspector para observar posibles deterioros; por lo que corresponde a la Municipalidad de Montes de Oca la decisión sobre la priorización de las intervenciones, así como su diseño y construcción.

Al tratarse de una inspección visual de posibles deterioros y daños la validez de la misma es por un periodo no mayor de dos años o hasta la ocurrencia de un evento extraordinario que genere mayores afectaciones en los componentes de las alcantarillas inspeccionadas.

4. Descripción general

Las alcantarillas que se han inspeccionado se caracterizan por presentar estructuras típicas que consisten, en su mayoría, en conducciones de una única tubería con presencia de estructuras de entrada y salida. Se ubican en los distritos de San Pedro, Sabanilla, Mercedes y San Rafael. La tabla 1 resume sus características principales:

Tabla 1.

Descripción de las alcantarillas inspeccionadas en Montes de Oca

	Nombre de la alcantarilla	Longitud (m)	Tipo de estructura	Coordenadas (CRTM)		Condición General
				Latitud	Longitud	
1	Alcantarilla La Marsella (Ruta cantonal 1-15-77 y 78)	14,0	Alcantarilla de cuadro con cabezales y aletones	9.93794	84.03013	Buena
2	Alcantarilla Calle Monterrey (Ruta cantonal 1-15-029)	12,8	Alcantarilla mixta de mampostería y acero proyectada	9.93626	84.03365	Mala
3	Alcantarilla Calle Cartaga (Ruta cantonal 1-15-016)	8,7	Alcantarilla doble de cuadro y tubos de concreto con cabezales	9.94634	84.04279	Regular
4	Alcantarilla Calle Masis (Ruta cantonal 1-15-008)	20,8	Alcantarilla de cuadro con cabezales y aletones	9.93729	84.04717	Regular
5	Alcantarilla Parque Naduri Calle 87 (Ruta cantonal 1-15-034)	55,2	Alcantarilla de tubos de concreto con cabezales y aletones	9.93977	84.03768	Regular
6	Alcantarilla Colegio Monterrey (Ruta cantonal 1-15-013)	13,8	Alcantarilla doble de tubos de concreto con cabezales y salida proyectada	9.93923	84.04194	Regular
7	Alcantarilla Calles 39 - 41 (Ruta cantonal 1-15-042)	145,0	Alcantarilla de tubos de concreto con cabezales de entrada y salida proyectadas	9.93747	84.05943	Regular
8	Alcantarilla Calle 71 – Av.12 (Ruta cantonal 1-15-047)	20,9	Alcantarilla de tubos de concreto con cabezales de entrada y salida proyectadas	9.92854	84.04474	Regular
9	Alcantarilla Zapote – Barrio Pinto (Ruta cantonal 1-15-046)	10,8	Alcantarilla de cuadro con aletones	9.92212	84.05119	Buena
10	Alcantarilla Barrio don Bosco –Calle 57 (Ruta cantonal 1-15-046)	11,4	Alcantarilla de cuadro con entrada y salida proyectadas	9.92563	84.05233	Regular
11	Alcantarilla Diagonal 18 (Ruta cantonal 1-15-046)	15	Alcantarilla de cuadro con aletones	9.92606	84.05361	Regular
12	Alc. Instituto Confucio (Ruta cantonal 1-15-004)	13,2	Alcantarilla de cuadro con aletones	9.92652	84.05453	Regular
13	Alcantarilla Los Yoses (Ruta cantonal 1-15-001)	485	Alcantarilla doble de tubería de concreto con entrada y salida proyectadas	9.92755	84.05950	Buena

14	Alcantarilla Boulevard Dent (Ruta Cantonal 1-15-042)	157	Alcantarilla de tubos de concreto con cabezales y aletones	9.93797	84.05658	Regular
15	Alcantarilla Calle Siles (RN 306)	55	Alcantarilla de cuadro con aletones	9.93131	84.03485	Regular

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de cada una de las alcantarillas inspeccionadas durante este proceso, las ubicaciones de las mismas corresponden a la ubicación brindada por la Municipalidad de Montes de Oca.



Figura 1: Mapa con ubicación de las alcantarillas inspeccionadas
Fuente: LanammeUCR

5. Resultados principales de la evaluación de cada puente

En esta sección se presentan los principales deterioros y daños encontrados en cada alcantarilla inspeccionada durante este proceso. Se brinda una breve explicación de los posibles riesgos asociados y una recomendación general de cómo proceder para cada caso, ver tablas de la 3 a la 15.

La clasificación de cada alcantarilla 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 de la alcantarilla

Calificación	Condiciones a la que responde
Bueno	Como nueva o poco deteriorado, estructural y funcionalmente adecuada.
Regular	Con algún deterioro pero estructural y funcionalmente adecuada.
Malo	Con deterioro significativo o adecuada funcionalmente. Reparación recomendada
Crítico	En muy pobres condiciones tales que podrían atentar contra la salud y seguridad de los usuarios. Reparación inmediata requerida.
N/A	No aplica, dicho elementos no existe o dicho rubro no puede ser evaluado

Fuente: Guía de la evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarillas (Jiménez González, Quesada Campos, Salas Chaves, & Campos Cruz, 2016).

Tabla 3.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla La Marsella (1-15-77 y 78)

Alcantarilla: La Marsella		Condición general: Buena	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Daños menores en la entrada de la alcantarilla (desprendimientos de mampostería).</p>	<p>Se identifican daños en los elementos de mampostería de la entrada de la alcantarilla (severidad baja).</p>	<p>El desprendimiento de estos elementos puede ocasionar la aparición de agrietamientos y comprometer la estabilidad e integridad de la estructura de entrada.</p>	<p>Realizar una reparación local de la zona afectada, utilizando concreto y anclajes adecuado para asegurar que el daño no se extenderá al resto de la entrada. Seguir lineamientos establecidos en el Manual de Reparación de Concreto (American Concrete Institute, 2013) o su versión vigente.</p>
 <p>Existe un pozo de socavación en la salida.</p>	<p>A la salida de la alcantarilla se identifica un pozo de socavación (severidad baja).</p>	<p>La existencia de este tipo de formación a la salida de la alcantarilla evidencia un proceso de socavación activo que degrada el canal y podría afectar la estructura de salida.</p>	<p>Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 4.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Monterrey (1-15-029).

Alcantarilla: Calle Monterrey		Condición general: Mala	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Socavación en unión de alcantarilla metálica con mampostería.</p>	<p>Existe socavación en la unión entre la alcantarilla de mampostería y la tubería metálica (severidad grave).</p>	<p>La socavación que se genera en este punto genera remoción del material del fondo en la alcantarilla de mampostería exponiendo las fundaciones y propiciando el levantamiento de la tubería metálica.</p>	<p>Reconstruir el fondo de la alcantarilla con una losa de concreto que asegure, además, la posición de la alcantarilla metálica. Esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (<i>Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010</i>) o su versión vigente,</p>
 <p>Deslizamiento por falla de muro a la salida de la alcantarilla afecta ingreso a propiedades.</p>	<p>Se tiene un deslizamiento a la salida de la alcantarilla que compromete la servidumbre de ingreso a las viviendas vecinas (severidad grave)</p>	<p>La falla de este talud genera problemas de acceso a los vecinos de la zona, si no se construyen obras de retención se pueden ver afectadas las casas colindantes.</p>	<p>Se considera necesario construir un muro de retención e impermeabilizar el fondo del canal para evitar socavación. Estas intervenciones deberían extenderse hasta asegurar que las propiedades vecinas no corran riesgo.</p>

Alcantarilla: Calle Monterrey		Condición general: Mala	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Capacidad hidraulica reducida por estrechamiento de cauce.</p>	<p>En el ingreso de la alcantarilla se tiene una reducción del área hidráulica que puede generar desbordamiento de las aguas en eventos extremos (severidad grave).</p>	<p>Existen antecedentes de inundación en este punto, por lo que es claro que la capacidad de la alcantarilla no es suficiente para las avenidas máximas de esta quebrada.</p>	<p>La única alternativa para corregir el problema de insuficiencia de capacidad hidráulica sería la sustitución de la alcantarilla en su totalidad por una de mayores dimensiones.</p>
 <p>Salida de alcantarilla con daños y deformación del tubo.</p>	<p>La salida proyectada de la alcantarilla presenta daños por impacto y deformación del tubo (severidad media).</p>	<p>La presencia de estos deterioros facilita el bloqueo por escombros y puede generar arrastre del resto de la tubería por la acción del agua.</p>	<p>Realizar una sustitución de la sección afectada de acuerdo con los lineamientos de la sección 652 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 5.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Cartaga (1-15-016).

Alcantarilla: Calle Cartaga		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Capacidad hidráulica reducida por estrechamiento de cauce.</p>	<p>Se identifica una tubería colocada en medio del área hidráulica que reduce la capacidad hidráulica de la alcantarilla (severidad media)</p>	<p>La presencia de esta tubería no sólo reduce la capacidad de la alcantarilla, sino que también favorece la obstrucción de la misma con desechos que puedan quedarse enganchados de la misma.</p>	<p>Gestionar la relocalización de esta tubería para evitar esta condición.</p>
 <p>Socavación local a la salida de la alcantarilla.</p>	<p>Se identifica socavación local a la salida de la alcantarilla, específicamente en la sección de cuadro (severidad media).</p>	<p>La remoción de material de fondo en la salida de la alcantarilla puede generar daños en la estructura de salida.</p>	<p>Construir un delantal en concreto a la salida de la alcantarilla. Esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010).</p>
 <p>Salidas de agua en los aletones favorece la ocurrencia de socavación.</p>	<p>En la entrada de la alcantarilla se tienen tuberías pluviales en los aletones cuya descarga de agua favorece la ocurrencia de socavación en el fondo del cauce (severidad baja).</p>	<p>La socavación en el ingreso a la alcantarilla podría comprometer la estabilidad y funcionamiento de la estructura de entrada.</p>	<p>Construir descargas de agua adecuadas los lineamientos de la sección 655 del CR-2010 o su versión vigente. Construir un delantal de concreto al ingreso de la alcantarilla de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 6.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Masis (1-15-008).

Alcantarilla: Calle Masis		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Zona superior de cobertura en entrada requiere limpieza y retiro de escombros.</p>	<p>En la zona de la cobertura sobre la corona se tiene una serie de escombros y la descarga de una cuneta que favorecen la existencia del agujero entre la calle y el paso peatonal (severidad media).</p>	<p>Estos escombros eventualmente pueden generar una obstrucción a la entrada de la alcantarilla. Adicionalmente representa un riesgo a los usuarios de la vía.</p>	<p>Retirar todo el material suelto (escombros) en este punto.</p> <p>Instalar barandas vehiculares con un nivel de contención TL-4. Según los lineamientos de la sección 617 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>La alcantarilla cuenta con poca capacidad hidraulica, lo que ocasiona inundaciones durante crecientes.</p>	<p>Existe evidencia en sitio de desbordamientos de la quebrada en este punto a causa de la capacidad hidráulica reducida de la alcantarilla (severidad media).</p>	<p>El desbordamiento de la quebrada en este punto ocasiona problemas de transitabilidad en esta vía de alto tránsito.</p>	<p>La única alternativa para corregir el problema de insuficiencia de capacidad hidráulica sería la sustitución de la alcantarilla en su totalidad por una de mayores dimensiones.</p>

Tabla 7.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla parque Naduri – Calle 87 (1-15-034).

Alcantarilla: Parque Naduri – Calle 87		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Socavación en aletón y cimentación de entrada.</p>	<p>Se identifica socavación en la base de los aletones de la estructura de entrada (severidad media).</p>	<p>Esta socavación podría generar inestabilidad de los aletones y generar problemas de deslizamiento del relleno o de la cobertura.</p>	<p>Realizar obras de reparación y relleno de estas zonas socavadas. Adicionalmente, construir un delantal a la entrada de la alcantarilla de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Taludes en entrada con deslizamientos parciales.</p>	<p>Se identifican leves desprendimientos de material provenientes de los taludes cercanos a la entrada de la alcantarilla (severidad leve).</p>	<p>Los desprendimientos de los taludes pueden generar obstrucciones a la alcantarilla que podrían generar daños al parque donde se ubica y eventualmente a los usuarios del mismo.</p>	<p>Realizar un revestimiento del canal para evitar deslizamientos mayores, esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 664 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Alcantarilla: Parque Naduri – Calle 87		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Daños en uniones de tubos visibles.</p>	<p>Se observaron daños en las uniones de los tubos de concreto, que no fueron selladas durante su colocación (severidad media).</p>	<p>La ausencia de sellos entre los tubos de concreto facilita la generación de socavación local y pérdida de material de apoyo, lo cual puede generar un asentamiento de los tubos y fallas posteriores en los rellenos.</p>	<p>Realizar labores de sellado con mortero de las uniones de los tubos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.</p> <p>Considerar la utilización de MRF (metodología de reparación por forro – lanzado de concreto) para revestir internamente la tubería y sellar las uniones.</p>
 <p>Pozo de socavación en la salida.</p>	<p>A la salida de la alcantarilla se identifica un pozo de socavación (severidad media).</p>	<p>La existencia de este tipo de formación a la salida de la alcantarilla evidencia un proceso de socavación activo que degrada el canal y podría afectar la estructura de salida.</p>	<p>Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 8.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Colegio Monterrey (1-15-013).

Alcantarilla: Colegio Monterrey		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Poza de socavación a la salida de la alcantarilla, se identifica avance de la socavación.</p>	<p>A la salida de la alcantarilla se identifica un pozo de socavación (severidad media).</p>	<p>La existencia de este tipo de formación a la salida de la alcantarilla evidencia un proceso de socavación activo que degrada el canal y podría afectar la estructura de salida.</p>	<p>Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Tuberías no estan al mismo nivel.</p>	<p>Las dos conducciones no siguen la misma dirección ni tienen el mismo nivel de piso (severidad baja)</p>	<p>Esta condición hace que una de las conducciones funcione únicamente al llegar a cierto nivel de caudal, por lo que la distribución de volumen de agua no es equitativo.</p>	<p>Realizar inspecciones de seguimiento con mayor frecuencia en la conducción que presenta un funcionamiento constante.</p>

Alcantarilla: Colegio Monterrey		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Agrietamientos menores en concreto de los cabezales.</p>	<p>En la estructura de salida se identifican agrietamientos en el cabezal (severidad media).</p>	<p>Estos agrietamientos en el concreto pueden generar desprendimientos de mismo y reducir la capacidad del cabezal de soportar la tubería.</p>	<p>Realizar una reparación local de la zona afectada, utilizando concreto y anclajes adecuados para asegurar que el daño no se extenderá al resto de la salida. Seguir los lineamientos establecidos en el Manual de Reparación de Concreto (American Concrete Institute, 2013)</p>
 <p>Degradación del canal a la salida</p>	<p>El fondo del cauce de la quebrada se ha degradado por acción erosiva de las aguas (severidad media).</p>	<p>La erosión general que se observa en esta zona podría socavar estructuras de soporte conexas (muros) de las propiedades vecinas. Adicionalmente, esta socavación puede afectar eventualmente la zona de salida de la alcantarilla.</p>	<p>Construir un delantal a la salida de la alcantarilla según las disposiciones de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente, Rellenar la zona socavada y colocar un enrocamiento de acuerdo con la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente,</p>

Tabla 9.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calles 39-41 (1-15-042).

Alcantarilla: Calles 39 -41		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Alcantarilla principal de capacidad limitada, socavación en entrada con estrechamiento de cauce.</p>	<p>El área hidráulica de la alcantarilla es insuficiente para canalizar esta quebrada durante eventos extremos, se identifica socavación inicial en la entrada (severidad media).</p>	<p>Es muy probable que la quebrada supere la capacidad de esta alcantarilla con lo cual se pueden generar daños en las zonas aledañas (parque). La socavación identificada podría generar inestabilidad en la estructura de entrada.</p>	<p>Realizar un estudio hidrológico e hidráulico que permita identificar el área hidráulica que esta alcantarilla requiere para propiciar una ampliación de esta estructura.</p> <p>Construir un delantal de entrada según los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>La alcantarilla esta cubierta en su mayoría, su salida proyectada coincide con la entrada de otra alcantarilla (calle 39).</p>	<p>La salida de esta alcantarilla se encuentra muy cerca de la entrada de otra alcantarilla, por lo que es posible que en este punto se generen empozamientos y obstrucciones (severidad media).</p> <p>Existe riesgo de caída por parte de los usuarios del parque.</p>	<p>El principal riesgo es para los usuarios que utilizan el parque, pues existe un riesgo de caída a esta zona (existe una barandilla que ayuda a reducir ese riesgo).</p>	<p>Revisar si las dimensiones de la barandilla son suficientes para asegurar que un peatón no pueda caer en esta zona.</p> <p>Realizar mantenimientos periódicos para evitar la acumulación de desechos.</p>

Tabla 10.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle 71- Av.12 (1-15-047).

Alcantarilla: Calle 71-Avenida 12		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>La salida de la alcantarilla no tiene cabezal ni aletones y tiene una caída de al menos 1,5 m que provoca socavación.</p>	<p>En la salida de la alcantarilla se tiene una caída de agua de al menos 1,5 m que podría generar socavación. No se tienen aletones ni cabezal (severidad media).</p>	<p>Se podría generar socavación que desestabilice la alcantarilla, al no tener cabezal ni aletones la posibilidad de falla por pérdida de apoyo es mayor.</p>	<p>Construir un cabezal y aletones en la salida de la alcantarilla. Adicionalmente, construir un delantal/bajante de concreto, esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Existe un pozo de socavación a la salida de la alcantarilla</p>	<p>Se identifica un pozo de socavación importante en la salida de la alcantarilla.</p>	<p>La existencia de este tipo de formación a la salida de la alcantarilla evidencia un proceso de socavación activo que degrada el canal y podría afectar la estructura de salida.</p>	<p>Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Alcantarilla: Calle 71-Avenida 12		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Erosión leve en la entrada de la alcantarilla</p>	<p>Existe un proceso de erosión en la entrada de la alcantarilla, el mismo ha comenzado a avanzar por debajo de la tubería (severidad media).</p>	<p>Este proceso de erosión podría generar inestabilidad de la estructura de entrada.</p>	<p>Construir un delantal de entrada según los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 11.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Zapote-Barrio Pinto (1-15-046).

Alcantarilla: Zapote – Barrio Pinto		Condición general: Buena	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>No existe acceso a la totalidad de la alcantarilla por construcción de viviendas sobre el cauce.</p>	<p>No hay acceso a la zona de entrada de la alcantarilla. No se identificaron daños a la estructura en la zona donde se pudo ingresar (severidad baja).</p>	<p>La imposibilidad de acceder a la totalidad de la alcantarilla dificulta las labores de mantenimiento y prevención.</p>	<p>Realizar inspecciones anuales por dentro de la alcantarilla en época seca por la estructura de salida de la alcantarilla.</p> <p>Revisar la reglamentación existente sobre la legalidad de las construcciones sobre el cauce y entrada de la alcantarilla.</p>

Tabla 12.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla B° Don Bosco Calle 57 (1-15-046).

Alcantarilla: Barrio don Bosco – Calle 57		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Socavación en delantal de salida</p>	<p>Se identifica socavación por debajo del delantal en la estructura de salida (severidad media).</p>	<p>Esta socavación podría generar una fractura del delantal, propiciando un asentamiento de la tubería.</p>	<p>Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce y la zona por debajo del delantal de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Muro de gaviones socavado en su base</p>	<p>El muro de gaviones conexo al aletón de margen derecha ha perdido material en su zona de fundación (severidad grave).</p>	<p>Esta socavación ha causado deformación del muro de gaviones. Si el mismo cede podría generar un taponamiento de la alcantarilla.</p>	<p>Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Alcantarilla: Barrio don Bosco – Calle 57		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Inadecuado manejo de aguas superficiales en margen izquierda del cauce.</p>	<p>No hay infraestructura adecuada para conducir las aguas de escorrentía superficial proveniente de la vía (severidad media).</p>	<p>En este punto se está dando un proceso de erosión de la corona y cobertura de la alcantarilla.</p>	<p>Construir obras de canalización de las aguas de escorrentía superficial (cunetas y bajantes) para conducir las aguas a la quebrada sin generar erosión. Esto de acuerdo con los lineamientos de la secciones 655, 658 y 659 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Obras de protección necesarias en taludes de salida.</p>	<p>Se identifican leves desprendimientos de material provenientes de los taludes cercanos a la salida de la alcantarilla (severidad leve).</p>	<p>Los desprendimientos de los taludes pueden generar obstrucciones a la alcantarilla que podrían generar daños en las propiedades vecinas.</p>	<p>Realizar un revestimiento del canal para evitar deslizamientos mayores, esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 664 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 13.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla B° Don Bosco Diag. 18 (1-15-046).

Alcantarilla: Barrio don Bosco Diagonal 18		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Socavación en el fondo del cauce en la entrada de la alcantarilla.</p>	<p>Se identifica socavación en la entrada de la alcantarilla y degradación del fondo (severidad media).</p>	<p>Esta socavación podría avanzar hacia las paredes de la alcantarilla. Al tratarse de un fondo libre este proceso es más rápido.</p>	<p>Construir un delantal en la entrada y revestir el fondo de la alcantarilla de acuerdo con los lineamientos de las secciones 601 y 608 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Deslizamiento leve en la entrada por mal manejo de aguas de escorrentia.</p>	<p>En la estructura de entrada existe un deslizamiento causado por un mal manejo de aguas (severidad media).</p>	<p>Este deslizamiento podría generar pérdida del material de relleno de la vía y reducir su ancho de forma peligrosa.</p>	<p>Extender el aletón de entrada de la margen derecha y construir obras de canalización (cuneta y bajante) de acuerdo con las secciones 655, 658 y 659 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 14.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Inst. Confucio-Calle57 (1-15-004).

Alcantarilla: Instituto Confucio Calle 59		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Socavación en la salida.</p>	<p>Se identifica socavación en las paredes de la alcantarilla y degradación del fondo del canal (severidad media).</p>	<p>Esta socavación podría avanzar hacia las paredes de la alcantarilla. Al tratarse de un fondo libre este proceso es más rápido.</p>	<p>Construir un delantal en la entrada y revestir el fondo de la alcantarilla de acuerdo con los lineamientos de las secciones 601 y 608 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Pérdida de relleno en los aletones</p>	<p>El relleno por detrás del aletón de margen izquierda en la salida de la alcantarilla se ha desprendido parcialmente (severidad media).</p>	<p>Este deslizamiento podría generar pérdida del material de relleno de la vía y reducir su ancho de forma peligrosa.</p>	<p>Extender el aletón de entrada de la margen izquierda de acuerdo con las sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Alcantarilla: Instituto Confucio Calle 59		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Cambio de sección en la alcantarilla.</p>	<p>Se identifica un cambio de sección en la alcantarilla, esto implica que la estructura fue ampliada en algún momento.</p>	<p>Estos cambios de sección propician la ocurrencia de obstrucciones por parte del material arrastrado por el río.</p>	<p>Realizar limpiezas periódicas para asegurarse de que no exista material atrapado en el cambio de sección.</p>

Tabla 15: Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Los Yoses Sur (1-15-001).

Alcantarilla: Los Yoses Sur		Condición general: Buena	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Cambio en la conducción de la quebrada, utilización de rejilla para atrapar desechos grandes.</p>	<p>Esta alcantarilla genera un cambio en la conducción de esta quebrada, pasando de una sección abierta a un encauzamiento en dos tuberías de concreto.</p>	<p>Al darse este cambio de una sección abierta a un encauzamiento de tuberías se corre el riesgo de obstrucción, esto sumado a la longitud de la alcantarilla (430 m) hace necesario asegurar que no se den taponamientos dentro de la misma.</p>	<p>Realizar limpiezas periódicas y retiro de materiales de la alcantarillas, especialmente durante época lluviosa y después de avenidas importantes en la quebrada.</p>

Tabla 16.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Boulevard Dent (1-15-042).

Alcantarilla: Boulevard Dent		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Se identifican daños con desprendimiento de concreto en la unión inicial de la entrada.</p>	<p>En la primera unión de las tuberías existe un desprendimiento de concreto (severidad baja).</p>	<p>El desprendimiento de estos elementos puede ocasionar la aparición de agrietamientos y comprometer la estabilidad e integridad de la estructura de entrada.</p>	<p>Realizar una reparación local de la zona afectada, utilizando concreto y anclajes adecuados para asegurar que el daño no se extenderá al resto de la entrada. Seguir lineamientos establecidos en la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>
 <p>Hay socavación en la salida y se esta formando un pozo de socavación.</p>	<p>En la salida de la alcantarilla se tiene un inicio de socavación. que puede generar daño en el muro de gaviones que sostiene la alcantarilla (severidad media).</p>	<p>Se podría generar socavación que desestabilice la alcantarilla, al no tener cabezal en concreto ni aletones la posibilidad de falla por perdida de apoyo es mayor.</p>	<p>Construir un cabezal y aletones en la salida de la alcantarilla. Realizar un relleno de la zona donde se está formando la poza de socavación. Esto, de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 y 608 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.</p>

Tabla 17.

Daños encontrados, observaciones, riesgos y recomendaciones alcantarilla Calle Siles (RN-306).

Alcantarilla: Calle Siles		Condición general: Regular	
Daño encontrado	Observaciones	Riesgo o vulnerabilidad	Recomendaciones
 <p>Poza de socavación a la salida de la alcantarilla, se identifica avance de la socavación</p>	Se identifica un pozo de socavación importante en la salida de la alcantarilla (severidad media).	La existencia de este tipo de formación a la salida de la alcantarilla evidencia un proceso de socavación activo que degrada el canal y podría afectar la estructura de salida.	Realizar un relleno con rocas y concreto para revestir el fondo del cauce de acuerdo con las especificaciones de la sección 251 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Socavación de delantal a la salida</p>	Se identifica socavación por debajo del delantal en la estructura de salida (severidad media).	Esta socavación podría generar una fractura del delantal, acelerando el proceso de socavación de la salida de la alcantarilla.	Construir un bajante de concreto, esto de acuerdo con los lineamientos de la sección 601 del CR-2010 (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010) o su versión vigente.
 <p>Se identifica un cambio de sección en la entrada</p>	Existe un cambio en la sección de la alcantarilla, lo que genera un estrechamiento en la entrada y esto contribuye a las inundaciones reportadas (severidad grave)	Este estrechamiento reduce la capacidad hidráulica de la alcantarilla en su ingreso y afecta a las propiedades vecinas.	Realizar una revisión de la entrada y definir si la estructura de entrada ha sido obstruida de forma ilegal. Si ese fuese el caso, se recomienda demoler las estructuras ilegales que pudiesen reducir la capacidad hidráulica de la alcantarilla.

6. Conclusiones

Como producto de la inspección realizada a las alcantarillas solicitadas por la Municipalidad de Montes de Oca, estas estructuras han sido identificadas y categorizadas, como sigue:

- Tres alcantarillas en condición buena, las cuales presentan condiciones favorables a nivel estructural y funcional sin presentar riesgos inmediatos de falla. Estas alcantarillas requieren ser sujetas a programas de mantenimiento preventivo de forma periódica que incluyan limpiezas, reparaciones menores e inspección periódica.
- Once alcantarillas en condición regular, las cuales de acuerdo con sus deficiencias identificadas requieren de intervenciones que pueden incluir: reparaciones de elementos estructurales, ampliaciones de capacidad de caudal, intervenciones en los cauces, entre otras. Se recomienda que estas alcantarillas se incluyan en un plan de intervención a mediano plazo para evitar mayores problemas a los identificados.
- Una alcantarilla en condición mala (Calle Monterrey), que requiere de una intervención inmediata para mejorar las condiciones desfavorables y daños identificados como se detalló en la evaluación para evitar un colapso de la alcantarilla u obras conexas.

Los deterioros y daños encontrados se refieren, en su mayoría, a problemas en las estructuras de entrada y salida de las alcantarillas, insuficiente capacidad hidráulica de las secciones y problemas de estabilidad de cauces y laderas conexas.

Adicionalmente, se evidencia que estas estructuras han carecido de un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza de accesos, remoción de desechos, construcción de obras complementarias y reparaciones menores.

7. Recomendaciones

- Los criterios aquí planteados constituyen recomendaciones hacia las autoridades municipales y están fundamentados en la evidencia visual en sitio. No obstante, recomendamos a la municipalidad tome las medidas necesarias y oportunas que considere, para evitar afectaciones mayores a las alcantarillas mayores aquí evaluadas, 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 estas alcantarillas.
- Se recomienda desarrollar un Plan de Mantenimiento de Alcantarillas que incluya actividades rutinarias y periódicas, aplicando una revisión general anual de estas estructuras para definir las tareas necesarias. Para ello se recomienda tomar en consideración el *Capítulo 1 Conservación del derecho de vía*, *Capítulo 2 Conservación de estructuras menores* y *Capítulo 6 Conservación de estructura mayores*, del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras Y Puentes (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015). Dicho plan debe especificar las actividades rutinarias y periódicas, tales como:
 - Limpieza de la zona del derecho de vía (Actividad Rutinaria)
 - Manejo de la vegetación menor en la zona del derecho de vía (Actividad Rutinaria)
 - Manejo de la vegetación mayor en la zona del derecho de vía (Actividad Rutinaria)
 - Remoción de derrumbes (Actividad Rutinaria)
 - Limpieza de canales, cunetas y contracunetas (Actividad Rutinaria)
 - Reparación menor de canales, cunetas y contracunetas (Actividad Rutinaria)
 - Revestidas (Actividad Rutinaria)
 - Limpieza del sistema de alcantarillas (Actividad Rutinaria)
 - Reparación menor del sistema de alcantarillas de concreto (Actividad Rutinaria)
 - Reparación menor del sistema de alcantarillas metálicas (Actividad Rutinaria)
 - Revestimiento y reparación mayor de canales, cunetas y contracunetas revestidas (Actividad Periódica)
 - Reparación mayor del sistema de alcantarillas de concreto (Actividad Periódica)
 - Reparación mayor del sistema de alcantarillas metálicas (Actividad Periódica)

- Protección de riberas (Actividad Periódica)
- Reparación de muros de contención y de refuerzo (en la riberas Actividad Periódica)

Algunas de estas labores deben realizarse durante la estación seca para aprovechar los menores caudales. De manera tal que, permita evitar daños mayores a las alcantarillas a un bajo costo de inversión.

- Se recomienda que este proceso de evaluación no debe quedar en esta etapa preliminar, las alcantarillas deben ser inspeccionados al menos cada dos años y tener revisiones de funcionamiento después de eventos de lluvia extraordinarios. Esta labor la puede realizar el personal de la Unidad Técnica de la Municipalidad una vez (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2015) que reciban la capacitación correspondiente.

8. Referencias

- American Concrete Institute. (2013). *Concrete Repair Manual-4th Edition*. Farmington Hill, MI.: ACI.
- Jiménez González, D., Quesada Campos, J., Salas Chaves, M., & Campos Cruz, C. (2016). *Guía de la evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarilla*. San Pedro: LanammeUCR.
- 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.
- 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.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Manual de especificaciones para la conservación vial de caminos, carreteras y puentes*. San José, Costa Rica: 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.

9. Anexos

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