

I. INTRODUCCIÓN

La red vial cantonal (RVC) es de vital importancia para el país pues brinda accesibilidad y movilidad a la población, además de incentivar el desarrollo económico de las áreas rurales. La principal fortaleza que posee es su cobertura extensa y coherente con la distribución de la población. Sin embargo, su debilidad es la calidad deficiente que posee, ocasionada no solo por la falta de disponibilidad de recursos, sino por la falta de una gestión planificada (Xu, López, Allen, & Loría, 2019).

En el año 2001 entra en vigencia la Ley N° 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria, en donde los artículos 5 y 6 establecen que la Universidad de Costa Rica, mediante el LanammeUCR, asumirá la facultad de velar por la calidad y la eficiencia de la inversión pública, destinada a conservar y desarrollar la red vial nacional (RVN) del país. Después, en el año 2007 mediante la Ley N.º 8603, se modifica la Ley N.º 8114 incluyendo como parte de las labores del LanammeUCR el garantizar la calidad de la red vial cantonal (RVC) y realizando labores equivalentes a las establecidas para la RVN, en lo que razonablemente sea aplicable, mediante convenios de cooperación técnica entre la Universidad de Costa Rica y las distintas Municipalidades. Es por lo anterior que se crea la Unidad de Gestión Municipal (UGM) en el LanammeUCR, con el fin de cumplir estas funciones específicas.

La UGM se caracteriza por tener un funcionamiento dinámico y flexible pues el trabajo se enfoca, principalmente, en atender y adaptarse a las necesidades de las 82 municipalidades del país conforme van surgiendo las solicitudes de las mismas; respondiendo de manera oportuna y eficiente. Es un equipo multidisciplinario y altamente capacitado, con ingenieros civiles, geógrafos, y técnicos especializados. La filosofía de trabajo consiste en generar capacidades en las municipalidades, trabajar en conjunto y nunca sustituir a las unidades técnicas de gestión vial.

El enfoque de las labores de la UGM se da en dos niveles: uno a nivel general, que consiste en actividades para llegar a la mayor cantidad de municipalidades. El otro, a nivel individual, donde se trabaja con cada municipalidad de forma más específica, atendiendo las necesidades puntuales de cada gobierno local, todo con el objetivo común de modernizar y fortalecer la gestión vial municipal del país. En la Figura 1 se muestra las principales actividades que se realizan en cada nivel.

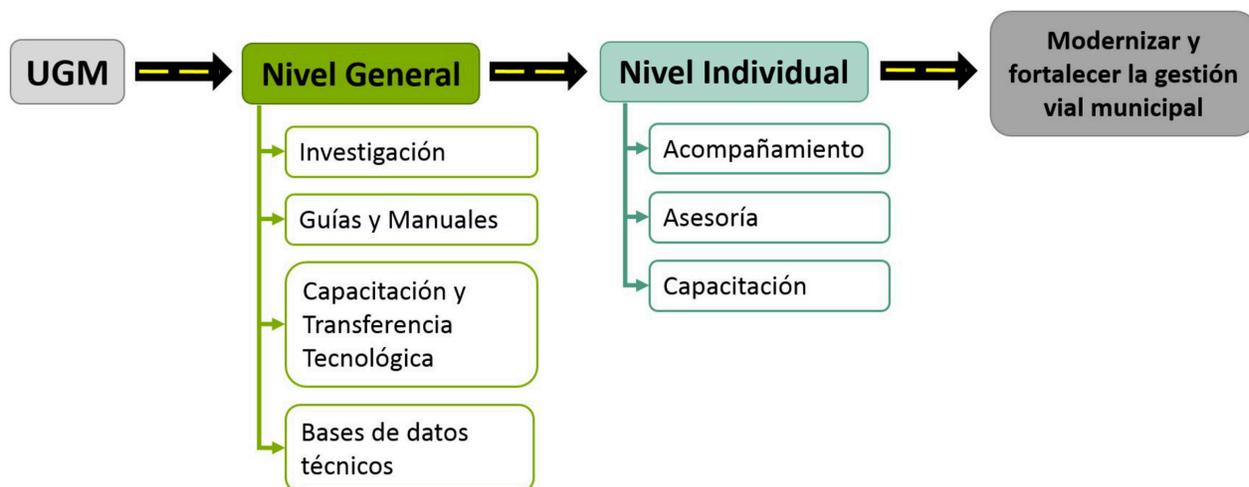


Figura 1. Enfoque de las labores de la UGM

Se ha logrado atender a 64 cantones del país desde el año 2008 al presente (78 % de las municipalidades del país). En este documento se presentan las principales labores realizadas en la UGM y los logros más importantes que se han obtenido desde su creación en materia de gestión vial municipal.

2. LABORES QUE REALIZA LA UNIDAD DE GESTIÓN MUNICIPAL

La UGM atiende las solicitudes de las municipalidades relacionadas con la infraestructura vial cantonal, que va desde temas en caminos pavimentados como no pavimentados, hasta puentes, alcantarillas, drenajes, elementos de seguridad vial, entre otros. A continuación, se presentan las principales labores realizadas:

• Evaluación e inspección de la red vial cantonal asfaltada (RVCA):

La evaluación de los caminos pavimentados se realiza siguiendo la metodología de Notas de Calidad, desarrollada en el LanammeUCR durante el año 2008; la cual posteriormente fue adaptada al contexto municipal. La metodología consiste en determinar la capacidad funcional del pavimento mediante el perfilómetro inercial láser y la capacidad estructural mediante el deflectómetro de impacto, se integran los resultados de estos dos parámetros, y de acuerdo con los niveles de tránsito vehicular, se asocia una nota de calidad al camino y se define el tipo de intervención requerida a nivel de red.

También se realiza la evaluación mediante la auscultación visual con la metodología PCI, la cual consiste en calificar la condición del pavimento en una escala del 0 a 100 (siendo 100 una condición excelente), a partir de la extensión, severidad y tipo de deterioros observables en la superficie del pavimento. Adicionalmente, se caracteriza la estructura del pavimento, espesores, capacidad soportante y clasificación del tipo de material en las capas del pavimento.

• Evaluación e inspección de la red vial cantonal en lastre (RVCL):

Según datos de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, durante el año 2012, 17% de las rutas cantonales se encuentran asfaltadas y cerca del 83% siguen siendo de lastre o tierra (Loría & Umaña, 2014), es por lo anterior que la UGM realiza labores de evaluación de las rutas de lastre, pues es muy importante saber el estado de las rutas para determinar el tipo de intervención que se debe realizar.

En la UGM se emplea el equipo Rugosímetro III para evaluar la regularidad superficial de las rutas de lastre; el equipo mide el perfil del terreno y mediante una escala, definida en el LanammeUCR, se califica la condición de la ruta. Adicionalmente, se realiza la evaluación mediante el método visual PASER, desarrollado en la Universidad de Wisconsin, en donde se definen unidades de muestreo, se registran los deterioros existentes con su respectiva severidad y se obtiene una calificación de la ruta del 1 al 5 (siendo 5 la condición ideal).

• **Inventario e inspección de puentes:**

La UGM realiza un inventario e inspección de las principales características de los puentes municipales, siguiendo principalmente los lineamientos establecidos por el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2007). En el inventario se determinan características básicas del puente, como lo es su ubicación, longitud, número de vigas, tipo de estructura, entre otros elementos. La inspección se basa en una identificación visual de su condición, en donde se identifican daños y deterioros en sus elementos, ya sea agrietamiento, corrosión, socavación, entre otros. Estas labores se efectúan con el propósito de estimar la cantidad real de puentes que se encuentran dentro del marco de administración de los municipios, además de conocer su condición, y finalmente, lograr priorizar la atención de los mismos con un diagnóstico justificado técnicamente (Quesada, Resultados y experiencias en la inspección de puentes viales cantonales, 2019).

• **Inventario e inspección de alcantarillas:**

Se ha estimado que en Costa Rica existen alrededor de 5 600 puntos en donde caminos cantonales se cruzan con algún cuerpo de agua (río, quebrada, caño, etc.), y en muchos casos corresponden a cruces de caudal relativamente bajos, en donde se colocan alcantarillas (Quesada, 2018). Estas estructuras representan un componente importante para el funcionamiento adecuado y eficiente de la red vial cantonal, es por ello que se vio la necesidad de las municipalidades de saber la cantidad y condición de las mismas.

El inventario e inspección se realiza mediante la Guía de evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarilla del LanammeUCR (LanammeUCR, 2017). En el inventario se describen los componentes y las dimensiones de la alcantarilla, y en la inspección, se determina si el estado o desempeño de la alcantarilla es adecuada. Lo anterior les da a las municipalidades las herramientas necesarias para generar un plan de priorización de atención de estos elementos en su cantón.

• **Inventario e inspección del sistema de evacuación pluvial:**

La inspección e inventario se realiza con el Sistema de Inspección Automática modelo P350, en donde el equipo es manejado mediante un control remoto y puede recorrer las tuberías pluviales, logrando capturar videos y fotografías, permitiendo ver el estado de la red pluvial y determinar si ésta presenta algún tipo de obstrucción, deterioro, u otro detalle. La UGM realiza el levantamiento en campo del sistema pluvial del cantón y se genera como producto final una capa cartográfica con detalles de las estructuras como pozos de registro, cajas de registro, tragantes y tubería pluvial, además de la condición de dichas estructuras. Actualmente se está implementando y desarrollando con éxito la primera inspección e inventario del sistema de evacuación pluvial de una municipalidad.

• **Estimación del valor patrimonial vial:**

El patrimonio vial se denomina como “el conjunto de toda la infraestructura vial, de la cual se esperan beneficios para las generaciones actuales y futuras” (Instituto Nacional de Vías, 1997). Dada la necesidad que presentaban las municipalidades de saber el valor monetario que representaba su patrimonio vial, el LanammeUCR se dio a la tarea de generar una metodología para la estimación del valor del patrimonio vial municipal en el 2016, la cual fue aplicada con éxito en una municipalidad y actualmente se está trabajando con otras para dicha estimación.

Los componentes que se incluyen en la estimación son las capas de rodadura (componente de vías), estructuras mayores de pasos de agua (puentes y alcantarillas) y elementos conexos (aceras, cordones y caños, señales de tránsito). Cada componente posee su propia metodología para la asignación del valor monetario en virtud de la naturaleza del elemento y las herramientas disponibles, posteriormente se pondera el valor total de cada elemento y se obtiene el valor del patrimonio vial (Quesada, 2018).

• **Asesorías Técnicas:**

El acompañamiento y asesoría consiste en trabajos en conjunto con las municipalidades, atendiendo las necesidades específicas que vayan surgiendo en cada gobierno local, desde etapas preliminares de planificación, hasta en etapas de ejecución y mantenimiento. Cabe mencionar que en el año 2016 entró en vigencia la Ley N.º 9329, en donde se triplicó la cantidad de recursos que disponen las Municipalidades para atender la RVC, lo cual ha modificado, diversificado e incrementado las actividades que realizan, por lo que con mayor frecuencia las municipalidades solicitan servicios más específicos y especializados a la UGM.

Las asesorías realizadas en las diferentes municipalidades consisten en estudios preliminares, recomendaciones de intervenciones en proyectos de pavimentos, asesoría en la elaboración de planes quinquenales y planes de desarrollo, inspección y recomendaciones de intervenciones en puentes, evaluaciones de daños en infraestructura y taludes, inspección de obras y verificación de calidad de los materiales empleados en las obras de infraestructura vial. Todos corresponden a temas que se van desarrollando conforme a las solicitudes y necesidades de las municipalidades.

• **Capacitaciones:**

Uno de los objetivos de la UGM es fortalecer las capacidades técnicas de las Municipalidades en el campo de la gestión de la infraestructura vial cantonal; es por ello que se desarrollan actividades de transferencia de tecnología y capacitación constantemente, desde un enfoque general hasta individual.

Se realizan talleres, cursos y otras actividades de capacitación en temas tales como: inventario e inspección de puentes y alcantarillas, caminos de bajo volumen, uso de equipos para realizar ensayos de campo, presupuestos y reajustes de precios, inspección de obra vial, gestión de activos viales, bacheos, cálculo del valor patrimonial vial, Sistemas de Información Geográfica (SIG), diseño de pavimentos, retrocálculo de módulos, entre otros.

• **Proyectos de investigación:**

La UGM realiza investigaciones en conjunto con la Unidad de Investigación en Infraestructura y Transporte (UIIT) del LanammeUCR, con el propósito de desarrollar e introducir nuevos procedimientos, herramientas y equipos que permitan modernizar y mejorar la gestión de la infraestructura vial municipal.

Entre los temas de investigación que se están desarrollando son: evaluación de la vulnerabilidad ante amenazas naturales en rutas cantonales, reutilización de materiales en pavimentos de rutas cantonales, desarrollo de herramientas digitales de apoyo para inspectores viales municipales, definición de parámetros de carga vehicular, evaluación de caminos no pavimentados, técnicas para el control del polvo, y métodos de estabilización de suelo y materiales granulares en caminos de bajo volumen, entre otros temas.

• **Generación de guías y manuales:**

Se desarrollan procedimientos, guías y manuales técnicos para el uso de las unidades encargadas de la gestión vial en las municipalidades, basadas en conceptos y prácticas modernas de ingeniería, adecuadas a las condiciones particulares que presenta la red vial cantonal.

Algunos guías y manuales que se han generado son la Guía de evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarilla y el Manual de recepción de obra vial. Actualmente se está trabajando en el Manual de mantenimiento y preservación de puentes cantonales, la Guía simplificada de diseño de puentes cortos en vías cantonales y la Guía de diseño de pavimentos de bajo volumen con el equipo Cono de Penetración Dinámica (DCP por sus siglas en inglés), entre otros.

• **Sistemas de Información Geográfica y Bases de Datos:**

Un objetivo de la UGM es promover el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los municipios, mediante labores de capacitación y asesoría técnica. Esto con el fin de crear bases de datos espaciales del inventario y la con-

dición de diferentes elementos de la infraestructura vial, lo cual funciona como una herramienta de planificación y seguimiento de las actividades de construcción, mantenimiento y conservación a realizarse en los cantones. Adicionalmente, se trabaja en el desarrollo y actualización de la base de datos de los elementos generados en la UGM y su incorporación a los SIG y al portal interactivo del LanammeUCR para que la población en general tenga acceso dicha información.

• **Proyectos especiales con otras instituciones del país:**

Adicionalmente, la UGM también participa en proyectos especiales como la revisión de normativa técnica, capacitaciones generales, entre otros temas enfocados en la mejora de la infraestructura vial nacional.

En el 2014, el MOPT solicitó los servicios de consultoría al LanammeUCR para la ejecución del programa de capacitación denominado Técnico en Inspección de Obra Vial, en el marco del Primer Programa Red Vial Cantonal MOPT-BID (PRVC-I MOPT-BID), el cual fue coordinado por la UGM, y dirigido a asistentes de ingeniería e inspectores viales de las unidades encargadas de la gestión vial en las municipalidades y a personal de las direcciones regionales y sede central del MOPT. Su objetivo fue generar conocimientos básicos y brindar información técnica que les permitiera desarrollar sus labores de asistencia en ingeniería e inspección de obras viales de manera eficiente y competente. El programa estaba dividido en 5 módulos y fue impartido a lo largo de todas las regiones del país.

Entre 2015-2017, la UGM brindó servicios de consultoría al PRVC-I_MOPT-BID, para realizar actividades de capacitación y georreferenciación de la RVC. El proyecto consistió en un proceso cartográfico de digitalización y georreferenciación de la capa de la RVC del país, con base en ortofotos y levantamientos de caminos con receptores de posicionamiento global.

En ese mismo periodo, la UGM también participó en un proyecto desarrollado en conjunto con la Escuela de Planificación y Promoción Social de la Universidad Nacional bajo el marco del PRVC-I_MOPT-BID, en donde brindó los “servicios de consultoría para realizar la formulación y propuesta de gestión de los Planes de Conservación, Desarrollo y Seguridad Vial Cantonal (PCDSVC), mediante un programa modular de acciones educativas y acompañamiento” en 40 Gobiernos Locales de Costa Rica.

3. LOGROS OBTENIDOS

La UGM ha logrado atender a 64 municipalidades las cuales representan el 78 % de los cantones del país, en donde se han tratado temas relacionados con asesorías y evaluaciones de la infraestructura vial cantonal, emitiendo un aproximado de 231 informes o notas de informes que sirven de insumo técnico a las municipalidades para la toma de decisiones relacionadas con la gestión vial.

Entre el año 2009 al 2019, se han realizado evaluaciones de la red vial cantonal asfaltada de 33 municipalidades, evaluando las principales rutas de los cantones, abarcando una longitud de 1 200 km. Entre las principales características evaluadas está la condición funcional y estructural del pavimento, en donde se obtiene una noción de la condición general de las rutas al momento de efectuarse la evaluación. Asimismo, para planificar adecuadamente la inversión en la infraestructura vial, es fundamental conocer las características del tránsito vehicular que circula por la red vial, tanto la cantidad como el tipo de vehículo; es por ello que se han realizado más de 850 conteos vehiculares. Adicionalmente, se han realizado cerca de 750 sondeos a cielo abierto, caracterizando la estructura del pavimento de las rutas evaluadas, en donde se determina el espesor y tipo de material que conforma las diferentes capas del pavimento, además de determinar la capacidad soportante y el tipo de material que conforma la subrasante.

Los resultados de las evaluaciones funcionan como insumo para caracterizar técnicamente las rutas asfaltadas, permitiendo la emisión de recomendaciones y sirviendo como fundamento a las municipalidades para la toma de decisiones en la planificación y selección de alternativas oportunas de intervención. Además, todo lo anterior ha permitido a la UGM generar una amplia base de datos útiles para caracterizar la RVC del país.

La UGM, en conjunto con la colaboración de múltiples municipalidades, ha logrado la inspección de 637 puentes en todo el país. Además, 28 cantones ya cuentan con un registro completo de sus puentes, tanto de inventario como diagnóstico de su condición; en 21 municipalidades adicionales se han realizado labores de inspecciones parciales. Otro aporte muy valioso ha sido la capacitación continua al personal municipal mediante inspecciones conjuntas o

talleres y cursos en donde, poco a poco, se está generando una formación y concientización de la prioridad del tema de los puentes en los procesos de gestión vial.

Desde el 2009 hasta la fecha, se han impartido más de 70 talleres, cursos u otras actividades de capacitación a personal de diferentes municipalidades en el país y se han publicado dos guías o manuales para mejorar las labores de gestión vial de las municipalidades.

En la Figura 2 se presenta las municipalidades atendidas y un resumen de los datos mencionados previamente.

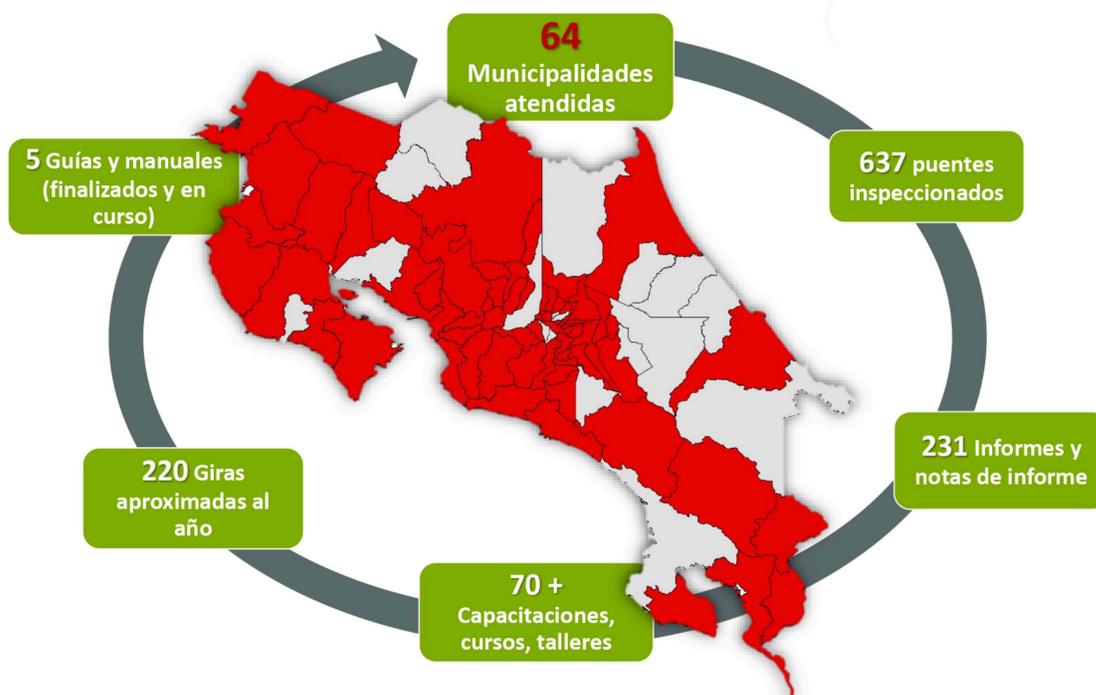


Figura 2. Resumen de los principales logros obtenidos en cuanto a asesorías y capacitación técnica a las municipalidades en los años 2009 al 2019

Mediante el programa de capacitación Técnico en Inspección de Obra Vial, se logró capacitar a 230 personas en todo el país, desde asistentes de ingeniería e inspectores viales de las unidades encargadas de la gestión vial en las municipalidades, hasta personal de las direcciones regionales y sede central del MOPT. El trabajo se enfocó en brindarles conocimientos de la normativa técnica vigente, la importancia de la inspección vial y el desarrollo de procedimientos y herramientas para ejecutar las labores de inspección vial de manera adecuada (Arias, Alex, & Lezama, 2016).

En el proyecto de georreferenciación de la RVC del PRVC-I_MOPT-BID, se realizó la digitalización de aproximadamente 30 000 km de la RVC, abarcando un total de 49 cantones, lo que permite a las Municipalidades disponer de una capa digital de la RVC homogénea, de calidad y estandarizada, que sirve como instrumento básico en la gestión de la infraestructura vial, y que les permite tener, entre otros insumos, una estimación real de la longitud de la red vial que administran.

Se generó la “Guía para la Formulación y Seguimiento del Plan Vial Quinquenal de Conservación y Desarrollo (PVQCD)” en conjunto con la Escuela de Planificación y Promoción Social de la UNA, en donde se presentan los requerimientos, estrategias e indicadores para realizar la gestión vial municipal de manera eficiente y sostenible. Además, se implementaron los procedimientos de esta guía con 40 municipalidades del país, en donde se les dio capacitación y asesoría para la elaboración de sus PVQCD.

4. CONCLUSIONES

Actualmente, la UGM tiene una influencia activa en la mejora de la gestión vial municipal en Costa Rica. El objetivo es seguir incursionando en nuevas áreas de conocimiento por medio de una adaptación continua a las necesidades de las 82 municipalidades del país. Se busca modernizar la gestión de la infraestructura vial municipal con el propósito de mejorar la eficiencia y calidad de la inversión pública lo que se traduce, además, en un mayor desarrollo socioeconómico de las comunidades beneficiadas.

A través de los años se ha logrado avanzar en las líneas de trabajo relacionadas con brindar asesoría, acompañamiento y capacitación a las unidades encargadas de la gestión vial de las municipalidades, en donde se ha implementado la metodología básica de “aprender-haciendo”, obteniendo resultados positivos, en donde se brindan herramientas e insumos técnicos que permiten planificar y atender oportunamente la RVC.

Se estima que todavía hay mucho camino por recorrer, pero se considera que ya se están dando los primeros pasos hacia una Gestión Vial Municipal planificada.

Las expectativas futuras son fortalecer relaciones y el trabajo con las Municipalidades, y que la UGM se mantenga como un referente nacional para la capacitación y asesoría técnica en el campo de la gestión vial municipal, respondiendo de una manera oportuna y eficiente; además, de continuar incursionando en nuevas áreas de investigación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, E., Alex, C., & Lezama, V. (2016). Informe Final: Servicios de consultoría para la ejecución del programa de capacitación denominado Técnico en Inspección de Obra Vial. San José: Fundevi-LanammeUCR y MOPT.
- Instituto Nacional de Vias. (1997). Patrimonio vial Red de Carreteras Nacionales. Bogotá: Ministerio de Transporte.
- LanammeUCR. (2017). Guía de evaluación de estado y desempeño de estructuras tipo alcantarilla. San Pedro: UCR.
- Loría, M., & Umaña, C. (2014). PV-04-14 - La gestión de la infraestructura pública en Costa Rica: el caso de la red vial nacional. Programa Visión, 1-20.
- Ministerio de Obras Publicas y Transportes. (2007). Manual de Inspección de Puentes. San José: MOPT.
- Quesada, J. (12 de Marzo de 2018). Curso de Capacitación: Inventario e Inspección de Alcantarillas. Grecia, San José, Costa Rica.
- Quesada, J. (2018). Método de estimación del Patrimonio Vial Municipal. Boletín Técnico PITRA-LanammeUCR, 9(12).
- Quesada, J. (2019). Resultados y experiencias en la inspección de puentes viales cantonales. Boletín Técnico PITRA-LanammeUCR, 10(7).
- Xu, L., López, S., Allen, J., & Loría, L. (2019). Desarrollo de la Gestión Vial Municipal en Costa Rica: Incidencia de Elementos Político - Técnicos. Revista Centroamericana de Administración Pública, 75.



LanammeUCR

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

Programa de
Infraestructura del Transporte

Ing. Ana Luisa Elizondo - Salas M.Sc.

Coordinadora General

UNIDADES

Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Ing. Erick Acosta Hernández

Coordinador

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes - Jiménez, M.Sc.

Coordinador

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP)

Ing. Ana Luisa Elizondo - Salas, M.Sc.

Coordinadora

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola - Guzmán, M.Sc.

Coordinadora

Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Javier Zamora Rojas, M.ScE

Coordinador

Comité Editorial 2020:

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación y diseño: Katherine Zúñiga Villaplana / Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana

Boletín técnico: APORTES EN LA MEJORA DE LA GESTIÓN DE LA RED VIAL CANTONAL DEL PAÍS / ABRIL 2020