

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA EMPLEANDO LA
AUSCULTACIÓN VISUAL E INDICADORES PARA EVALUAR
LAS CONDICIONES DE LA RED VIAL NACIONAL EN
LASTRE DE COSTA RICA**

MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

ELABORADO POR:

ANDREA VANESSA WEBB ANCHÍA

TUTOR:

Ing. José Francisco Madrigal Rodríguez, M. Eng.

SEDE CENTRAL

MAYO, 2024

Índice de contenido

Índice de contenido	ii
Índice de figuras	iv
Índice de tablas	vi
Índice de anexos	ix
Dedicatoria	x
Agradecimientos	xi
Resumen.....	xii
Capítulo 1	1
Planteamiento del problema	1
Objetivos	3
Justificación.....	4
Antecedentes	5
Proyecciones.....	10
Capítulo 2.....	12

Marco teórico	12
Capítulo 3.....	21
Marco metodológico	21
Definición de indicadores.....	24
Capítulo IV.....	50
Conclusiones	77
Recomendaciones.....	78
Índice de referencias bibliográficas.....	79
Anexos.....	82

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de Red Vial Nacional.....	12
Figura 2.	13
Representación SIG de la regularidad superficial en la Red Vial.....	13
Figura 3. Elementos que conforman un camino.	16
Figura 4. Proceso de gestión de las carreteras.	17
Figura 5. Flujo de pasos metodológicos para la construcción de los indicadores	24
Figura 6. Proceso de gestión de la seguridad vial en seis pasos	26
Figura 7. Escala de estado de la ruta.....	29
Figura 8. Escala de puntaje para cada indicador.....	30
Figura 9. La regularidad superficial de las carreteras	39
Figura 10. Equipo Motoniveladora, MOPT	46
Figura 11. Distribución de kilómetros mantenimiento rutinario 2023.	50
Figura 12, Distribución de inversión mantenimiento rutinario 2023.....	51
Figura 13. Distribución de kilómetros mantenimiento periódico 2023.	52
Figura 14. Distribución de kilómetros mantenimiento periódico 2023.	52

Figura 15. Ubicación de la ruta en estudio según el mapa de Costa Rica.	54
Figura 16, Detalle del recorrido de la ruta.	55
Figura 17, estacionamiento 3+250 estado de la subbase, ruta 160 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00.....	59
Figura 18. Estacionamiento 3+250 estado de la sub base, ruta 160160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00.....	60
Figura 19. Estacionamiento 13+257 estado de la ruta	60
Figura 20, Baches ruta en evaluación	62
Figura 21. Baches en la ruta.....	63
Figura 22. Alcantarilla obstruida entre Javilla y San Francisco Coyote.....	68
Figura 23. Imagen del estado de la ruta.	70
Figura 24. Imagen del estado de la ruta.	71
Figura 25. Resultado de la evaluación aplicada en la ruta de estudio.....	75

Índice de tablas

Tabla 1, Desarrollo de metodología.....	22
Tabla 2. Indicadores.....	28
Tabla 4. Medición del Indicador 01 SS	31
Tabla 5. Medición del indicador 02 SS.....	32
Tabla 6. Medición del Indicador 03 SS	32
Tabla 7. Medición del indicador 04 SS.....	33
Tabla 8. Medición del indicador 05 SS.....	34
Tabla 9. Medición del Indicador 06 CF	35
Tabla 10, Medición del Indicador 07 CF	36
Tabla 11. Medición del Indicador 08 CF	37
Tabla 12, Medición del Indicador 09 CF	38
Tabla 13. Medición del indicador 10 CF	39
Tabla 14. Medición del Indicador 11 SV.....	40
Tabla 15. Medición del Indicador 12 SV	41
Tabla 16. Medición del indicador 13 SV	42

Tabla 17. Medición del Indicador 14 SV	43
Tabla 18. Medición del Indicador 15 SV	43
Tabla 19. Medición del Indicador 16 EP	44
Tabla 20. Medición del Indicador 17 EP	45
Tabla 21. Medición del Indicador 18 EP	47
Tabla 22. Medición del Indicador 19 EP	48
Tabla 23. Medición del Indicador 20 EP	49
Tabla 21. Kilómetros e inversión ejecutada durante el 2023.....	53
Tabla 22. Costo promedio del mantenimiento por kilómetro durante el 2023.	53
Tabla 23. Resultado del indicador 01 SS en la ruta de estudio.....	56
Tabla 24. Resultado del indicador 02 SS en la ruta de estudio.....	57
Tabla 25. Resultado del indicador 03 SS en la ruta de estudio.....	57
Tabla 26, Resultado del indicador 04 SS en la ruta de estudio.....	58
Tabla 27. Resultado del indicador 05 SS en la ruta de estudio.....	58
Tabla 28. Resultado del indicador 06 CF en la ruta de estudio.	61
Tabla 29. Resultado del indicador 07 CF en la ruta de estudio.	62

Tabla 30. Resultado del indicador 08 CF en la ruta de estudio.	64
Tabla 31. Resultado del indicador 09 CF en la ruta de estudio.	65
Tabla 32. Medición de Indicador 10 SV 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00	65
Tabla 33. Medición de indicador 11 SV 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00	66
Tabla 34, Medición de Indicador 12 SV 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00	67
Tabla 35. Resultado del Indicador 13 SV aplicado en la ruta de estudio	67
Tabla 36. Resultado del Indicador 14 SV aplicado en la ruta de estudio	68
Tabla 37, Medición del Indicador 15 SV	69
Tabla 38. Medición del indicador 16 EP	70
Tabla 39, Medición del Indicador 17 EP	72
Tabla 40. Equipo y maquinaria necesaria	73
Tabla 41. Medición del Indicador 18 EP	73
Tabla 42. Personal necesario.....	74
Tabla 43. Medición del Indicador 19 EP	74
Tabla 44, Medición del Indicador 20 EP	75

Índice de anexos

Anexo 1. Herramienta de campo.	82
Anexo 2.	83
Informe de evaluación de las metas POI 2023 de la División de Obras Públicas del MOPT.	83
Anexo 3.	101
Solicitudes de intervenciones, comunidad y municipalidad.	101

Dedicatoria

Este trabajo es un tributo a “mami” quien, gracias a su influencia, apoyo y dedicación, por medio de su amor y consejos siempre fue mi guía. Cada éxito en mi vida tiene su sello.

Al ingeniero Rodolfo Ortuño Sánchez, quien siempre fue mi motivador número uno para estudiar ingeniería civil, a quien le debo el amor y la pasión por la ingeniería; gracias ingeniero Ortuño por ese apoyo incondicional.

A mis padres y hermanos que siempre me han apoyado, así como a toda mi familia en especial, a mis tíos y tías que me apoyaron de alguna manera para estudiar y me han animado a continuar.

Agradecimientos

El primer agradecimiento es a Dios quien me dio las fuerzas y la sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.

Para cada uno de mis jefes, que durante este tiempo de estudio me permitieron dedicar horas para mi preparación profesional y me apoyaron.

Mi reconocimiento a mi tutor el Ing. Francisco Madrigal quien fue paciente y gracias a su orientación pude aprender y culminar este trabajo.

A mí compañera, colega y amiga Yocelyn, quien me apoyó en las noches y madrugadas de estudio, para lograr esta meta, así como a cada una de las personas que siempre me apoyó de alguna u otra manera: amigos, compañeros de trabajo, ingenieros, y profesores.

Resumen

En Costa Rica existen cerca de dos mil cuatrocientos doce kilómetros de rutas nacionales de lastre que requieren mantenimiento. Lo establecido por ley es que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) tiene la responsabilidad de conservación de la Red Vial Nacional en lastre mediante obras de mantenimiento vial rutinario y periódico, a través de las Direcciones Regionales de la División de Obras Públicas y Transportes del MOPT, con una programación anual de intervenciones en las rutas en lastre; sin embargo, esto abarca solo poco más del diecisiete por ciento, por la falta de presupuesto, personal capacitado e instrumentos de medición. Al revisar la información proporcionada por el departamento de Obras Pública, se destinan importantes recursos económicos a estas tareas. Esto indica un compromiso por parte del gobierno en el mantenimiento de la infraestructura vial en lastre del país.

Por ello, es necesaria la eficiencia, y eficacia a la hora de ejecutar los recursos públicos para el mantenimiento vial.

El poder tener una buena trazabilidad vial en las rutas nacionales de lastre, se vuelve un punto importante para el desarrollo económico, social y de comunicación entre pueblos.

Por ello esta investigación elaboró una guía en base en indicadores que contemplan cuatro ejes: el social, el estructural, la seguridad vial y el económico.

La calidad en los procesos y procedimientos a la hora de ejecución de los trabajos de mantenimiento se deben ejecutar de manera óptima, para tener una mejora en las rutas y utilizar los fondos públicos eficientemente.

Esta guía representa una herramienta necesaria a implementar incorporando las buenas prácticas en todo el ciclo de vida de las intervenciones relacionadas con el impacto y el efecto los trabajos ejecutados antes y después de su ejecución; tomando en cuenta la eficacia, eficiencia, así como la economía en cada uno de los elementos, con lo cual se logra un mantenimiento que cumpliría su finalidad.

Aplicando el instrumento técnico se evidencia la necesidad que hay en las comunidades comunicadas a través de una ruta nacional en lastre, así como el clima la topografía y algunos factores externos ayudan a deteriorar de manera más acelerada la infraestructura vial; de ahí la necesidad de un mantenimiento vial más continuo.

Esta guía es un instrumento técnico que puede utilizarse antes de un levantamiento de necesidades, lo que ayuda a definir intervenciones en las rutas nacionales de lastre, con la inclusión de insumos necesarios y la aplicación de indicadores. A su vez, se puede garantizar una correcta intervención vial, contribuir a la recuperación funcional de las rutas y mejorar la calidad de la infraestructura vial en el país, así como la optimización de los recursos.

Capítulo 1

Planteamiento del problema

En Costa Rica existen cerca de dos mil cuatrocientos doce kilómetros de rutas nacionales de lastre que requiere mantenimiento.

Lo establecido por ley es que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) tiene la responsabilidad de conservación de la Red Vial Nacional en lastre mediante obras de mantenimiento vial rutinario y periódico, a través de las Direcciones Regionales de la División de Obras Públicas y Transportes del MOPT, con una programación anual de intervenciones en las rutas en lastre, pero abarca solo poco más del diecisiete por ciento debido a la falta de presupuesto, personal capacitado e instrumentos de medición.

Es necesaria la eficiencia y eficacia a la hora de ejecutar los recursos públicos para el mantenimiento vial.

El tener una buena trazabilidad vial en las rutas nacionales de lastre se vuelve un punto importante para el desarrollo económico, social y de comunicación entre pueblos.

La calidad en los procesos y procedimientos a la hora de ejecución de los trabajos de mantenimiento es ineludible. De ahí emana la importancia de que se ejecuten de manera óptima para tener una mejora en las rutas y utilizar los fondos públicos eficientemente.

Esta guía representa una herramienta necesaria a implementar mediante la incorporación de buenas prácticas en todo el ciclo de vida de las intervenciones relacionadas con el impacto y el

efecto los trabajos ejecutados antes y después de su ejecución; en este sentido, se toma en cuenta en cuenta la eficacia, eficiencia, así como la economía en cada uno de los elementos, con lo cual se logra un mantenimiento que cumpliría su finalidad.

Todo esto repercute en menos congestionamiento vial, disminución de tiempo en los recorridos, menor consumo de combustibles, bajas emisiones de gases contaminantes, los costos de operación vehicular se reducen y, por ende, se da un menor costo económico social.

Asimismo, mejoran las condiciones de seguridad, lo que puede evitar accidentes de tránsito, logrando mayor confort y seguridad a las personas que transiten por las vías nacionales de lastre.

Objetivos

Objetivo general

Elaborar una guía empleando la auscultación visual e indicadores que contemplen las buenas prácticas y el ciclo de vida de los mantenimientos para la red vial nacional en lastre.

Objetivos específicos

1. Investigar las intervenciones realizadas a las rutas nacionales en lastre durante el año 2023, revisando la información aportada por el departamento de Obras Públicas, teniendo un panorama claro sobre los montos invertidos en el mantenimiento vial.
2. Realizar visita de campo en alguna ruta nacional que fue intervenida en el año 2023, utilizando la información sobre la ruta y sus características, llevando a cabo una auscultación de la misma.
3. Interpretar los resultados de la visita de campo, la información de las intervenciones y los recursos, verificándola con diferentes literaturas e instrumentos ingenieriles para el correcto abordaje de estas intervenciones; estableciendo así el instrumento para que cumpla el objetivo de ser una guía que colabore con la eficacia y eficiencia en las intervenciones.
4. Elaborar una guía para definir las intervenciones en las rutas nacionales de lastre, con todos los insumos obtenidos, estableciendo los principales indicadores y aplicándolos para una correcta intervención vial durante todo el ciclo de vida, recuperando la transitabilidad vial funcional de las rutas nacionales donde se realizan los trabajos.

Justificación

Actualmente existen algunos manuales sobre el mantenimiento en rutas nacionales de lastre. Sin embargo, no hay una guía que contenga no solo los elementos básicos para una intervención vial, sino también que incorpore las buenas prácticas en todo el ciclo de vida de estas intervenciones relacionando la eficacia, eficiencia, economía, efecto e impacto desde la identificación de las necesidades hasta la evaluación de las intervenciones.

En este momento el Ministerio de Obras Públicas, por medio de la División de Obras Públicas, tiene la responsabilidad de ley de darle el mantenimiento. Esta división cuenta con una partida de inversión anual para el mantenimiento vial de la red nacional de lastre con equipo y personal y deben cumplir una meta de intervenciones anuales dada por el Ministerio de Planificación.

Sin embargo, esta División no cuenta con una herramienta que le ayude a optimizar los recursos y existe una solicitud vía decreto ejecutivo desde el año 2022, solicitando se realice dicho instrumento.

Por ello esta guía ayuda en el aprovechamiento al máximo de los recursos públicos en las intervenciones viales en las rutas nacionales de lastre, para poder realizar una mejora en la transitabilidad.

Además, es importante indicar que algunas de estas rutas nacionales dan acceso a lugares turísticos y el tener una mejora en estas contribuye a la economía no solo de las comunidades que lo utilizan, sino del país.

Su uso ayuda a optimizar los recursos públicos actualmente designados en las intervenciones para los mantenimientos de algunas rutas nacionales, mejorando la transitabilidad vial en las rutas nacionales de lastre que se realicen las intervenciones y mejorando todo el ciclo de estas.

Con ello se logra una mejor trazabilidad en las rutas nacionales de lastre para las personas que la utilizan, en especial los habitantes de las zonas rurales y lugares turísticos que aún no cuentan con rutas asfaltadas.

Por ello, el beneficio es para los usuarios de estas rutas, así como todos los habitantes de las comunidades que aún cuentan con rutas nacionales en lastre.

Antecedentes

Para este trabajo resulta necesario tener el conocimiento de ideas, prácticas y técnicas utilizadas no solo en el país, sino también a nivel internacional. De esta forma, tomando el tema propuesto, se realiza una revisión informativa, de experiencias, estudios e investigaciones que puedan ayudar a dar ideas claras sobre lo que se pretende trabajar.

La información que se pueda utilizar después de una ardua revisión resulta de gran ayuda para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en esta investigación, en aras de obtener elementos que ayuden para la elaboración de la guía de manera más óptima y precisa.

Antecedentes internacionales

Las referencias de tesis internacionales dan un aporte de conocimientos significativo. En ese sentido, un primer trabajo corresponde a una tesis realizada en Chile cuyo tema fue “Metodología simplificada para la detección de necesidades de mantenimiento en caminos no pavimentados”, esta tesis llevó a cabo temas importantes como lo indicado por su autor: “una de las tareas de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y sus respectivas reparticiones regionales y provinciales corresponde a la determinación de los requerimientos de mantenimiento de los caminos administrados bajo la modalidad de Administración Directa” (Namur, 2008, pág. 10).

También manifiesta ciertos elementos a considerar:

Por otra parte, para la medición de la rugosidad en caminos no pavimentados se recomienda la utilización de un rugosímetro tipo respuesta. Sin embargo, dado que en la actualidad no se dispone de una gran cantidad de estos equipos, se propone aprovechar los datos de inspección visual para la estimación del IRI. (Namur, 2008, pág. 10)

En relación con el objeto de estudio. Esta tesis se relaciona con la investigación a desarrollar debido a que exhibe un conjunto de elementos presentes en las insuficiencias de la infraestructura vial, a identificar los elementos principales para la recuperación y el mantenimiento vial adecuado.

Un segundo trabajo corresponde a otra tesis cuyo nombre es: “Ejecución y control de la conservación en caminos sin pavimento mediante nivel de servicio”, donde el autor indica lo siguiente:

Esta investigación propone una forma de ejecutar y controlar el mantenimiento de caminos sin pavimento mediante nivel de servicio, centrada principalmente en la medición del Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Se plantean fórmulas de pago para diferentes condiciones, basadas en mediciones de rugosidad realizadas en la Región del Biobío de Chile. Se realizan estudios a caminos para asociar sus rugosidades a las características geométricas de ellos y se destinan recursos para dominar el uso de un rugosímetro MIS II. (Pradena, 2006)

En relación con el objeto de estudio. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso debido a que muestra una modalidad para definir y maximizar los recursos económico asociados a los trabajos de mantenimiento vial, también se dan mediciones de rugosidades que relacionan con los cambios de los caminos durante los mantenimientos.

Un tercer trabajo es el realizado en Cartagena cuyo tema fue: “Análisis de la inversión pública en infraestructura vial y su impacto en la competitividad de Colombia: 1980 – 2011”, en esta tesis indican los autores plantean lo siguiente:

Este trabajo investigativo tiene como principal objetivo determinar de qué manera la inversión pública en infraestructura vial, ha sido un factor que ha incidido en la competitividad de Colombia en el periodo 1980-2011, mediante la estimación de la relación entre estas dos variables con un modelo econométrico simple. El resultado muestra una relación directa entre ellas. Es decir, que, si aumenta la inversión, la posición competitiva mejora en proporción constante. Además, se estudió el comportamiento del indicador global de competitividad, los planes de desarrollo trazados por los diferentes

jefes de Estado y el comportamiento histórico de la inversión pública en infraestructura vial. (Pestana, Ortíz & Zabaleta, Gonzalez, 2014)

En relación con el objeto de estudio. Este trabajo se relaciona a la investigación, ya que es un estudio el cual pretende conocer la incidencia de la inversión pública y cómo esta puede incidir en la economía de un país a la hora de invertir en el mantenimiento de sus carreteras.

Antecedentes nacionales

Se toma como referencia tres trabajos de tesis aplicadas a Costa Rica su problemática vial.

Un primer trabajo corresponde una tesis cuyo título indica: “Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)”.

Para esto el autor menciona:

Las condiciones de deterioro de la red vial cantonal, la falta de recursos económicos, de personal capacitado, la falta de concienciación de las comunidades y la errada política de postergar las actividades de intervención para mejorar el estado de los caminos. Ante esta situación se plantea desarrollar una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial, de tal manera que pueda ayudar a solventar dicha problemática y así contar con una herramienta para estimar la condición o el estado del camino que se evalúe. (Waston, 2009)

En relación con el objeto de estudio. Este trabajo se relaciona con la investigación en actual, por la utilización de una metodología de evaluación para los caminos y su condición;

además evidencia la falta de recursos para invertir en los mantenimientos viales y poder mejorar la condición de estos. Ante esta situación se plantea desarrollar una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial, de tal manera que pueda ayudar a solventar dicha problemática y así contar con una herramienta para estimar la condición o el estado del camino que se evalúe.

Un segundo trabajo corresponde al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, quien realizó un “Manual de auscultación visual de pavimentos de Costa Rica. Guía para profesionales.”

En esta guía se puede analizar lo siguiente:

El Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica (MAV-2016), se presenta como una respuesta a la carencia de una metodología nacional homogénea y sistematizada de los criterios de auscultación para el diagnóstico imparcial, objetivo y técnicamente sustentado en la evaluación de los pavimentos rígidos y flexibles de Costa Rica. Este manual contempla una metodología para definir unidades de muestreo (unidades de observación), para recolectar información de los deterioros, a partir de los cuales se establecen los tramos homogéneos para los diseños requeridos. (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2016)

En relación con el objeto de estudio. Este segundo trabajo se relaciona con la investigación por el aporte de información fundamental sobre el formato a utilizar para elaborar un manual con la técnica de auscultación; también delimita parámetros necesarios a utilizar y terminología para definir conceptos necesarios a la hora de elaborar la investigación.

Un tercer trabajo corresponde una tesis con título “Evaluación de las intervenciones de mantenimiento periódico en capas asfálticas delgadas mediante indicadores de desempeño en la ruta nacional No. 135, sección de control No. 20811 en el sector de Palmares de Alajuela, Costa Rica”.

En esta tesis su autor menciona:

El proyecto presenta una valoración técnica, económica y estadística de cuatro actividades típicas de mantenimiento vial periódico usadas en Costa Rica, acorde con lo definido en la Ley No. 7798. La valoración técnica y económica consistió en medir los valores de la regularidad superficial o confort que sienten los usuarios, definido mediante el indicador vial IRI y de las deflexiones que presenta. (Quesada, Solís , 2015)

En relación con el objeto de estudio. Este trabajo es importante para la poder tener una referencia sobre los hitos que se utilizaron para el desempeño de los mantenimientos ejecutados en cada una de las intervenciones, también indica un factor importante como lo es el IRI para poder clasificar las carreteras y poder definir así parámetros de su estado en la superficie de ruedo.

Proyecciones

Alcances

El alcance de esta investigación es ser una guía con indicadores que permita evaluar las intervenciones viales en todo el ciclo de vida, tanto para el personal técnico que labore en campo con capacitación sobre la terminología utilizada, así como para el personal profesional que realice la programación de las intervenciones.

Esta guía se ejecuta con la información que tenga la División de Obras Públicas sobre las rutas intervenidas en lastre durante el año dos mil veinte tres; también se utiliza la información que se pueda obtener por medio de una auscultación visual de una visita de campo que se estarían realizando en algunas rutas nacionales intervenidas.

Es importante indicar que esta guía no abarca las rutas de lastre municipales, tampoco se incluye la capacitación para su correcto uso.

Limitaciones

Una de las limitaciones que podría tener este trabajo es la negativa del personal a cargo de las intervenciones para su uso adecuado.

Falta de recursos públicos, personal capacitado, maquinaria obsoleta con problemas mecánicos y abastecimiento de insumos los cuales impidan que se realice el cumplimiento de las metas en las intervenciones.

La reducción de presupuesto instruida por las autoridades pertinentes, que no permitan sustituir a los funcionarios que se acogen al goce de la pensión, por ende, la falta de recurso humano y de maquinaria para el cumplimiento de los trabajos en las vías.

Las condiciones adversas climáticas, sociales (manifestaciones o bloqueos), accidentes de tránsito, entre otros, que imperen en las zonas a intervenir.

También se pueden presentar emergencias de atención primaria, en las cuales cambian la prioridad de los trabajos a ejecutarse en las vías nacionales de lastre.

Capítulo 2

Marco teórico

En Costa Rica, la red nacional de carreteras de lastre consiste en una red de carreteras no pavimentadas que se componen principalmente de caminos de lastre (ver figura 1), tratamientos superficiales y con material reciclado (perfilado). Estas carreteras son cruciales para conectar el país, especialmente en áreas rurales donde la pavimentación de las vías es imposible o costosa.

Según la legislación vigente el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y el Consejo de Seguridad Vial (CONAVI) son las entidades públicas sobre las cuáles ejerce la responsabilidad del mantenimiento vial nacional, incluidas las carreteras de lastre y su correcto funcionamiento para los usuarios.

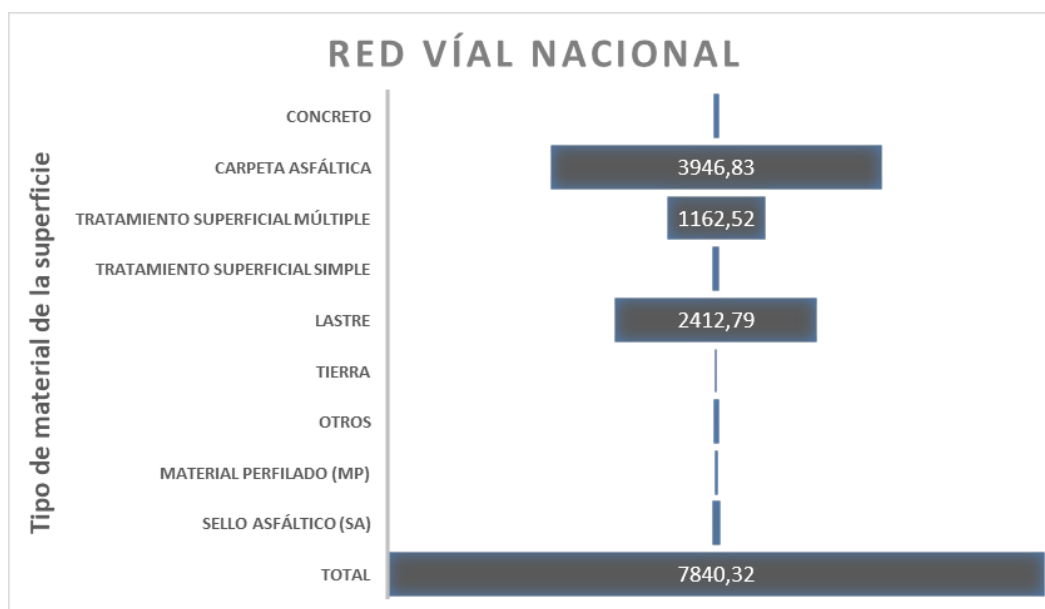


Figura1. Distribución de Red Vial Nacional

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.

Representación SIG de la regularidad superficial en la Red Vial

Fuente: (LannameUCR., 2017)

El planteamiento de actividades de mantenimiento establecidas se encuentra avalado por lo establecido en la Ley 9329, artículo 11 el cual establece el objeto del ministerio en planificar, construir, mantener y mejorar las carreteras y caminos de la red vial nacional.

Según el Poder Ejecutivo y el MOPT (2023), en el decreto N°44186-b indica las siguientes definiciones utilizadas en esta investigación.

1. Auscultación: Conjunto de procedimientos (medidas, tratamiento de las lecturas, análisis e interpretación) cuyo objeto es medir, con la mayor precisión posible, los diversos deterioros superficiales de la capa de ruedo.
2. Conservación vial. Conjunto de actividades destinadas a preservar, en forma continua y sostenida, el buen estado de las vías y los puentes, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario. La conservación comprende todo lo que no alcanza la construcción de obras nuevas o variación sustancial del estándar de las existentes. Tampoco comprende las obras de restauración que se requieren a causa de emergencias. Dentro de la conservación vial pueden distinguirse las siguientes actividades; mantenimiento (rutinario y periódico), refuerzo de pavimento, rehabilitación y mejoramientos puntuales.
3. Mantenimiento rutinario: Conjunto de labores de limpieza de drenajes, control de vegetación, reparaciones menores y localizadas del pavimento, la restitución de la demarcación, que deben efectuarse de manera continua, sostenida a través del tiempo, para preservar la condición operativa, el nivel de servicio, seguridad de las vías. Incluye también la limpieza, las reparaciones menores localizadas de las estructuras de puentes.

4. Mantenimiento periódico: Conjunto de actividades programables cada cierto período, tendientes a renovar la condición original de los pavimentos mediante la aplicación de capas adicionales de tratamientos superficiales o sobrecapas asfálticas o de secciones de concreto, según el caso, sin alterar la estructura de las capas del pavimento subyacente. El mantenimiento periódico de los puentes incluye la limpieza, pintura y reparación o cambio de elementos estructurales dañados o de protección.
5. Mantenimiento de preservación: Son intervenciones de bajo costo relativo, cuyo objetivo es preservar las rutas en buen estado, tanto en su parte estructural como funcional.
6. Mantenimiento de recuperación funcional: Son intervenciones cuyo objetivo principal es recuperar la actividad funcional desde el punto de vista de la condición de las rutas.
7. Rehabilitación: Reparación selectiva y refuerzo del pavimento o la calzada, previa demolición parcial de la estructura existente, con el objeto de restablecer la solidez estructural y la calidad de ruedo originales. Además, por una sola vez en cada caso podrá incluir la construcción o reconstrucción del sistema de drenaje que no implique construir puentes o alcantarillas mayores. Antes de cualquier actividad de rehabilitación en la superficie de ruedo debe verificarse que el sistema de drenaje funcione bien. La rehabilitación de puentes se refiere a reparaciones mayores, tales como el cambio de elementos o componentes estructurales principales o el cambio de la losa del piso.

8. Mejoramientos puntuales: corresponden a mejoras o modificaciones localizadas de las normas de diseño horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la seguridad vial. Se consideran mejoramientos puntuales la construcción de bahías de autobuses, el mejoramiento de cruces, la ampliación puntual de la calzada para ubicar un carril de giro, así como corregir el alineamiento vertical u horizontal de puntos con incidencia de accidentes de tránsito.
9. Camino público: Toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios.

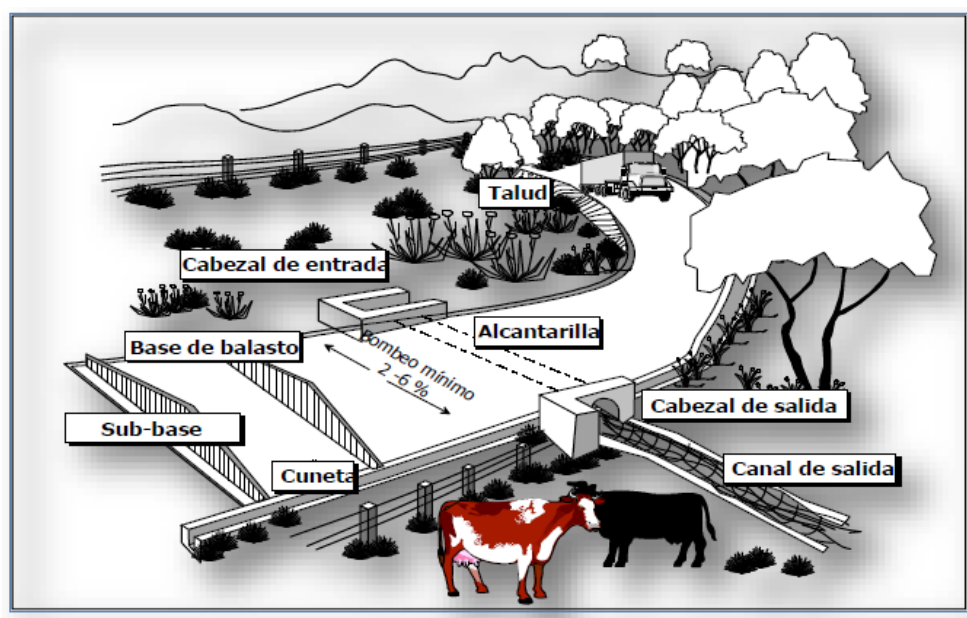


Figura 3. Elementos que conforman un camino.

Fuente: (Waston, 2009).

10. Ciclo de vida del proyecto: Conjunto de fases o etapas que cubren el desarrollo de una actividad, obra o proyecto. Siguiendo una secuencia lógica temporal, las principales fases son las siguientes: concepción de la idea, prefactibilidad, factibilidad, diseño, construcción, operación, incluye las ampliaciones o modificaciones.

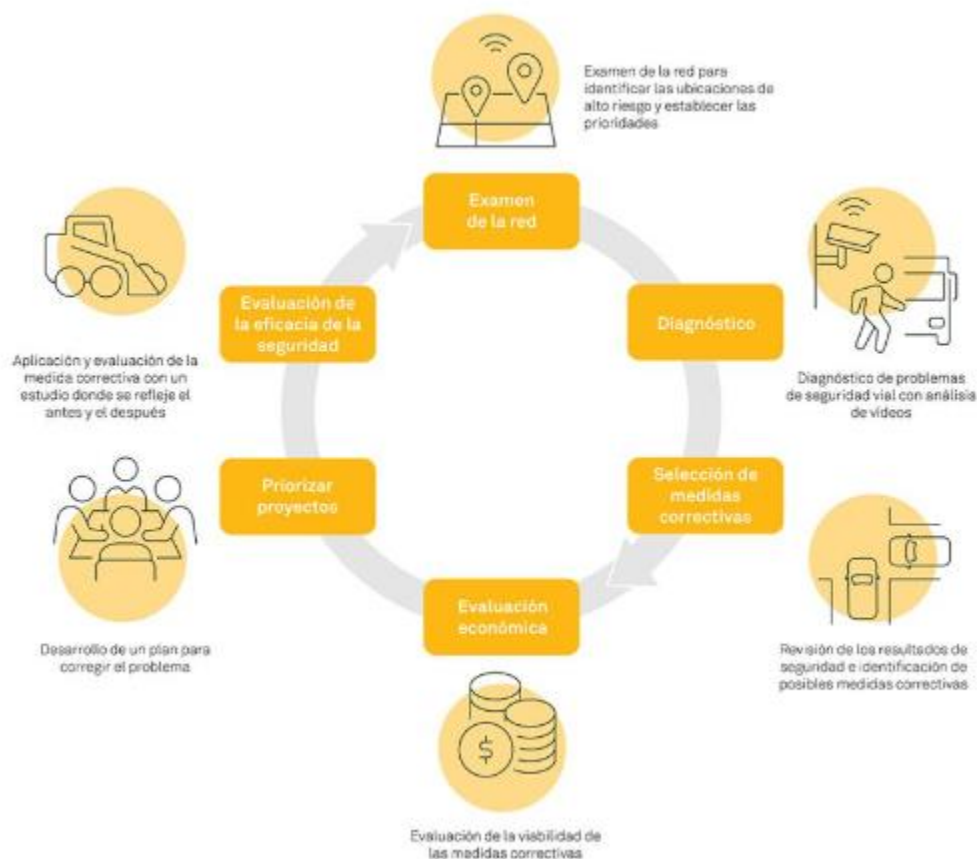


Figura 4. Proceso de gestión de las carreteras.

Fuente: (Transoft Solutions, 2024)

11. Conservación vial: Conjunto de actividades destinadas a preservar, en forma continua y sostenida, el buen estado de las vías y los puentes, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario. La conservación comprende todo lo que no alcanza a ser construcción de obras nuevas o variación sustancial de estándar de las existentes. Tampoco comprende las obras de restauración que se requieren a causa de emergencias. Dentro de la conservación vial pueden distinguirse las siguientes actividades: mantenimiento (rutinario y periódico), refuerzo de pavimento, rehabilitación y mejoramientos puntuales.
12. Derecho de vía: Aquella área o superficie de terreno, propiedad del Estado, destinada al uso de una vía pública, que incluye la calzada, zonas verdes y aceras. Esta área está delimitada a ambos lados por los linderos definidos catastralmente de las propiedades colindantes en su línea de propiedad.
13. Drenaje: Dispositivos para captar, dirigir y evacuar el agua de la carretera o camino.
14. Lastre: Material granular clasificado, que se coloca sobre una subrasante para protegerla, o bien sobre una capa granular terminada de una carretera para que funcione como una superficie de ruedo expuesta. Puede ser material de tajo, de río o de préstamo selecto.
15. Mejoramiento: Mejoras o modificaciones de las normas de diseño horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la capacidad de la vía y la velocidad de circulación. También se incluyen dentro de esta categoría obras como la ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie

(“upgrade”) de tierra a lastre o de lastre a asfalto, y la construcción de estructuras tales como alcantarillas grandes, puentes o intersecciones.

16. Red vial nacional: Conjunto de carreteras nacionales administradas por el MOPT y el CONAVI. Esta red se subdivide de acuerdo con la Ley General de Caminos Públicos, de la siguiente manera:

- a) Carreteras primarias: Red de rutas troncales, para servir a corredores, caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de larga distancia.
- b) Carreteras secundarias: Rutas que conecten cabeceras cantonales importantes no servidas por carreteras primarias, así como otros centros de población, producción o turismo, que generen una cantidad considerable de viajes interregionales o intercantonales.
- c) Carreteras terciarias: Rutas que sirven de colectoras del tránsito para las carreteras primarias, secundarias que constituyen las vías principales para los viajes dentro de una región o entre distritos importantes.

17. Red vial nacional en lastre: Conjunto de rutas nacionales no pavimentadas determinadas por el Consejo Nacional de Vialidad, con superficies de ruedo compuestas por lastre o tierra. La administración de estas carreteras es competencia directa del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, por intermedio del CONAVI.

18. Transitabilidad: Condición física de la vía que permite la circulación vehicular.

19. Direcciones regionales: Corresponde a la oficina que representa al MOPT en sus diferentes provincias, y cumple con la labor de darle mantenimiento a atención de emergencias ocurridas en la RVNL y apoyar al CONAVI.

20. DVOP: División de Obras Públicas del MOPT.

Es fundamental contar con indicadores a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de conservación vial para garantizar el cumplimiento del servicio de la carretera y evitar gastos mayores.

Un indicador se podría denominar para esta investigación como un instrumento construido para proveer evidencia acerca de si una determinada condición o si ciertos resultados se han sido logrados o no; con ello se permite evaluar el progreso realizado, con el objetivo de controlar y mejorar el plan de acción para las intervenciones viales.

Capítulo 3

Marco metodológico

Enfoque de la investigación

Esta investigación combina métodos cualitativos y cuantitativos para analizar y comprender los diversos factores que influyen en el comportamiento de la red vial nacional de lastre.

El enfoque cualitativo utiliza técnicas como la observación y análisis de contenido para explorar las percepciones, actitudes y experiencias de conductores, peatones y otros actores que transitan estas rutas. Esto permite obtener información detallada y contextualizada sobre los factores sociales, culturales y económicos que influyen en el cumplimiento de los mantenimientos viales.

El enfoque cuantitativo, por otro lado, recopila y analiza datos numéricos a través, registros de la inversión en la infraestructura vial realizado por medio de la partida económica del MOPT del año 2023; por medio de las diferentes regionales a lo largo del país, bajo la supervisión de la Dirección de Obras Públicas. Esto permite identificar patrones, tendencias y relaciones entre las regionales y su inversión que impactan las comunidades que reciben esta inversión.

En general, el marco metodológico cualitativo y cuantitativo para el estudio de los indicadores viales permite una comprensión más amplia y profunda de los factores que afectan los mantenimientos viales, lo que a su vez puede contribuir al diseño de políticas y medidas efectivas para mejorar la infraestructura vial en las carreteras nacionales en lastre.

A continuación, se muestra la tabla con la metodología para el alcance de los objetivos planteados.

Objetivos	Método de la Investigación (Etapas y Actividades)	Proceso para la Recolección y Análisis de Datos	Fuentes de Información
Investigar las intervenciones realizadas a las rutas nacionales en lastre durante el año 2023, revisando la información aportada por el departamento de Obras Públicas, teniendo un panorama claro sobre los montos invertidos en el mantenimiento vial.	<ul style="list-style-type: none"> Interpretación de la información aportada. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión documental (guía de revisión documental)	<ul style="list-style-type: none"> Informe de evaluación de las metas POI 2023 de la División de Obras Públicas del MOPT. https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/850
Realizar visitas de campo en algunas rutas nacionales que fueron intervenidas en el año 2023, utilizando la información sobre las rutas y sus características, llevando a cabo una auscultación de las mismas.	<ul style="list-style-type: none"> Observación de rutas intervenidas. Verificando del desempeño de actividades. Recolección de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> Visita de campo, auscultación (Fotografía) Indicadores de estado (guía de estado de carreteras). 	http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/NO%20DE-41271/Version1/Manual%20Centroamericano%20de%20mantenimiento%20de%20carreteras%20con%20enfoque%20de%20gesti%20F3n%20de%20riesgo%20y%20seguridad%20vial.pdf
Interpretar los resultados de las visitas de campo, la información de las intervenciones y los recursos, utilizando la información y verificándola con los diferentes literaturas e instrumentos ingenieriles para el correcto abordaje de estas intervenciones; estableciendo así el instrumento para que cumpla el objetivo de ser una guía que colabore con la eficacia y eficiencia en las intervenciones.	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> Gráficos de medición (Programa Excel) Medición del (Un vehículo, cinta métrica de 8 mts, instrumento para tomar fotografías, lápiz y cuaderno). 	https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2517
Elaborar una guía para las intervenciones de las rutas nacionales en lastre, con todos los insumos obtenidos, se establece los principales indicadores aplicando una correcta intervención todo el ciclo de vida de este, recuperando la transitabilidad vial funcional de las rutas nacionales donde se realizan los trabajos.	<ul style="list-style-type: none"> Confecionar guía para las intervenciones de las rutas nacionales en lastre. 	<ul style="list-style-type: none"> Redacción de documento (Computadora, Word y Excel). 	Según Decreto ejecutivo N°4418b MOPT.

Tabla 1, Desarrollo de metodología

Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de información

Para realizar esta investigación se toma en cuenta lo indicado en el Decreto Ejecutivo 44186 -MOPT “Reglamento para la Gestión Integral de las Intervenciones de la Red Vial Nacional en Lastres para el Sector Obras Públicas y Transportes”; también se valora el Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes, MCV-2015 y el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2020. Finalmente, se considera el informe de evaluación de las metas del plan operativo institucional para el año 2023 de la División de Obras Públicas del MOPT.

Instrumentos

Análisis de contenido: Este método de investigación se utiliza para sacar conclusiones válidas y confiables a partir de datos relacionados con su contexto. Este análisis se basa en la información obtenida durante la revisión de documentos, sirve para analizar la información obtenida a través de la visita al sitio y con ello validar indicadores para guiar las decisiones de planificación y priorización utilizando métodos visuales.

Visita de campo: Inspección en sitio (auscultación visual). Se realiza mediante una inspección visual de campo que se evalúa y registra de datos específicos de defectos de la superficie a lo largo de la ruta.

Excel: la aplicación de hojas de cálculo que permite crear, manipular y calcular datos organizados en filas y columnas para tener los datos requeridos de manera óptima.

Procesamiento y análisis de datos: Definición de los indicadores a utilizar considerando la información disponible, componentes, elementos e involucrados para que a través de la visita al sitio en estudio se puedan realizar las intervenciones viales.



Figura 5. Flujo de pasos metodológicos para la construcción de los indicadores

Fuente: (INCAE, CLACDS, INDER, FAO, 2021)

Definición de indicadores

El proceso de selección de indicadores es complejo. Si bien se deben cumplir las características deseadas para medir con precisión el fenómeno en estudio, también hay que considerar la experiencia o el conocimiento que tenga la persona que va a realizar la medición. En este trabajo, se intentan encontrar indicadores que tengan las propiedades deseadas para la medición y sean utilizables, incluyendo los ejes social, estructural, seguridad vial y el económico.

Para realizar el análisis de estos indicadores se toma un lapso de 6 meses, basados en las programaciones de las intervenciones viales trimestrales y tomando 2 meses antes el levantamiento de los requerimientos de la ruta.

Para esta investigación se definen 20 indicadores ubicándolos en 4 grupos que tienen las siguientes divisiones:

Servicio y progreso social

En este grupo se ubican los indicadores que velan por las necesidades de los usuarios mejorando la eficiencia en el transporte, al contribuir directamente al desarrollo económico de las comunidades, además del acceso a los servicios básicos, para beneficio de la sociedad.

Capacidad funcional o estado estructural

La capacidad funcional de una carretera en lastre se refiere a su capacidad para transportar de manera segura y eficiente el tráfico de vehículos. Esto incluye la capacidad de la carretera para soportar cargas pesadas, resistir las condiciones climáticas y proporcionar una superficie de conducción adecuada.

El estado estructural de una carretera en lastre se debe a su condición física, incluyendo la nivelación de la superficie, la presencia de baches, grietas y erosión, así como la calidad de los materiales utilizados en su construcción. Un buen estado estructural es crucial para garantizar la durabilidad y la seguridad de la carretera.

En resumen, la capacidad funcional y el estado estructural de una carretera en lastre son aspectos importantes a considerar para garantizar la seguridad y la eficiencia del transporte en dicha vía. Es fundamental realizar un mantenimiento regular, adecuado para mantener la capacidad funcional y el estado estructural de la carretera en óptimas condiciones.

Seguridad vial

Los indicadores de seguridad vial son herramientas que se utilizan para medir y evaluar los resultados de las políticas y acciones implementadas para mejorar la seguridad en las carreteras y reducir los accidentes de tránsito. Estos permiten medir el impacto de las medidas tomadas, así como determinar si se están logrando los objetivos de reducción de accidentes y víctimas en las vías.

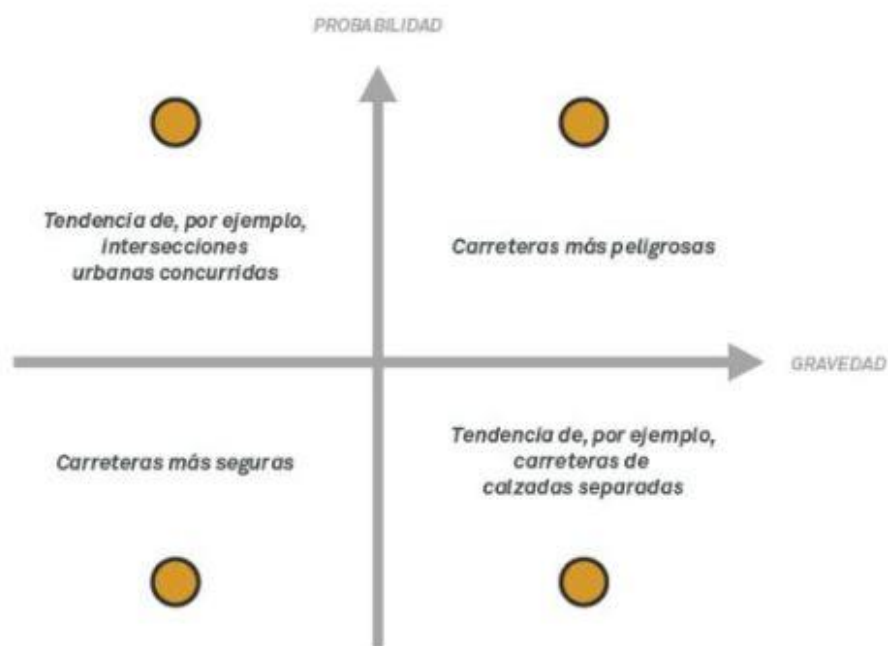


Figura 6. Proceso de gestión de la seguridad vial en seis pasos

Fuente: (Transoft Solutions, 2024)

Económicos y presupuestarios

El adecuado manejo de los recursos económicos es esencial para garantizar la seguridad de los usuarios de las vías y mantener la infraestructura en buenas condiciones. Un presupuesto bien asignado permite realizar mantenimiento preventivo y correctivo a tiempo, lo que ayuda a prolongar la vida útil de las carreteras, reducir costos a largo plazo y prevenir accidentes.

Por otro lado, una mala gestión económica puede resultar en falta de mantenimiento, acelerando el deterioro de la infraestructura y generando impactos negativos en la economía local y la seguridad vial. Es crucial priorizar los aspectos económicos y presupuestarios en el mantenimiento vial para garantizar su funcionamiento óptimo y la seguridad de los usuarios.

Grupo	Código	Indicador
Servicio y progreso social	01.SS	Solicitudes de intervención
	02.SS	Necesidad del transporte para las actividades económicas de la población.
	03.SS	Traslado a centros educativos y de salud
	04.SS	Comunicación entre comunidades
	05.SS	Cantidad de viviendas con acceso a la ruta
Capacidad funcional o estado estructural de la vía	06.CF	Daños en la subbase
	07.CF	Cantidad de baches
	08.CF	Estado de las cunetas
	09.CF	Fricción o resistencia al desplazamiento vial
	10.CF	Regularidad de la superficie de ruedo
Seguridad vial	11.SV	Falta de Podas o corte de malezas en derecho de vía
	12.SV	Falta de señalización vertical.
	13.SV	Falta de elementos de desplazamiento peatonal
	14.SV	Alcantarillas obstruidas o falta de limpieza
	15.SV	Barreras o elementos de contención en mal estado
Económicos y presupuestarios	16.EP	Cantidad de material granular necesario
	17.EP	Cantidad de drenajes y alcantarillado por instalar
	18.EP	Equipo y maquinaria necesarios para la intervención
	19.EP	Personal necesario para la intervención
	20.EP	Presupuesto necesario para la intervención

Tabla 2. Indicadores

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros escogidos para determinar la medición de estos indicadores se componen de una escala con puntajes de 0 a 100 para calificar la vía en estudio, donde 0 significa muy malo y 100 muy bueno (ver figura 8); cada uno de los grupos de indicadores tendrá un puntaje de 0 a 25 e individualmente es de 0 a 5 para cada indicador llegando así a sumar 100 puntos totales para saber el estado de la vía en estudio, una vez finalizada la inspección visual aplicando la herramienta del manual.

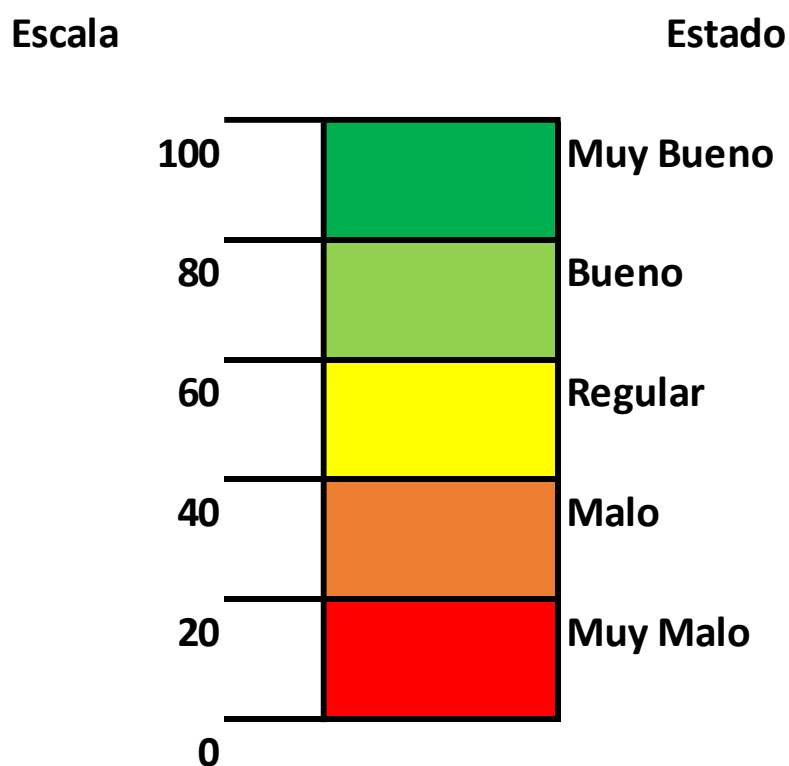


Figura 7. Escala de estado de la ruta

Fuente: Elaboración propia.

Grupo Indicador	Puntaje
Servicio y progreso social	25
Capacidad funcional o estado estructural de la vía	25
Seguridad vial	25
Económicos y presupuestarios	25
Total	100

Tabla 3. Puntaje por grupo de indicadores

Fuente: Elaboración propia.

Para los indicadores se propone utilizar puntajes de 0 a 5 para cada uno de ellos donde 0 indicaría muy malo y 5 muy bueno, como se muestra en la siguiente escala:

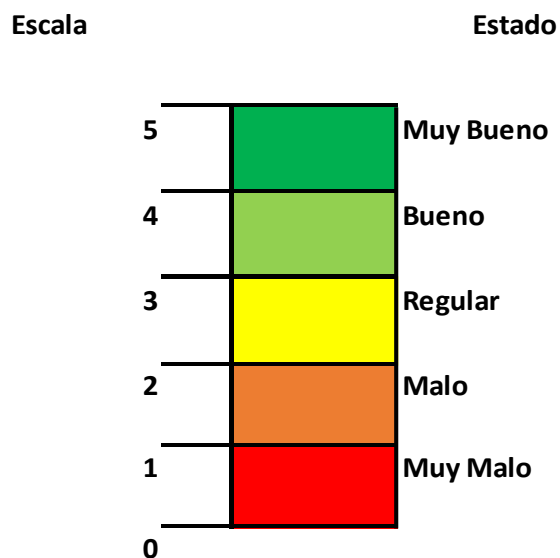


Figura 8. Escala de puntaje para cada indicador.

Fuente: Elaboración propia.

Para definir los estados de muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno se identificarán para cada indicador de manera individual.

Grupo 1. Indicadores de servicio y progreso social

En toda comunidad el desarrollo debe ir de la mano con lo social; para esta investigación se toman en cuenta 5 indicadores sociales identificándoles de la siguiente manera:

01.SS Solicitudes de intervención

Para medir este indicador se requiere que cada dirección regional tenga documentado cada una de las solicitudes de intervención que presenten los ciudadanos o grupos organizados durante los seis meses antes del día del levantamiento de la información, donde su medición dependerá de las solicitudes que se reciben por medio de los usuarios.

01.SS Solicitudes de Intervención.		
Nivel de severidad	Solicitudes de intervención	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 4. Medición del Indicador 01 SS

Fuente: Elaboración propia.

02.SS Necesidades de transporte para las actividades económicas.

Este indicador mide el impacto económico con un enfoque social para determinar cómo las necesidades de transporte afectan la productividad, competitividad y desarrollo de las

actividades económicas de esta región o sector específico del estudio, teniendo como medición de este indicador lo siguiente:

02.SS Necesidades de transporte para las actividades económicas.		
Nivel de severidad	Transporte de productos o actividad económica	Puntaje a dar
Muy malo	100 % por ruta	0
Malo	75 % por ruta	2
Regular	50 % por ruta	4
Bueno	25 % por ruta	3
Muy Bueno	0% por ruta	5

Tabla 5. Medición del indicador 02 SS

Fuente: Elaboración propia.

03.SS Traslado a centros educativos y de salud.

Para este indicador se debe tomar en cuenta si esta ruta es la vía de acceso principal para asistir a un centro educativo o de salud para los usuarios principales de la ruta y comunidades aledañas, su medición se ha contabilizado la cantidad de centros que se accedan.

Para medir este factor, se utiliza lo siguiente:

03.SS Traslado a centros educativos y de salud.		
Nivel de severidad	Vía de acceso a centros de salud o educativos	Puntaje a dar
Muy malo	Hay 4 centros	0
Malo	Hay 3 centros	2
Regular	Hay 2 centro	3
Bueno	Hay 1 centro	4
Muy Bueno	No hay ninguno	5

Tabla 6. Medición del Indicador 03 SS

Fuente: Elaboración propia.

04.SS Comunicación entre comunidades

Para medir este indicador se toma en cuenta si esta ruta comunica a una o más comunidades contabilizando así su importancia, para ello se mide lo siguiente:

04.SS Comunicación entre comunidades.		
Nivel de severidad	Comunicación entre comunidades	Puntaje a dar
Muy malo	5 comunidades	0
Malo	4 comunidades	2
Regular	3 comunidades	3
Bueno	2 comunidades	4
Muy Bueno	1 comunidad	5

Tabla 7. Medición del indicador 04 SS

Fuente: Elaboración propia.

05.SS Cantidad de viviendas con acceso a la ruta

Para este indicador se debe contar las viviendas que tienen acceso a la ruta, las cuales su único ingreso es por medio de la carretera en estudio. Un punto importante a considerar es que estas deben encontrarse frente a la ruta en estudio.

Para este indicador, su medición es la siguiente:

05.SS Cantidad de viviendas con acceso a la ruta.		
Nivel de severidad	Viviendas con acceso a la ruta	Puntaje a dar
Muy malo	20 o más	0
Malo	15 a 20	2
Regular	10 a 15	3
Bueno	5 a 10	4
Muy Bueno	5 o menos	5

Tabla 8. Medición del indicador 05 SS

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores capacidad funcional o estado estructural de la vía.

Se definen como medidas que permiten evaluar la capacidad de una carretera o infraestructura vial para soportar el tráfico de manera eficiente y segura, así como para determinar su estado físico y condiciones de operación.

06.CF Daños en la sub base

Para este indicador es necesario bajarse del vehículo y realizar una inspección detallada de la superficie de ruedo, para medir visualmente los daños en la sub base de la carretera que se esté evaluando, visualizando grietas, hundimientos, deformaciones, presencia de agua estancada y desprendimiento de material, el indicador se mide según indica la tabla 9.

06.CF Daños en la sub base.		
Nivel de severidad	Daño evidenciado en la subbase	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 9. Medición del Indicador 06 CF

Fuente: Elaboración propia.

07.CF Cantidad de baches

Los baches pueden ser provocados por la acción del tráfico, por erosión debido a lluvias o por desplazamiento de finos causado por el viento, que afectan la transitabilidad de la ruta y la seguridad de los usuarios, debido a la pérdida de material en la estructura de la vía.

Para evaluar este indicador se debe realizar una medición de los baches en su profundidad y diámetro, determinando como baches aquellos que presenten una profundidad mayor a 10 cm con un diámetro promedio de 30 cm, contabilizando de manera porcentual su cantidad en relación con los kilómetros en estudio.

07.CF Cantidad de baches.		
Nivel de severidad	% de baches según la vía	Puntaje a dar
Muy malo	75 % de la ruta	0
Malo	65 % de la ruta	2
Regular	40 % de la ruta	3
Bueno	15 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 10, Medición del Indicador 07 CF

Fuente: Elaboración propia

08.CF Estado de las cunetas

“Las cunetas son las zanjas laterales que se construyen paralelas al eje de la vía, entre el borde de la plataforma y el pie del talud. La función de esta obra de drenaje es la de recibir y evacuar eficientemente el agua de lluvia superficial proveniente de la superficie del afirmado del camino y de los taludes” (Perú, 2015).

Las cunetas pueden estar hechas de una variedad de materiales como, tierra o incluso revestidas con concreto en algunos casos, son un elemento importante para una carretera, de ahí que es necesario su buen estado de conformación como su limpieza. Para el mantenimiento de estas se realizan operaciones de limpieza, remoción de obstáculos, tierra y malezas y en ocasiones reconstrucción. También se utilizan diversas máquinas, como motoniveladoras, retroexcavadoras mixtas, retroexcavadoras rotativas y vagonetas.

Por ello para este indicador se realiza la medición en relación con su estado y limpieza estos dos factores se toman en cuenta para dar una evaluación la ruta de la siguiente manera:

08.CF Estado de las cunetas		
Nivel de severidad	% de cunetas en mal estado o falta de limpieza	Puntaje a dar
Muy malo	75 % de la ruta	0
Malo	65 % de la ruta	2
Regular	40 % de la ruta	3
Bueno	15 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 11. Medición del Indicador 08 CF

Fuente: Elaboración propia

09.CF Fricción o resistencia al desplazamiento vial.

Un punto importante a tomar en consideración para este indicador es los agregados, los cuales deben tener suficiente resistencia para soportar el aplastamiento durante la construcción, así como en sus intervenciones de mantenimiento, este debe estar en condiciones de servicio. De lo contrario, el paso vehicular podría fracturar algunas partículas generando así suciedad, y consecuentemente una pérdida de adherencia al rodaje de los vehículos (LannameUCR., 2017).

Para medir este indicador se debe observar si el material granular se encuentra bien compactado o si caso contrario se encuentra suelto, su medición para la ruta sería de la siguiente manera.

09.CF Fricción o resistencia al desplazamiento vial.		
Nivel de severidad	% de material sin compactar	Puntaje a dar
Muy malo	75 % de la ruta	0
Malo	65 % de la ruta	2
Regular	40 % de la ruta	3
Bueno	15 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 12, Medición del Indicador 09 CF

Fuente: Elaboración propia

10.CF Regularidad de la superficie de ruedo.

“Las principales características físicas que se deben mantener en un camino para garantizar condiciones satisfactorias al tránsito vehicular son la capacidad de soporte y la regularidad superficial” (Perú, 2015)

Para este indicador se debe tener en cuenta primero que no es igual al 09 CF, además de las deformaciones de la superficie de ruedo que no permite transitar de manera confortable al

usuario e incluso se debe disminuir la velocidad del vehículo por presentar una sub base heterogénea.

10.CF Regularidad de la superficie de ruedo.		
Nivel de severidad	% de irregularidad	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 13. Medición del indicador 10 CF

Fuente: Elaboración propia

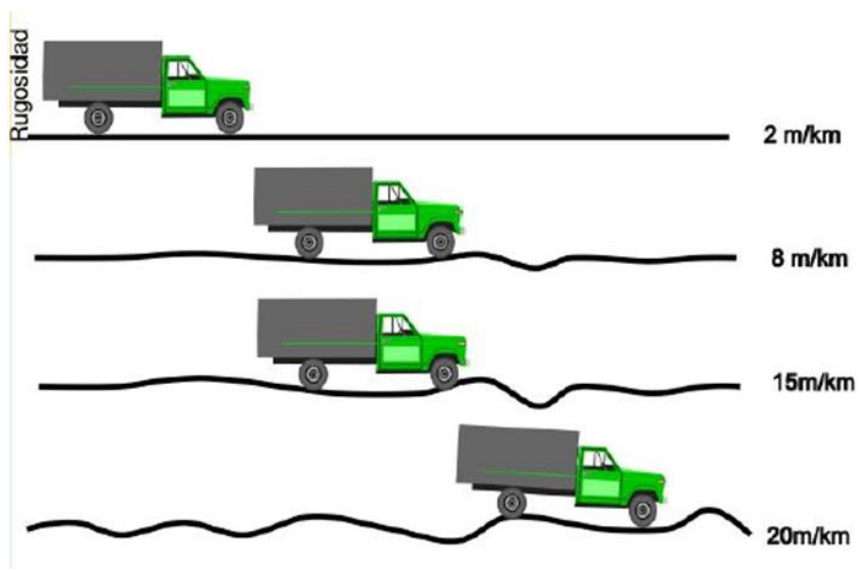


Figura 9. La regularidad superficial de las carreteras

Fuente: (Quesada, Solís , 2015)

Indicadores de seguridad vial

Estos indicadores se utilizan para evaluar, monitorear la situación de la seguridad en las carreteras y vías de tránsito. La medición y análisis de estos indicadores son fundamentales para diseñar estrategias efectivas de prevención, así como la reducción de accidentes viales, con el objetivo de proteger la vida, también la integridad de los usuarios de las vías.

11.SV Falta de podas o corte de malezas en derecho de vía.

Es importante mantener el derecho de vía limpio, despejado para garantizar la seguridad de los conductores, peatones. Por ello, es necesario la poda, así como la limpieza de maleza para evitar tanto accidentes como daños a la infraestructura vial.

La medición de este indicador se basa en la extensión de la vegetación que obstruye la visibilidad o la presencia de ramas que puedan representar un peligro para los conductores.

11.SV Falta de podas o corte de malezas en derecho de vía.		
Nivel de severidad	Extensión de la maleza en derecho de vía	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 14. Medición del Indicador 11 SV

Fuente: Elaboración propia.

12.SV Señalización vertical

La señalización vertical se refiere a los diversos tipos de señales de tránsito colocadas sobre postes, soportes, luces u otros dispositivos verticales en la vía pública para informar, advertir o regular el tránsito de vehículos y peatones. Estas suelen contener, entre otras cosas, información sobre límites de velocidad, paradas, derecho de paso, direcciones permitidas y zonas prohibidas.

“La limpieza de las señales verticales y, en casos puntuales, la recuperación o reposición de algunas de ellas” (Perú, 2015).

La señalización vertical es fundamental para la seguridad vial, ayuda a mantener el orden y la organización en calles y carreteras. Para este indicador se toma en cuenta aquellas que se encuentren en mal estado e inexistente en algunos casos, para toda la ruta, realizando un conteo. La medición de este indicador se ejecuta de la siguiente manera:

12.SV Señalización vertical.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 15. Medición del Indicador 12 SV

Fuente: Elaboración propia

13.SV Falta de elementos de desplazamiento peatonal.

Para este indicador se mide la seguridad de los peatones en las zonas escolares, centros de salud, iglesias, salones comunales, plazas, así como en los puentes. Para la medición de este indicador se utiliza lo indicado en la tabla 13.

13.SV Falta de elementos de desplazamiento peatonal.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 16. Medición del indicador 13 SV

Fuente: Elaboración propia.

14.SV Alcantarillas obstruidas o falta de limpieza

“Las alcantarillas son elementos del sistema de drenaje constituidos por ductos que permiten y facilitan el paso del agua, proveniente de cauces naturales, canales o cunetas, de un lado a otro del camino” (Perú, 2015).

Para este indicador se define como sistemas de ello un conteo de las alcantarillas o pasos de agua, así como ausencia de cunetas o sistemas de drenaje en la ruta en estudio.

14.SV Alcantarillas obstruidas o falta de limpieza.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 17. Medición del Indicador 14 SV

Fuente: Elaboración propia

15.SV Barreras o elementos de contención en mal estado o ausencia

Este indicador se utiliza en zonas de riesgo o de aproximación a puentes.

15.SV Barreras o elementos de contención en mal estado o ausencia.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 18. Medición del Indicador 15 SV

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores económicos y presupuestarios

Estos indicadores ayudan a evaluar la viabilidad financiera, el rendimiento económico, la eficiencia en la gestión de recursos destinados al mantenimiento y mejora de en las rutas nacionales en lastre.

16. EP Cantidad de material granular necesario

Para medir este indicador es necesario visualizar la superficie de ruedo y determinar así la cantidad aproximada a utilizar en la vía para su recuperación o mantenimiento; para ello se toma como medición lo siguiente:

16. EP Cantidad de material granular necesario		
Nivel de severidad	Cantidad de Material necesario	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 19. Medición del Indicador 16 EP

Fuente: Elaboración propia

17. EP Cantidad de drenajes y alcantarillado por instalar

Según para este indicador se debe tomar en cuenta el reemplazo de alcantarillado en mal estado o necesidad de colocar un paso de agua para evitar que esta corte la superficie de ruedo para pasar de un lado a otro. Por esto, la medición se realiza contabilizando estos elementos y dando la siguiente puntuación:

17. EP Cantidad de drenajes y alcantarillado por instalar.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 20. Medición del Indicador 17 EP

Fuente: Elaboración propia

18. EP Equipo y maquinaria necesarios

Para este indicador se toman los datos de las necesidades de la ruta, luego hacer una lista de maquinaria, equipo básico y mínimo a utilizar para rehabilitar la ruta, después de esto se utiliza la medición del indicador.

Este equipo se refiere a lo siguiente:

1. Motoniveladora: Para nivelar y compactar la superficie de la carretera.



Figura 10. Equipo Motoniveladora, MOPT

Fuente: Elaboración propia

2. Compactadora de suelo: Para compactar el lastre y mejorar la estabilidad de la carretera.
3. Vagoneta: Para transportar material como lastre, grava o tierra, ya sea por limpieza o para utilizar en la vía.

4. Rodillo compactador: Para compactar y nivelar la superficie de la carretera después de la colocación del lastre.

5. Retroexcavadora: Para realizar tareas de excavación, limpieza y mantenimiento en el derecho de vía de la carretera.

18. EP Equipo y maquinaria necesarios.		
Nivel de severidad	Cantidad de equipo y maquinaria	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 21. Medición del Indicador 18 EP

Fuente: Elaboración propia

19. EP Personal necesario para la intervención.

Al igual que el indicador 18 EP, se debe realizar una valoración dependiendo del estado de la ruta de la cantidad de personal a utilizar para rehabilitarla y así utilizar la medición del indicador.

19. EP Personal necesario para la intervención.		
Nivel de severidad	Cantidad de personal	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 22. Medición del Indicador 19 EP

Fuente: Elaboración propia

20. EP Presupuesto necesario para la intervención.

Para la medición de este indicador se hace con base en la evaluación realizada en la ruta según los indicadores 06 daños en la subbase e indicador 16 porcentaje de material granular necesario; de estos dos resultados se toma el porcentaje mayor para poder identificar un estimado del presupuesto necesario para la intervención según los kilómetros que se esté evaluando.

Los presupuestos económicos para invertir en mantenimiento de carreteras en lastre de Costa Rica varían dependiendo de múltiples factores, pero suelen ser necesarios para garantizar la seguridad y la transitabilidad de las vías.

La medición que se propone para este indicador es la siguiente:

20. EP Presupuesto necesario para la intervención.		
Nivel de severidad	presupuesto disponible	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 23. Medición del Indicador 20 EP

Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV

Analizados los datos recopilados para esta investigación sobre las intervenciones realizadas por la Dirección de Obras Públicas del MOPT se puede identificar que la inversión se realizó en su mayoría en dos intervenciones de mantenimiento rutinario y periódico.

Sobre el mantenimiento rutinario, las Direcciones Regionales acumularon una ejecución de 440,839 km, de los cuales la mayor ejecución se concentra en la Dirección Regional XI – Río Claro con 81,562 km y la Macro Región Guanacaste con 81,265 km y la menor ejecución se llevó a cabo en la Dirección Regional III – Alajuela con 13,53 km (MOPT, 2024).

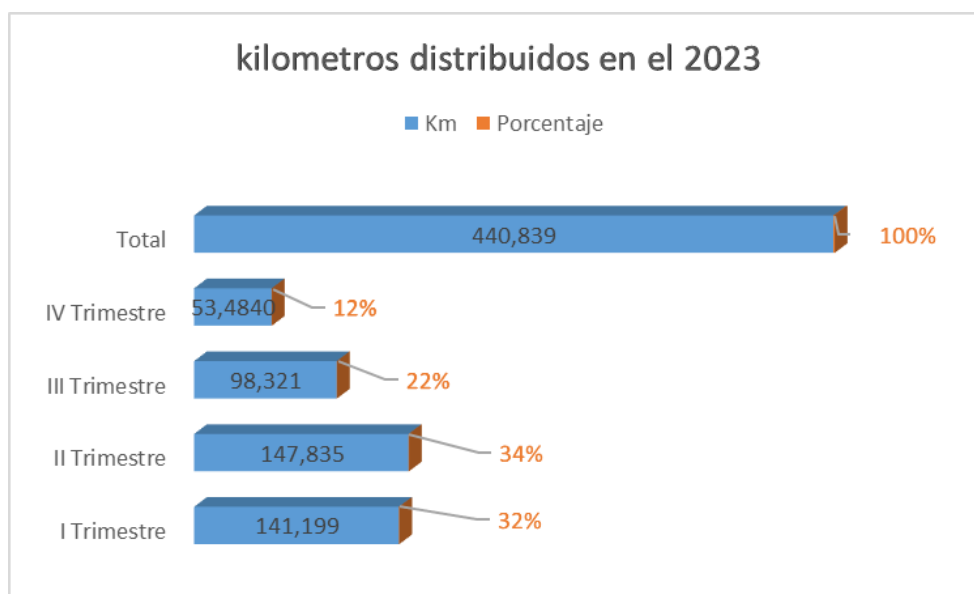


Figura 11. Distribución de kilómetros mantenimiento rutinario 2023.

Fuente: Elaboración propia.

Esta ejecución representó para la división de Obras Públicas una inversión aproximada de ₡624 270 048,90.



Figura 12, Distribución de inversión mantenimiento rutinario 2023.

Fuente: Elaboración propia.

En el mantenimiento periódico, se logra una ejecución de 87,514 km, la mayor ejecución se desarrolló en la Dirección Regional VIII – Limón, 27,75 km; así como en la Dirección Regional IX – Guácimo, 16,9 km, y la menor ejecución en este tipo de mantenimiento se reporta en la Dirección Regional X – Pérez Zeledón con 0,745 km.

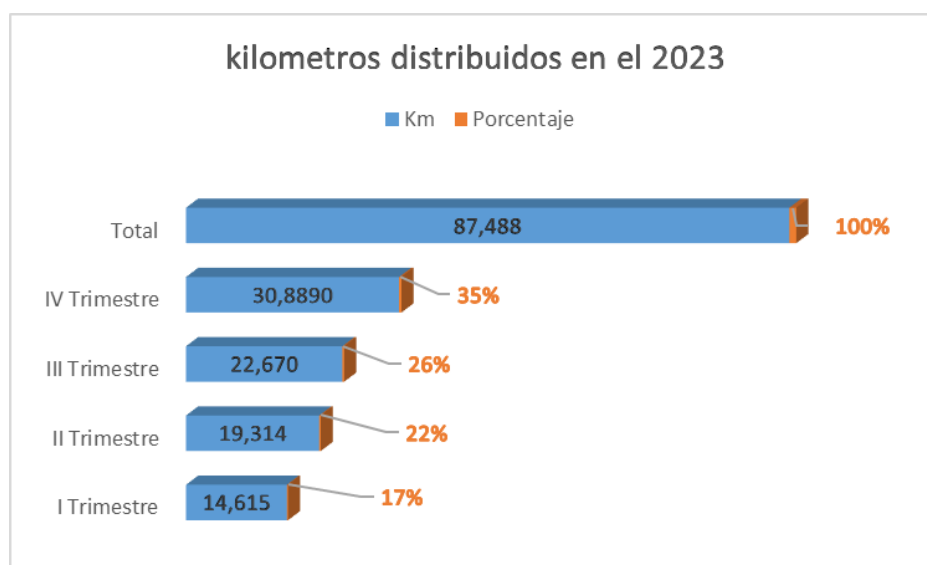


Figura 13. Distribución de kilómetros mantenimiento periódico 2023.

Fuente: Elaboración propia.

Esta ejecución representó para la división de Obras Públicas una inversión aproximada de ₡2 999 831 787,05.



Figura 14. Distribución de kilómetros mantenimiento periódico 2023.

Fuente: Elaboración propia.

Inversión en mantenimiento vial Rutas en lastre 2023		
Tipo	Ejecutado (km)	Inversión
Rutinario	440,84	<u>€624 270 048,90</u>
Periódico	87,514	<u>€2 999 831 787,05</u>
<u>Total, km</u>	<u>528,354</u>	<u>€3 624 101 835,95</u>

Tabla 21. Kilómetros e inversión ejecutada durante el 2023.

Fuente: Elaboración propia

Costo promedio de un kilómetro de mantenimiento rutinario y periódico		
Monto de intervenciones	Kilómetros intervenidos	Costo promedio del kilometro
€3 624 101 835,95	528,327	€6 859 580,972

Tabla 22. Costo promedio del mantenimiento por kilómetro durante el 2023.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo esta información indicada anteriormente sobre la inversión ejecutada en el año 2023 se procede a realizar la visita de campo a una ruta nacional en lastre, al utilizar la información sobre la ruta y sus características. Se lleva a cabo una auscultación de la misma para realizar la interpretación de los resultados y verificando el instrumento.

La visita se realizó en la provincia de Guanacaste en el cantón de Nandayure para la ruta nacional No 160 en tres secciones de control las 5-0621-00, 5-0622-00, 5-0623-00 la cual inicia San Francisco de Coyote en el en la coordenada $9^{\circ}48'45''$ N $85^{\circ}14'43''$ W y finalizando en Río Ora limite cantonal entre Nandayure y Hojancha en la coordenada $9^{\circ}53'25''$ N $85^{\circ}26'41''$ W.

Estas tres secciones de control tienen una extensión de 31,980 km, distribuidos en 18.745 km que va de la comunidad de San Francisco de Coyote a Corozalito, 6.420 km de Corozalito a Punta Islita; por último, 6.815 km de Punta Islita a Río Ora límite cantonal con Hojancha. Para una mejor comprensión de la ubicación se puede observar en las figuras 10 y 11.

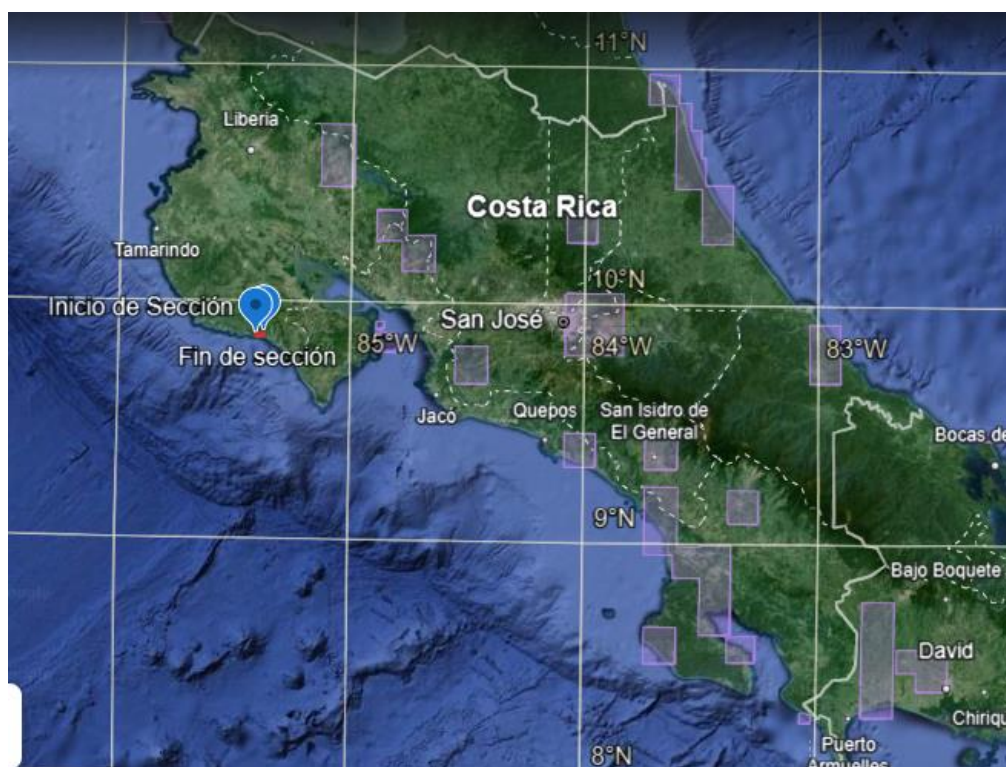


Figura 15. Ubicación de la ruta en estudio según el mapa de Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia

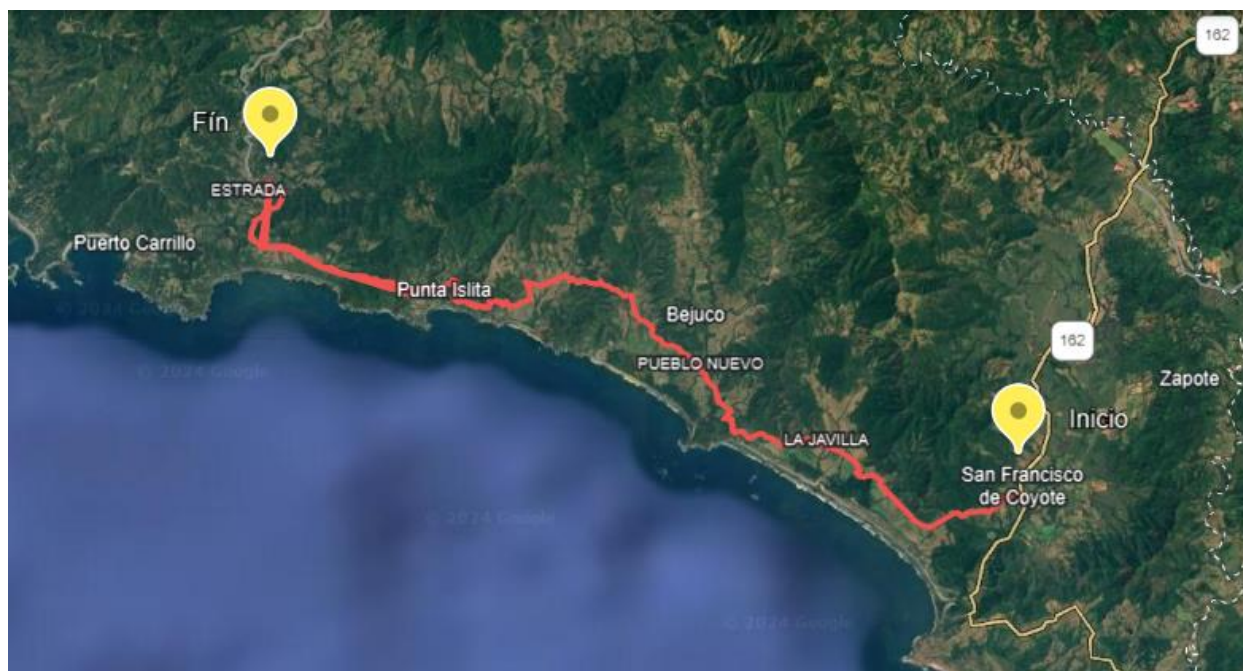


Figura 16, Detalle del recorrido de la ruta.

Fuente: Elaboración propia.

Después de la selección de la ruta con sus secciones de control se procedió a realizar el recorrido efectuando una auscultación visual y las consultas pertinentes para aplicar los indicadores propuestos para la elaboración del manual. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Indicadores de servicio y progreso social

Para el indicador 01. SS “Solicitudes de Intervención”, según comentaron personeros de la Dirección Regional de Guanacaste, ellos no llevan contabilizadas las solicitudes para las intervenciones; pero, para estas secciones de control, se tienen notas por parte de la asociación de

desarrollo de la comunidad de Punta Islita, habitantes de San Francisco de Coyote, así como de jerarcas de gobierno que para los 6 meses podrían indicar que han recibido 6 solicitudes o más. El resultado de este indicador sería como lo muestra la tabla 24 siguiente.

01.SS Solicitudes de Intervención.		
Nivel de severidad	Solicitudes de intervención	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 23. Resultado del indicador 01 SS en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador 02. SS “Necesidades de transporte para las actividades económicas”. Es importante comentar que las secciones de control en estudio son el acceso a playas nacionales muy visitadas como lo son Corozalito la cual es una de las utilizadas para el avistamiento de tortugas y la visita controlada para ver el proceso del desove de la tortuga lora, Playa Coyote, playa Bejuco y Punta Islita; en esta última se encuentra un hotel muy visitado, de ahí que esta zona sea muy frecuentada por turistas nacionales como extranjeros. Durante el recorrido se visualizaron varios turistas con dificultades para su traslado por el estado de la ruta en estas secciones de control. El indicador recibió la siguiente puntuación:

02.SS Necesidades de transporte para las actividades económicas.		
Nivel de severidad	Transporte de productos o actividad económica	Puntaje a dar
Muy malo	100 % por ruta	0
Malo	75 % por ruta	2
Regular	50 % por ruta	4
Bueno	25 % por ruta	3
Muy Bueno	0% por ruta	5

Tabla 24. Resultado del indicador 02 SS en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador 03. SS “Traslado a centros educativos y de salud”, los habitantes de estas comunidades se trasladan por esta ruta para ir a la comunidad de San Francisco Coyote donde se encuentra el Colegio, la escuela, EBAIS; así como las escuelas de bejuco, Islita. En una de las cartas de las comunidades solicitando esta intervención indican que el autobús que transporta los estudiantes ya no puede realizar el recorrido por las dificultades en la ruta.

Por ello este indicador obtuvo la siguiente puntuación:

03.SS Traslado a centros educativos y de salud.		
Nivel de severidad	Vía de acceso a centros de salud o educativos	Puntaje a dar
Muy malo	Hay 4 centros	0
Malo	Hay 3 centros	2
Regular	Hay 2 centro	3
Bueno	Hay 1 centro	4
Muy Bueno	No hay ninguno	5

Tabla 25. Resultado del indicador 03 SS en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador 04. SS Comunicación entre comunidades. Como se comentó en el indicador anterior esta vía comunica los habitantes de Punta Islita, Corozalito, Javilla, Pueblo Nuevo, Bejuco con San Francisco Coyote, con lo cual se obtiene el siguiente resultado para este indicador:

04.SS Comunicación entre comunidades.		
Nivel de severidad	Comunicación entre comunidades	Puntaje a dar
Muy malo	5 comunidades	0
Malo	4 comunidades	2
Regular	3 comunidades	3
Bueno	2 comunidades	4
Muy Bueno	1 comunidad	5

Tabla 26. Resultado del indicador 04 SS en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

El último indicador social 05. SS Cantidad de viviendas con acceso a la ruta. Se puede indicar que a pesar de que en algunos tramos de hasta 300 metros no se encuentran viviendas, la ruta tiene en sus 6.380 km más de 100 que acceden por esta ruta, así como varios comercios; por ello, este indicador se evalúa con lo siguiente:

05.SS Cantidad de viviendas con acceso a la ruta.		
Nivel de severidad	Viviendas con acceso a la ruta	Puntaje a dar
Muy malo	20 o más	0
Malo	15 a 20	2
Regular	10 a 15	3
Bueno	5 a 10	4
Muy Bueno	5 o menos	5

Tabla 27. Resultado del indicador 05 SS en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Para los indicadores del grupo “Capacidad funcional o estado estructural de la vía”, se utilizan como material de apoyo algunas imágenes de la visita realizada.

El indicador 06.CF “Daños en la sub base”, se puede determinar que cerca del 75% la estructura no se encuentra en condiciones transitables. En la inspección se encontró con que un tramo no contaba con material granular y era en apariencia arcilla que con las lluvias ocasionaron lo que los lugareños llamarán “un pegadero” debido a que la mayoría de vehículos no podía transitar (ver en figura 17 y 18).



Figura 17, estacionamiento 3+250 estado de la subbase, ruta 160 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 18. Estacionamiento 3+250 estado de la sub base, ruta 160160 SC 5-0621-00
5-0622-00 y 5-0623-00**

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Estacionamiento 13+257 estado de la ruta

Fuente: Elaboración propia.

Puntaje obtenido según el indicador:

06.CF Daños en la sub base.		
Nivel de severidad	Daño evidenciado en la subbase	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 28. Resultado del indicador 06 CF en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador 07.CF “Cantidad de baches”. Para este indicador se tomó como bache la medida que describe el indicador; pero en estas secciones de control no fueron muchos los baches encontrados debido a que la estructura de la ruta está en muy malas condiciones. En este caso aplican otros indicadores y se muestra en la figura 20, algunos de los baches encontrados.



Figura 20, Baches ruta en evaluación

Fuente: Elaboración propia.

07.CF Cantidad de baches.		
Nivel de severidad	% de baches según la vía	Puntaje a dar
Muy malo	75 % de la ruta	0
Malo	65 % de la ruta	2
Regular	40 % de la ruta	3
Bueno	15 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 29. Resultado del indicador 07 CF en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Baches en la ruta.

Fuente: Elaboración propia

Para el indicador 08.CF “Estado de las cunetas” es importante indicar que, para esta vía, las cunetas son de tierra en más del 98 %. Solo cerca del centro de Punta Islita se localizan alrededor de 100 metros en concreto, para lo anterior se realiza el siguiente puntaje de dicho indicador.

08.CF Estado de las cunetas.		
Nivel de severidad	% de cunetas en mal estado o falta de limpieza	Puntaje a dar
Muy malo	75 % de la ruta	0
Malo	65 % de la ruta	2
Regular	40 % de la ruta	3
Bueno	15 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 30. Resultado del indicador 08 CF en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Inspeccionando el indicador 09.CF “Fricción o resistencia al desplazamiento vial” en algunos tramos de la sección de control en estudio se observa que hay material suelto. Según indican los habitantes de la zona ya han pasado varios accidentes de tránsito, también en una pendiente debido a la topografía del camino se encuentra resistencia al desplazamiento.

La Dirección Regional de Guanacaste indica que, por la misma topografía del camino, es difícil realizar una buena compactación del material. En años atrás han realizado colocación de perfilado con emulsión; sin embargo, ya este trabajo se encuentra deteriorado y actualmente el material está suelto.

Así las cosas, este indicador da la siguiente puntuación:

09.CF Fricción o resistencia al desplazamiento vial.		
Nivel de severidad	% de material sin compactar	Puntaje a dar
Muy malo	75 % de la ruta	0
Malo	65 % de la ruta	2
Regular	40 % de la ruta	3
Bueno	15 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 31. Resultado del indicador 09 CF en la ruta de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Así también se realiza la verificación del indicador 10.CF “Regularidad de la superficie de ruedo”, para esta ruta después de realizar el recorrido de los 33.610 km se pudo evidenciar que existen 7 tramos donde es necesario bajar la velocidad por los problemas de irregularidad la superficie de ruedo. Por ello, en este indicador se da la siguiente puntuación:

10.CF Regularidad de la superficie de ruedo.		
Nivel de severidad	% de irregularidad	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 32. Medición de Indicador 10 SV 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00

Fuente: Elaboración propia

Para los indicadores de seguridad vial se realizó una evaluación de cada indicador. Se inició con el indicador 11.SV “Falta de podas o corte de malezas en derecho de vía”, sobre el cual se obtuvo lo siguiente:

11.SV Falta de podas o corte de malezas en derecho de vía.		
Nivel de severidad	Extensión de la maleza en derecho de vía	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 33. Medición de indicador 11 SV 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00

Fuente: Elaboración propia

Con el indicador 12.SV Señalización vertical es importante afirmar que, a pesar de encontrarse en una zona rural, la necesidad de señalización es evidente. Así lo informan los vecinos de estas comunidades, ya que tienen identificados dos lugares donde se presentan accidentes debido a la falta de una señal de alto, tomando esto como dos señales, más cuatro que se contabilizaron en mal estado.

Este indicador recibió la siguiente calificación:

12.SV Señalización vertical.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 34, Medición de Indicador 12 SV 160 SC 5-0621-00 5-0622-00 y 5-0623-00

Fuente: Elaboración propia

La importancia de la seguridad vial debe contemplarse en todas las vías, no importa si es terciaria o secundaria; por ello, se lleva a medir el indicador 13.SV “Falta de elementos de desplazamiento peatonal”. Se obtiene una mala nota porque las comunidades carecen de estos elementos no solo en los lugares de céntricos donde se ubican, escuelas, colegios o centros de salud, sino también en los puentes, teniendo la siguiente puntuación:

13.SV Falta de elementos de desplazamiento peatonal.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 35. Resultado del Indicador 13 SV aplicado en la ruta de estudio

Fuente: Elaboración propia

Cuando se evalúa el indicador 14.SV “Alcantarillas obstruidas o falta de limpieza” en las tres secciones de control se evidencia que este tipo de trabajo no se ha realizado; entre las comunidades de Javilla y San Francisco Coyote se encontró una alcantarilla completamente obstruida y las aguas se desviaron, con lo que se inundó completamente la superficie de ruedo, como se muestra en la figura 22.



Figura 22. Alcantarilla obstruida entre Javilla y San Francisco Coyote

Fuente: Elaboración propia.

Por ello este indicador recibe la siguiente puntuación:

14.SV Alcantarillas obstruidas o falta de limpieza.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 36. Resultado del Indicador 14 SV aplicado en la ruta de estudio

Fuente: Elaboración propia

El último indicador para el grupo de seguridad vía corresponde al 15.SV “Barreras o elementos de contención en mal estado o ausencia”. Este también obtiene una puntuación muy baja por tener ausencia de barreras en dos puentes; en la sección de control 5-0621-00 propiamente en el estacionamiento 5+115 se encuentra un puente sin barreras. Así las cosas, esta ruta, en las ubicaciones en estudio, presenta la siguiente puntuación:

15.SV Barreras o elementos de contención en mal estado o ausencia.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 37, Medición del Indicador 15 SV

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar la evaluación de la ruta, en estas secciones se trabaja el último grupo de indicadores económicos y presupuestarios.

Indicador 16. EP “Cantidad de material granular necesario”. Aplicando este indicador en los 33.610 km totales de las 3 secciones de control de esta ruta, se puede indicar que 25.207 metros, se encuentran con necesidad de material granular para un 75% del total de los kilómetros evaluados, teniendo como resultado:

16. EP Cantidad de material granular necesario.		
Nivel de severidad	Cantidad de Material necesario	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 38. Medición del indicador 16 EP

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Imagen del estado de la ruta.

Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Imagen del estado de la ruta.

Fuente: Elaboración propia

En estas secciones de control se presentan muchos problemas de canalización de las aguas, con recorridos muy extensos. Aquí es necesario colocar un paso de alcantarilla para evitar el traslado de las aguas por la superficie de rueda, además se encontró con elementos que ya cumplieron su vida útil y están por colapsar.

17. EP Cantidad de drenajes y alcantarillado por instalar.		
Nivel de severidad	Faltantes o en mal estado	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 39, Medición del Indicador 17 EP

Fuente: Elaboración propia

Un elemento importante a contemplar en una posible intervención es el equipo y maquinaria necesaria a disponer para ejecutar los trabajos en la vía y que esta pueda estar en las mejores condiciones.

Para ello el indicador 18. EP “Equipo y maquinaria necesarios”, se debe tomar en cuenta a la hora de levantar una información para una futura intervención y valorar lo requerido. Para estas secciones de control sería necesario, como mínimo siete equipos solo para mantenimiento, y sin contemplar colocar material granular:

Recursos considerados	Cantidad
Back Hoe	1
Compactadora	1
Niveladora	1
Vagonetas	2
Camión cuadrilla	1
Tanque de agua	1

Tabla 40. Equipo y maquinaria necesaria

Fuente: Elaboración propia.

18. EP Equipo y maquinaria necesaria.		
Nivel de severidad	Cantidad de equipo y maquinaria	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 41. Medición del Indicador 18 EP

Fuente: Elaboración propia

Así como es necesario equipo y maquinaria mínima para la intervención y el mantenimiento en estas secciones de control, se requiere personal para realizar estas labores, este se indica en la tabla siguiente como mínimo:

Recursos considerados	Cantidad
Operador de equipo	6
Operador de equipo liviano	1
Peones	2
Inspector	1
Ingeniero	1

Tabla 42. Personal necesario

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo para el indicador 19. EP “Personal necesario” para la intervención, la evaluación siguiente:

EP19. EP Personal necesario para la intervención.		
Nivel de severidad	Cantidad de personal	Puntaje a dar
Muy malo	6	0
Malo	5	2
Regular	3	3
Bueno	2	4
Muy Bueno	0	5

Tabla 43. Medición del Indicador 19 EP

Fuente: Elaboración propia

Como último indicador y de gran importancia se tiene el indicador 20. EP “Presupuesto necesario para la intervención”. Como se indica en la descripción de este indicador, se toma el porcentaje mayor de los indicadores 6 y 16, que según la evaluación de estos en estas secciones de control es de 75 % para ambos. Por ello, se toma esta referencia con la siguiente medida:

20. EP Presupuesto necesario para la intervención.		
Nivel de severidad	presupuesto disponible	Puntaje a dar
Muy malo	100 % de la ruta	0
Malo	75 % de la ruta	2
Regular	50 % de la ruta	3
Bueno	25 % de la ruta	4
Muy Bueno	0% de la ruta	5

Tabla 44, Medición del Indicador 20 EP

Fuente: Elaboración propia

Después de aplicar la evaluación a cada uno de los indicadores en estas secciones de control se procede a dar un puntaje general de las mismas. En este caso, se obtuvo como resultado un puntaje de 27 para estas 3 secciones de control. Esto, según la escala de medición, es calificado como malo (ver figura 25), que muestra lo evaluado según los indicadores.

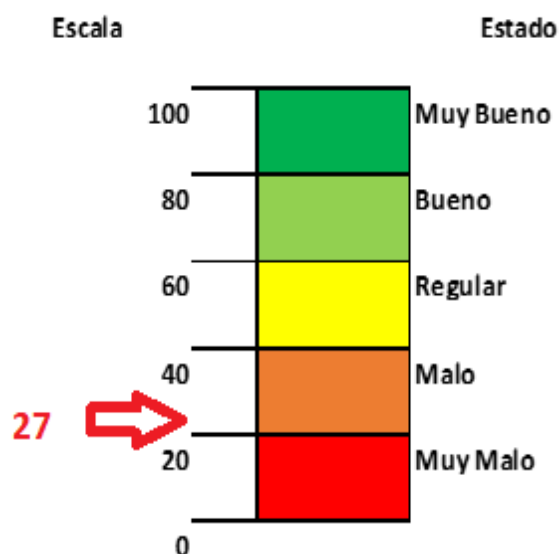


Figura 25. Resultado de la evaluación aplicada en la ruta de estudio

Fuente: Elaboración propia

Para el mantenimiento de estas tres secciones de control, se utilizan como referencia los costos por kilómetro para el año 2023; tal como se muestra en la tabla 22, estos fueron de ¢6 859 580,972. Si se aplica para los 31,980 km, se tendría un monto estimado de ¢219 369 399, 470. Es importante aclarar que esto va a variar dependiendo del tipo de mantenimiento que se vaya a efectuar, así como la maquinaria y equipo que se utilice.

Es importante aclarar que este monto no contempla el costo del reemplazo o colocación de señales de tránsito nuevas, así como la construcción de pasos peatonales, aceras ni cunetas revestidas.

Conclusiones

La investigación sobre las intervenciones realizadas en las rutas nacionales en lastre durante el año 2023 aporta datos interesantes sobre el mantenimiento vial del país. Al revisar la información proporcionada por el departamento de Obras Públicas, muestra que se destinan importantes recursos económicos a estas tareas, lo que indica un compromiso por parte del gobierno en el mantenimiento de la infraestructura vial en lastre del país.

La visita de campo permitió observar el estado actual de esta ruta, durante la auscultación se notan sectores de la vía que presentan deterioro y falta de mantenimiento; al evaluar cada uno de los indicadores propuestos se evidencia la importancia de la inversión en esta ruta no solo para garantizar la movilidad y seguridad de los ciudadanos, sino también el desarrollo económico de esta zona tan turística. Así las cosas, es necesario programar la intervención vial en un corto plazo para evitar un retroceso mayor en las condiciones de la vía.

Esta guía es un instrumento técnico que puede utilizarse antes de un levantamiento de necesidades, lo que ayuda a definir intervenciones en las rutas nacionales de lastre. Con la inclusión de insumos necesarios y la aplicación de indicadores, permite garantizar una correcta intervención vial, contribuir a la recuperación funcional de las rutas y mejorar la calidad de la infraestructura vial en el país, así como la optimización de los recursos.

Recomendaciones

Al ser este un primer instrumento técnico con estas características, se recomienda su aplicación, para con ello poder evaluar cada uno de los indicadores y de ser necesario realizar mejoras en estos, dependiendo de las necesidades encontradas.

Se recomienda incorporar esta herramienta técnica en las programaciones o planes de trabajo para las intervenciones viales de la dirección de Obras Públicas a través de las regionales.

Esta guía puede ser utilizada en las rutas nacionales de lastre para obtener de manera más expedita la información sobre el estado de las rutas y con ello poder generar una base de datos que permita realizar toma de decisiones no solo para programaciones sino también para distribuir las partidas económicas.

Se recomienda dar continuidad al instrumento mediante un proceso de evaluación de la guía después de ser aplicada.

Índice de referencias bibliográficas

Barrantes, J. R. (2018). *Repositorio del Conare*.

https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/2957/Diagnostico_estado_Infraestructura_vial_Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INCAE, CLACDS, INDER, FAO. (Octubre de 2021). chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.inder.go.cr/territorios/indice-desarrollo-rural-territorial/docs/Metodologia-para-IDRT.pdf

Jiménez, B. M. (2020). *Repositorio UCR*. <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/17655>

LanameUCR. (Abril de 2017). chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.laname.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/866/public_esp_tratam_superficiales_ruta_lastre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). *Procuraduría General de la República de*

Costa Rica. https://www.pgrweb.go.cr/docsdescargar/Normas/No%20DE-39429/Version1/Manual_Especificaciones_Generales_Conservacion_Caminos_carreteras_y_PuentesMCV2015.pdf

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). *Laboratorio de materiales UCR*.

<https://www.laname.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/850>

MOPT. (2024). *Informe de evaluación de las metas POI 2023 de la División de Obras Públicas del MOPT*. Publicaciones, MOPT.

Namur, Y. E. (2008). *Repositorio Pontificia Universidad Catolica de Chile*.

<https://repositorio.uc.cl/server/api/core/bitstreams/97af8e2b-21ec-41bf-866c-37d63cb1b1cf/content>

Perú, M. d. (Agosto de 2015). *Plataforma del Estado Peruano*. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental__no_pavimentada.pdf

Pestana, Ortíz, X., & Zabaleta, Gonzalez, D. (2014). *repositorio Universidad de Cratagena*.

<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/2062/trabajo%20de%20Grado%20completo%20para%20jurado%20-%20copia%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Poder Ejecutivo; MOPT. (11 de Setiembre de 2023).

https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2023/09/11/COMP_11_09_2023.html. Imprenta Nacional: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2023/09/11/COMP_11_09_2023.html

Pradena, M. M. (2006). *Pontificia Universidad Catolica de Chile*.

<https://repositorio.uc.cl/server/api/core/bitstreams/aa6cb25c-2e60-4d5f-8db8-c61487a85214/content>

Quesada, Solís , L. A. (2015). *Repositorio Instituto Tecnológico de Costa Rica*.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6390>

Transoft Solutions. (julio de 2024). *Transoft Solutions*.

<https://www.transoftsolutions.com/es/seguridad-vial/resources/blog/gestion-de-la-seguridad-vial/>

Waston, L. M. (2009). *Repositorio Instituto Tecnológico de Costa Rica*.

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6067/desarrollo_metodologia_evaluacion_caminos_vecinales.pdf?sequence=1

Anexos

Anexo 1. Herramienta de campo.

Hoja de campo para la auscultación y medición de Indicadores de la ruta

Pág. 1

Hoja 1/1

Fecha: 30 de mayo del 2024
 # de Ruta: 160
 Secc. De control: 5-0621-00 / 5-0622-00 y 5-0623-00
 Provincia, Cantón y Distrito: Guancabete, Nandayure, nandayure

Est. Inicial: 0+000
 Est. Final: 6+380
 Long. Total: 6,380 km

Grupo	Indicador	Medida según el indicador	Nivel de severidad					Puntaje
			Muy Bueno	Bueno	Regular	Mal	Muy malo	
Servicio y progreso social	01.SS Solicitudes de intervención	6					x	0
	02.SS Necesidad del transporte para las actividades económicas de la población .	100 % por ruta					x	0
	03.SS Traslado a centros educativos y de salud	Hay 4 centros					x	0
	04.SS Comunicación entre comunidades	5 comunidades					x	0
	05.SS Cantidades de viviendas con acceso a la ruta.	20 o más					x	0
Capacidad funcional o estado estructural de la vía	06.CF Daños en la subbase	75 % de la ruta				x		2
	07.CF Cantidad de baches	15 % de la ruta	x					4
	08.CF falta de drenajes o alcantarillado	65 % de la ruta				x		2
	09.CF Fricción o resistencia al desplazamiento vial	40 % de la ruta			x			3
	10.CF Regularidad de la superficie de ruedo	25 % d elaruta	x					4
Seguridad vial	11.SV Falta de Podas o corte de malezas en derecho de vía	50 % de la ruta			x			3
	12.SV Falta de señalización vertical.	6					x	0
	13.SV Falta de elementos de desplazamiento peatonal	6					x	0
	14.SV sistemas de drenajes obstruidos	6					x	0
	15.SV Barreras o elementos de contención en mal estado	3				x		2
Económicos y presupuestarios	16.EP Cantidad de material granular necesario	75 % de la ruta				x		2
	17.EP Cantidad de drenajes y alcantarillado por instalar	3			x			3
	18.EP Equipo y maquinaria necesarios	6					x	0
	19.EP Personal necesario para la intervención	6					x	0
	20.EP Presupuesto disponible	75 % de la ruta				x		2

Puntaje total de la ruta en estudio y nivel de severidad:

27

Observaciones: Se realizó en tres secciones de control las cuales son 5-0621-00, 5-0622-00 y 5-0623-00.

Anexo 2.

Informe de evaluación de las metas POI 2023 de la División de Obras Públicas del MOPT.

Evaluación de metas POI 2023

Informe de evaluación de las metas POI 2023 de la División de Obras Públicas del MOPT.

Evaluación IV trimestre y II semestre 2023

a. Introducción

Se presenta el Informe de Evaluación de las Regiones y de las Brigadas para el IV Trimestre 2023, así como el consolidado anual. Lo anterior para cumplir con las metas establecidas en el Plan Operativo Institucional del ejercicio económico del año 2023.

Al igual que en los informes anteriores, ante la falta de los sistemas, tanto GAV como SIGVI, se utilizaron los costos obtenidos para cada una de las actividades normadas para la ejecución de obra, con la base de datos a diciembre del año 2022. Debido a lo anterior, los costos indicados como inversión en las obras del año 20223 son un aproximado al costo real a la fecha de corte.

A continuación, se presenta un análisis de la información obtenida a través de los informes de desempeño (Físico-Cuantificable) presentados por las Direcciones Regionales, así como por la Dirección de Obras Fluviales.

b. Ejecución durante el IV Trimestre y II Semestre del 2023

1. Mantenimiento rutinario

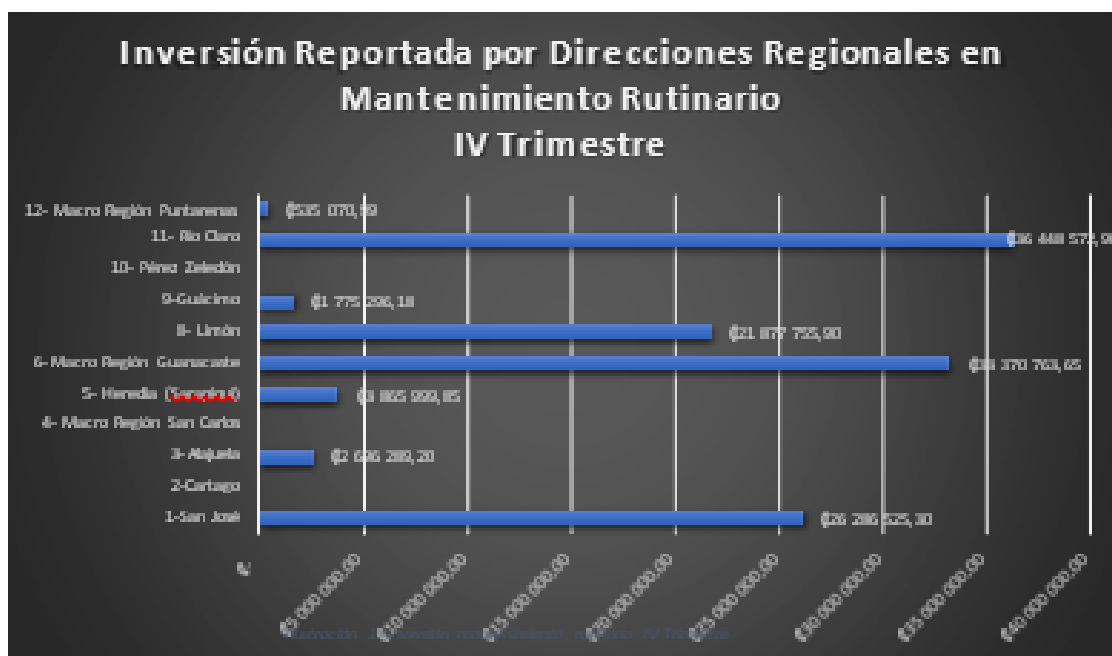
Los kilómetros intervenidos en mantenimiento rutinario alcanzaron los 53,485 km en el IV trimestre del 2023 y los 151,81 km para el II Semestre de ese año. La distribución de esta intervención se puede apreciar en la *Tabla 1*, en esta se puede observar que la Dirección Regional XI registra la mayor cantidad de kilómetros intervenidos en este tipo de mantenimiento, con un total de 17,585 km realizados durante el IV Trimestre.

	IX	9-Guácimo	7,000	
Brunca	X	10- Pérez Zeledón	0,000	55,71
	XI	11- Río Claro	17,585	
Pacífico Central	XII	12- Macro Región Puntarenas	0,700	0,70
			TOTAL	53,485

Las Direcciones Regionales II, Macro Región San Carlos, VIII y X no realizaron intervenciones durante el IV Trimestre en este tipo de mantenimiento. El menor registro de intervención durante el último trimestre del año 2023 lo reporta la Macro Región Pacífico Central, siendo también la regional con la menor cantidad de kilómetros intervenidos mediante actividades de mantenimiento rutinario durante el II Semestre.

1.2 Inversión mantenimiento rutinario IV Trimestre y II Semestre

Los 53,485 km de mantenimiento rutinario representan una inversión aproximada de ₡126 856 273,97 y un acumulado en el II Semestre (III y IV Trimestre) de ₡300 017 327,43. La distribución de esta inversión trimestral y semestral se observa en las siguientes ilustraciones:



A continuación, se puede observar la distribución del II Semestre por Dirección Regional, de la inversión en mantenimiento rutinario, en la *Ilustración 2* podemos observar que la mayor inversión la realizó la Dirección Regional II – Cartago durante el III Trimestre, con un monto de ₡72 826 577,76.

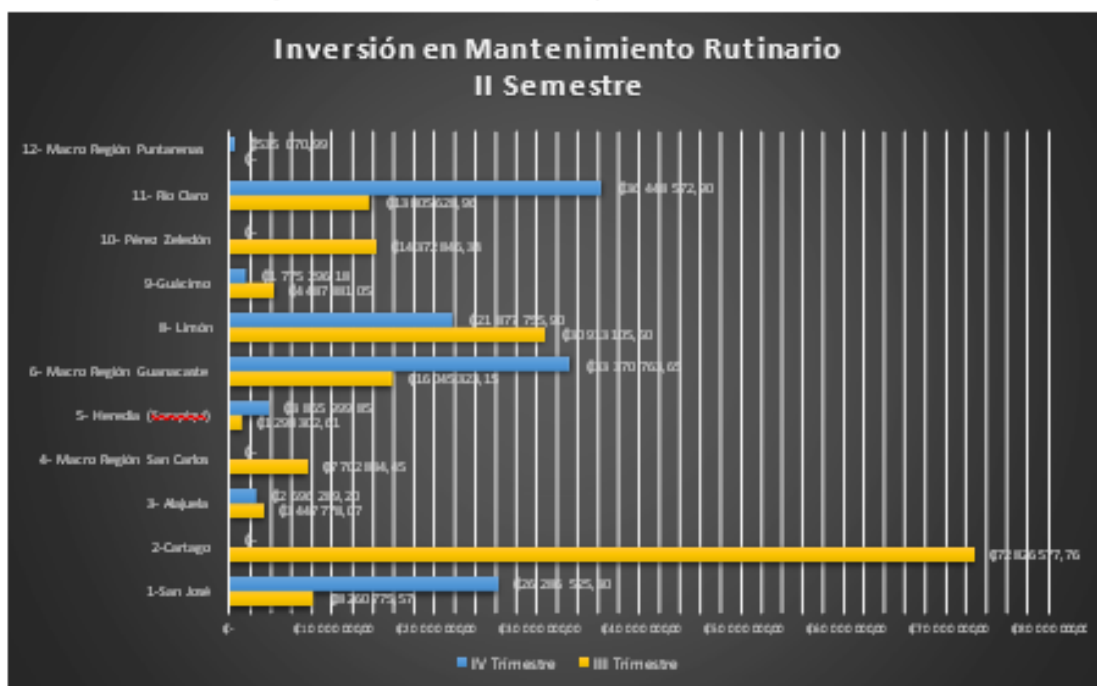


Ilustración 2: Inversión mantenimiento rutinario II Semestre

2. Mantenimiento periódico

Por otro lado, los kilómetros intervenidos en mantenimiento periódico alcanzaron los 30,889 km en el IV trimestre y un total de 53,559 km durante el II Semestre. La distribución de esta intervención se puede apreciar en la *Tabla 2*, donde la mayor intervención la realizó la Dirección Regional VIII – Limón con 16,050 km atendidos.

Tabla 2: Desglose de km intervenidos mediante mantenimiento periódico por región, IV Trimestre y acumulado II Semestre.

Brigada	Región		Total Periódico (km)	
	Número	Región	Trimestre	
			IV Trimestre	II Semestre
Central	I	1-San José	3,075	8,021
	II	2-Cartago	2,094	
	III	3- Alajuela	1,303	
Huetar Norte	IV	4- Macro Región San Carlos	2,500	3,455
	V	5- Heredia (San Carlos)	0,800	
Chorotega	VI	6- Macro Región Guanacaste	2,168	3,633
Huetar Caribe	VIII	8- Limón	16,050	31,850
	IX	9-Guácimo	1,100	
Brunca	X	10- Pérez Zeledón	0,000	4,800
	XI	11- Río Claro	0,000	
Pacífico Central	XII	12- Macro Región Puntarenas	1,800	1,800
		TOTAL	30,889	53,559

La Brigada Huetar Caribe, comprendida por las Direcciones Regionales VIII y IX, aportan la mayor intervención en mantenimiento periódico para el II Semestre del 2023, tal y como lo observamos en el cuadro anterior (31,850 km).

2.2 Inversión en mantenimiento periódico IV Trimestre y II Semestre

Para los 30,889 km reportados durante el IV Trimestre, se tiene una inversión aproximada de ₡1 524 024 105,11 un acumulado al II Semestre de ₡2 361 349 636,88. La Dirección Regional II – Cartago y la Dirección Regional VIII – Limón reportan los mayores montos de inversión en el IV Trimestre, ₡349 698 357,31 y ₡875 456 963, correspondientemente.

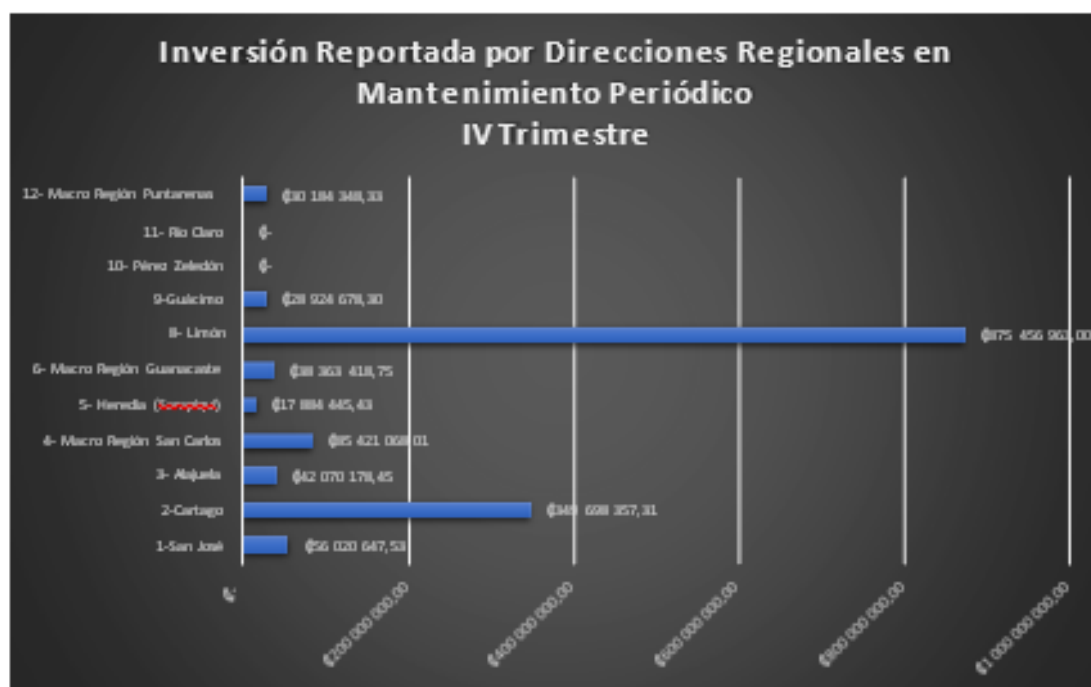


Ilustración 3: Inversión en mantenimiento periódico IV Trimestre

A continuación, se puede observar la distribución del II Semestre por Dirección Regional, de la inversión en mantenimiento periódico, en la *Ilustración 4* podemos observar que la mayor inversión la realizó la Región Huetar Caribe (Regionales VIII y IX) con un monto de ₡1 144 515 308,04 entre las dos regionales.

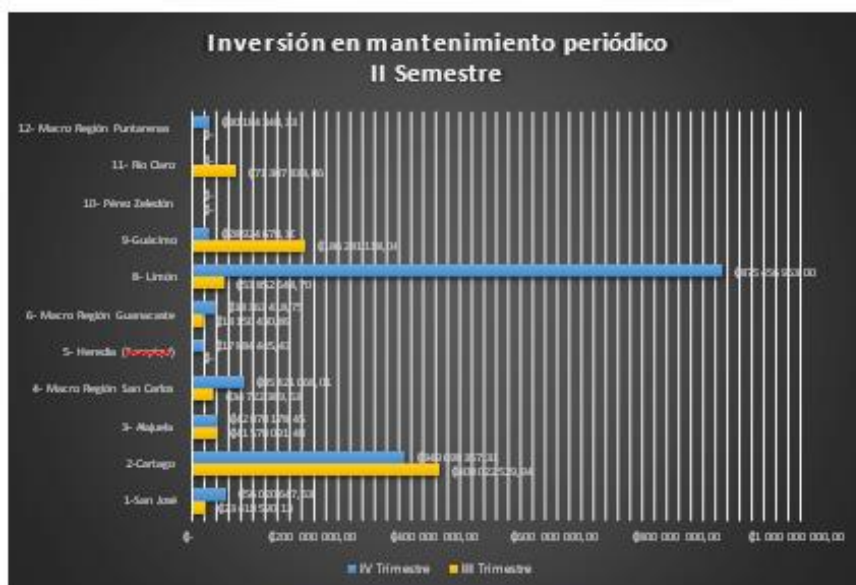


Ilustración 4: Inversión en mantenimiento periódico II Semestre

Avance anual según tipo de mantenimiento

1. Mantenimiento rutinario

Para el año 2023 se estableció como meta POI para el mantenimiento rutinario, un total de 421 km, sobre esta meta las Direcciones Regionales acumularon una ejecución de 440,84 km, de los cuales la mayor ejecución se concentra en la Dirección Regional XI – Río Claro con 81,562 km y la Macro Región Guanacaste con 81,265 km y la menor ejecución se llevó a cabo en la Dirección Regional III – Alajuela con 13,53 km.

En la siguiente gráfica (*Ilustración 1*) puede observarse la distribución de la ejecución de los 440,84 km por trimestre, en la cual se detalla que el mayor porcentaje de ejecución se llevó a cabo en el II Trimestre.

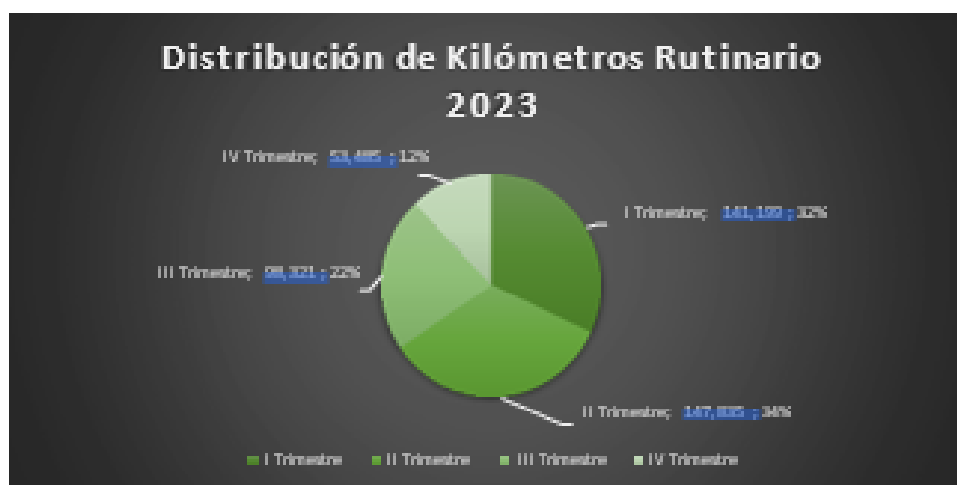


Ilustración 5: Mantenimiento rutinario 2023

Esta ejecución representó para la División de Obras Públicas una inversión aproximada de €624 270 048,90 distribuidos por Dirección Regional de la siguiente forma:

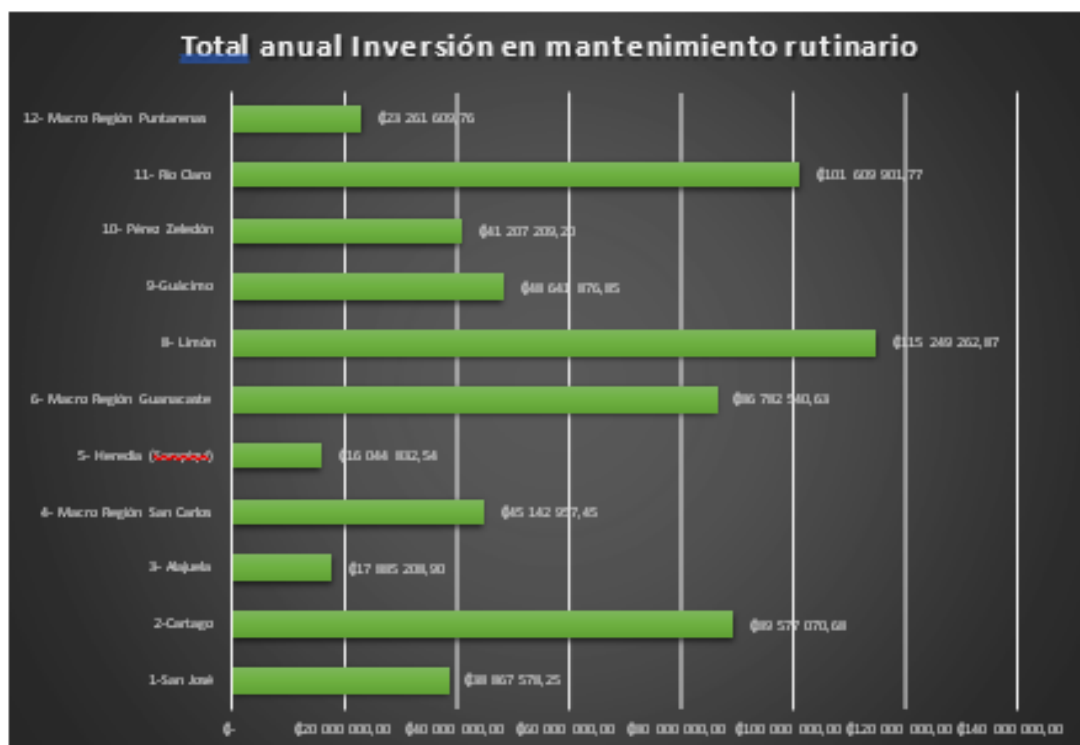


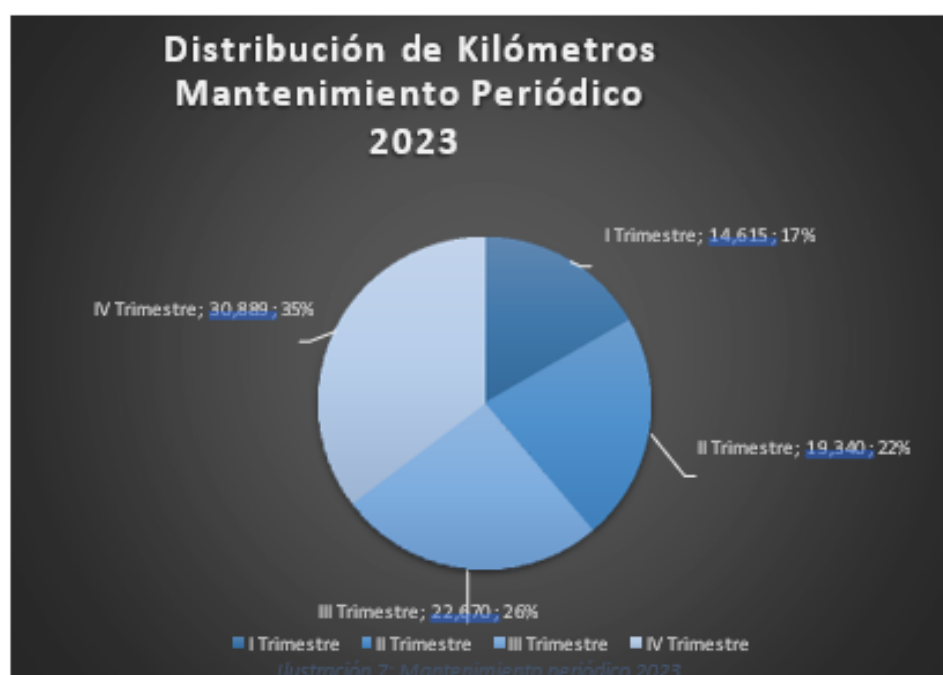
Ilustración 6: Distribución anual de la inversión en mantenimiento rutinario 2023

2. Mantenimiento periódico

En relación con el mantenimiento periódico, se programaron únicamente 47 km; sin embargo, se logra una ejecución de 87,514 km.

La mayor ejecución se desarrolló en la Dirección Regional VIII – Limón, 27,75 km; así como en la Dirección Regional IX – Guácimo, 16,9 km, y la menor ejecución en este tipo de mantenimiento se reporta en la Dirección Regional X – Pérez Zeledón con 0,745 km.

En la *Ilustración 2* se observa la distribución trimestral de la ejecución de mantenimiento periódico, donde podemos observar que la mayor ejecución de este tipo de mantenimiento se llevó a cabo durante el IV Trimestre:



Esta ejecución representó para la División de Obras Públicas una inversión aproximada de \$2 999 831 787,05 distribuidos por Dirección Regional de la siguiente forma:

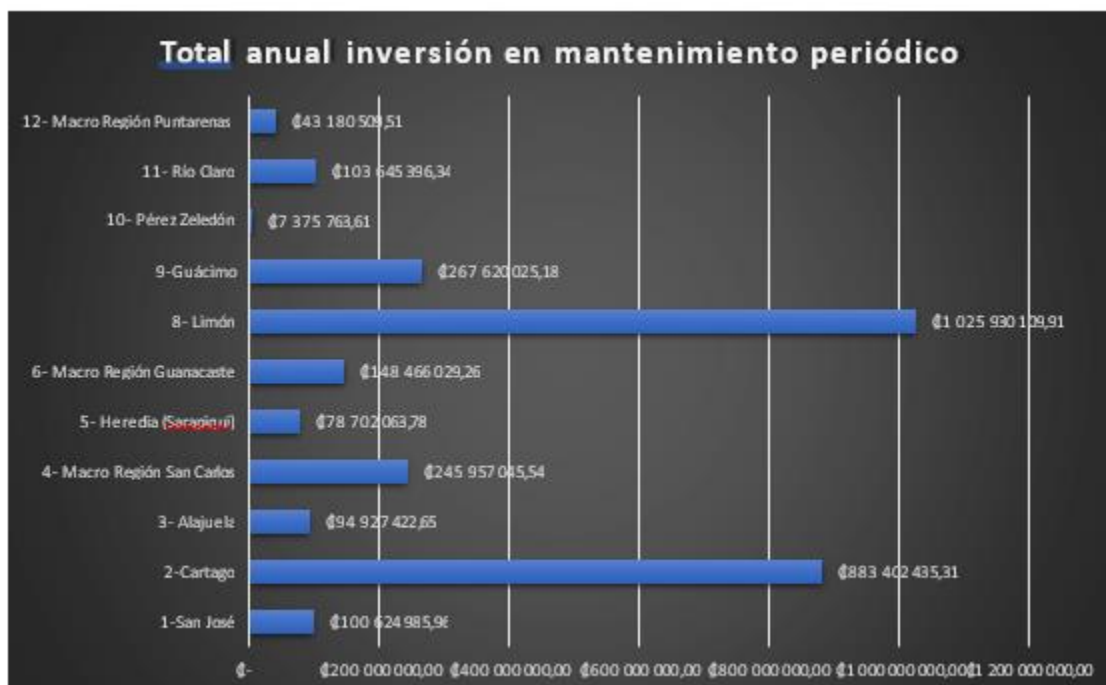


Ilustración 8: Distribución anual de la inversión en mantenimiento periódico 2023

c. Resumen de cumplimiento de la meta POI 2023

El avance con respecto a las metas POI para el año 2023, se detalla en la Ilustración 9.

Cumplimiento de Metas - Seguimiento POI 2023				
Tipo	Programado (km)	Ejecutado (km)	% de Ejecución	Inversión
Rutinario	421	440,840	104,71%	624 270 048,90
Periódico	47	87,514	186,20%	2 999 831 787,05
Total, km conservados	468	528,354	112,90%	3 624 101 835,95

Ilustración 9: Resumen cumplimiento metas POI 2023

Se tiene por tanto que con la ejecución anual en mantenimientos rutinarios) se presenta un avance de 104,71% de la meta POI correspondiente al periodo 2023. En cuanto al indicador de mantenimiento periódico, el avance reportado es de 186,20% al cierre del IV trimestre.

La suma de ambos tipos de mantenimiento es de 528,354 km lo cual representa un avance del 112,90% en cuanto a la programación de 468 km establecida para la División de Obras Públicas, para el año anterior.

En el siguiente gráfico podemos ver el avance en cuanto al cumplimiento de metas e inversión asociada.

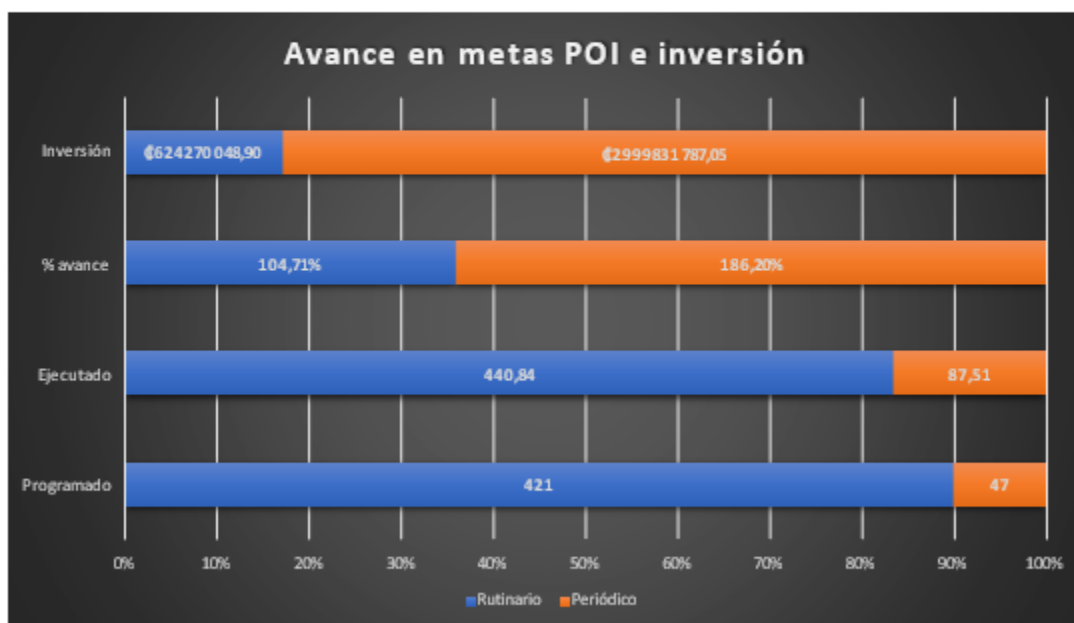


Ilustración 10: Avance metas POI 2023 e inversión

d. Análisis del cumplimiento anual

Durante el año 2023 se mantuvo la tendencia regional de programar trimestralmente una cantidad de kilómetros mayor a lo establecido en la distribución anual de la meta POI, esta situación refleja en los avances semanales un cumplimiento muy bajo al realizar el análisis del avance en la programación ya que por factores tanto internos como ajenos al control de las regionales, muchas de esas programaciones no lograron llegarse al 100%.

En la Ilustración 11 y 12 podemos ver las diferencias en kilómetros de las programaciones regionales con respecto a la asignación anual de meta POI, así como los porcentajes de avance de lo alcanzado con respecto a las programaciones y con respecto a la meta POI.

En el mantenimiento rutinario podemos observar que las programaciones regionales trimestrales superaron en 231 kilómetros la meta POI establecida para el 2023, sin

embargo, no se ejecutaron todos los kilómetros programados, se logra únicamente una ejecución de un 68% de la programación.

Esta situación "castiga" a las Direcciones Regionales en los seguimientos realizados semanalmente ya que puede verse como una mala planificación al sobrepasar la asignación anual del POI en las programaciones y no lograr cumplir al 100% estas.

Durante el año se les recomendó previo a la presentación de las programaciones no sobrepasar la meta POI establecida si no se tenía la certeza de contar con los recursos suficientes para cumplirlas; sin embargo, como puede observarse, el comportamiento fue repetitivo durante los cuatro trimestres.

Región	Total Meta POI 2023 km (1)	Total Programado por Regionales km (2)	Alcanzado km (3)	% ejecución conforme a programación	% ejecución conforme meta POI	Diferencia km programación vs. POI km (2) – (1)
I Colima	29	46,576	24,638	53%	85%	17,576
II Cartago	30	79,64	21,55	27%	72%	49,64
III Alajuela	22	18,335	13,53	74%	62%	-3,665
MR San Carlos	20	26,865	21,285	79%	106%	6,865
V Heredia	13	34,13	17,04	50%	131%	21,13
MR Guanacaste	94	111,885	81,265	73%	86%	17,885
VIII Limón	39	58,16	51,76	89%	133%	19,16
IX Guácimo	43	67,08	38,68	58%	90%	24,08
X Pérez Zeledón	23	53,035	52,935	100%	230%	30,035
XI Río Claro	64	86,062	81,562	95%	127%	22,062
MR Pacífico Central	44	70,64	36,595	52%	83%	26,64
Total	421	652,408	440,845	68%	105%	231,408

Ilustración 11: Ejecución rutinario vs programación regional y POI

La ejecución del mantenimiento rutinario con respecto a la meta POI 2023, fue baja para el IV trimestre del 2023, durante el cual las Direcciones Regionales II, Macro Región San Carlos, Limón, Pérez Zeledón y Macro Región Pacífico Central ejecutaron entre el 0% y el 7% del mantenimiento rutinario requerido para el trimestre. En la Ilustración 12 puede verse el comportamiento regional del avance en ejecución del mantenimiento rutinario.

Avance en Ejecución Acumulada de Mantenimiento Rutinario sobre Metas POI-2023 Direcciones Regionales

No.	Región	Rutinario (km)			
		Trimestre			
		I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
I	1-San José	87,31%	60,69%	22,39%	169,45%
II	2-Cartago	92,00%	13,38%	175,50%	0,00%
III	3- Alajuela	79,50%	13,33%	86,33%	71,50%
IV	4- Macro Región San Carlos	0,00%	228,40%	197,30%	0,00%

V	5- Heredia (Sarapiquí)	245,83%	109,29%	14,29%	178,00%
VI	6- Macro Región Guanacaste	103,64%	120,66%	72,76%	36,84%
VIII	8- Limón	352,50%	153,83%	42,50%	0,00%
IX	9- Guácimo	163,00%	80,67%	47,50%	77,78%
X	10- Pérez Zeledón	179,25%	389,33%	313,67%	0,00%
XI	11- Río Claro	138,41%	109,78%	107,24%	175,85%
XII	12- Macro Región Puntarenas	100,00%	226,32%	0,00%	6,36%

Ilustración 12: Ejecución por trimestre meta POI Rutinario

En el caso del mantenimiento periódico, la División propuso en el POI no asignar metas en este tipo de mantenimiento a las Direcciones Regionales V, X, XI y Macro Región Pacífico Central, tomando en cuenta la situación que presentaba en cuanto a disponibilidad de material cuando se realizó la programación del POI en el año 2022.

Durante el año en ejercicio esta situación pudo ser solventada lo que le permitió a estas regionales ejecutar mantenimientos periódicos en diversas rutas, los cuales se ven reflejados en la programación y alcance anual mostrado en la siguiente ilustración:

Región	Total Meta POI 2023 km (1)	Total Programado por Regionales km (2)	Alcanzado km (3)	% ejecución conforme a programación	% ejecución conforme meta POI	Diferencia km programación vs. POI km (2) - (1)
I Colima	5	8,8	4,4	50%	89%	3,82
II Cartago	7	19,3	4,9	26%	70%	12,26
III Alajuela	4	5,8	3,6	62%	89%	1,8
MR San Carlos	1	11,4	7,2	63%	716%	10,35
V Heredia	0	2,8	2,5	88%	-	2,8
MR Guanacaste	7,5	9,9	8,0	81%	107%	2,42
VIII Limón	12,5	24,4	27,8	114%	222%	11,85
IX Guácimo	10	16,9	16,9	100%	169%	6,9
X Pérez Zeledón	0	2,6	2,2	85%	-	2,603
XI Río Claro	0	4,8	6,8	142%	-	4,8
MR Pacífico Central	0	14,1	3,3	23%	-	14,055
Total	47	120,7	87,5	73%	186%	73,658

Ilustración 13: Ejecución periódico vs programación regional y POI

Con respecto a las direcciones regionales que si contaban con esta meta, podemos ver que se mantuvo el comportamiento de programar más de lo establecido en el POI ante lo cual las Direcciones Regional I y II presentaron la ejecución más baja de lo alcanzado versus lo programado.

La ejecución del mantenimiento periódico con respecto a la meta POI 2023, fue baja durante el II y III trimestre del 2023, para las direcciones que contaban con

programación de este tipo de mantenimiento; sin embargo, durante el IV trimestre podemos observar la sobre ejecución de las Direcciones Regionales I, II, III y el caso excepcional de la Regional VIII que alcanza un 802% de ejecución.

A continuación, podemos observar el comportamiento trimestral de las regionales que contaron con asignación de meta POI para mantenimiento periódico:

Avance en Ejecución Acumulada de Mantenimiento Periódico sobre Metas POI-2023 Direcciones Regionales					
No.	Región	Periódico (km)			
		Trimestre			
		I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
I	1-San José	104,40%	0,00%	4,00%	246,00%
II	2-Cartago	233,00%	20,00%	0,00%	209,40%
III	3- Alajuela	77,00%	0,00%	150,00%	130,20%
VI	6- Macro Región Guanacaste	84,60%	148,60%	58,60%	86,72%
VIII	8- Limón	150,00%	92,50%	125,00%	802,50%
IX	9-Guácimo	210,00%	133,33%	323,33%	55,00%

Ilustración 14: Ejecución por trimestre meta POI Periódico

e. Principales limitantes y acciones correctivas para la ejecución de proyectos

Como parte de la evaluación trimestral realizada a las Direcciones Regionales, mediante el documento denominado Informe Físico Cuantificable, se establece un espacio para que se puedan plasmar las principales limitaciones que se presentan durante la ejecución de proyectos, así como las acciones correctivas requeridas para mejorar el rendimiento.

Para la evaluación del IV trimestre, los directores regionales exponen las siguientes limitaciones:

1. Insuficientes distribuidores de emulsión para la necesidad de los proyectos programados a nivel nacional en mantenimiento periódico, asimismo, debe mejorarse la programación, asignación y control de este tipo de equipo.
2. Atrasos en la entrega de los materiales y escasos de personal en cuadrillas limitan el rendimiento en la ejecución de actividades programadas.
3. Problemas mecánicos con los equipos que no pudieron ser atendidos de manera inmediata generan atrasos en la ejecución o la paralización total del proyecto.
4. Insuficiencia de personal que pueda realizar sustitución en vacaciones, incapacidades, capacitaciones, atención de emergencia o jubilación, lo que genera la suspensión de labores debido al impacto que genera la situación.
5. Atrasos en el traslado de maquinaria ante los escasos equipos para traslado.



6. Limitaciones en el uso de la caja chica para atender reparaciones menores. Asimismo, el trámite es sumamente lento.
7. Los contratos de reparación son lentos en cuanto a la reparación de los equipos y no cubren todas las necesidades que se tienen sobre estos.
8. Poca disponibilidad de tiempo extraordinario.

Asimismo, se proponen las siguientes acciones correctivas para la mejora en la ejecución:

1. Capacitar a más funcionarios para la operación de los distribuidores de emulsión.
2. Las actividades que no lograron ejecutarse se reprograman para intervenir en el 2024, esperando contar con la disponibilidad de equipos para atenderlas.
3. Realizar las gestiones correspondientes para nombrar al personal faltante de cada dirección regional.
4. Se programan otras actividades ante la imposibilidad de ejecutar lo programado por falta de equipos.
5. Se tramita ante la Dirección de Obras Públicas la reposición de personal/contratación de nuevos funcionarios.
6. Establecimiento de convenios con las municipalidades para atender necesidades de proyectos, tales como el traslado de equipos.
7. Se requiere mejorar el trámite/procedimiento de reparación de equipo mediante contrato.
8. Se requiere mejorar el trámite/procedimiento de Caja Chica para acortar los plazos de atención de reparaciones por este medio

f. Otras inversiones realizadas por las direcciones regionales

En este informe se incluye este apartado ya que es importante indicar que las direcciones regionales de la División de Obras Públicas invierten recursos en otras actividades, las cuales, aunque no sumen para la meta POI de kilómetros intervenidos, representa una inversión importante en actividades tales como acarreo de materiales, emergencias y mantenimiento de los planteles.

Acorde con el detalle remitido por las regionales se indican los montos en estas actividades durante el IV Trimestre:

- **Atención de emergencias: ₡66 336 611,80** (sesenta y seis millones trescientos treinta y seis mil seiscientos once colones con ochenta céntimos). Estas intervenciones se realizaron en las rutas 239, 319, 318, 228, 2, 742, 160, 623, 163, 619, 934, 920, 335, 325, 323, 625, 328, 245, 14, 238, 608, con actividades tales como limpieza de derrumbes, limpieza de cunetas, espadones, conformación de superficie, colocación de material en zonas vulnerables/dañadas de la calzada.



- **Mantenimiento de planteles:** **€26 291 151,17** (veinte seis millones doscientos noventa y un mil ciento cincuenta y un colones con diecisiete céntimos). Mantenimientos realizados en los planteles de Santo Domingo, Turrubares, Puriscal, Santa María, Cartago, Turrialba, San Ramón, Sarapiquí, Limón, Siquirres, Guácimo, Pérez Zeledón, Buenos Aires, Coto Brus, Golfito.
- **Acarreo de materiales:** **€2 502 712,22** (dos millones quinientos dos mil setecientos doce colones con veintidós céntimos).

La inversión total realizada durante el año 2023 en estos rubros se detalla a continuación:

Tabla 3: Detalle de otras inversiones 2023

Año 2023	Acarreo	Emergencias	Mantenimiento planteles
I Trim	€34 014 743,36	€293 219 752,02	€13 497 264,91
II Trim	€64 009 894,00	€8 949 470,19	€18 888 262,15
III Trim	€0,00	€146 522 740,96	€31 843 945,05
IV Trim	€2 502 712,22	€66 336 611,80	€26 291 151,17
Total	€100 527 349,58	€515 028 574,97	€90 520 623,28

Informe de la Dirección de Obras Fluviales

Para el cierre del año 2023, la Dirección de Obras Fluviales presenta un avance de un 151% en el indicador de cauces de ríos protegidos por medio de obras de canalización, diques, espigones y bancos guías, para una inversión total anual de **€1 524 425 632,32** (mil quinientos veinticuatro millones cuatrocientos veinticinco mil seiscientos treinta y dos colones con treinta y dos céntimos). La inversión, acorde con el informe de esa Dirección, se desglosa de la siguiente forma:

Obra Realizada	I Trimestre								Total por Proyecto	Total Inversión €
	Huetar Norte		Pacífico Central		Pacífico Norte		Huetar Atlántica			
	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €		
Contratación 2017-LN-0000018-0012400001	0	€0,00	4	€96 943 344,00	1	€15 010 900,00	7	€107 067 300,00	12	€222 459 544,00
Proyectos ejecutados mediante convenio	1	€746 367,35	0	€0,00	1	€9 028 890,00	0	€0,00	2	€9 575 257,35
Administración	1	€9 136 000,00	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	1	€9 136 000,00
CNE	1	€202 425,00	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	1	€202 425,00
								Totales	16	€241 100 246,35

Ilustración 15: Resumen I Trimestre

II Trimestre										
Huetar Norte		Pacífico Central		Pacífico Norte		Huetar Atlántica		Total por Proyecto	Total Inversión €	
Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €			
0	€0,00	5	€130 021 583,12	5	€106 362 450,00	9	€118 424 150,00	19	€434 808 283,12	
2	€1 143 878,94	0	€0,00	1	€8 828 890,00	1	€34 440 000,00	4	€44 412 768,94	
0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	
0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00			0	€0,00	
								Totales	23	€679 221 052,06

Ilustración 16: Resumen II Trimestre

Obra Realizada	III Trimestre								Total por Proyecto	Total Inversión €
	Huetar Norte		Pacífico Central		Pacífico Norte		Huetar Atlántica			
	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €	Ejecutados	Monto €		
	0	€0,00	6	€202 362 598,72	2	€80 875 550,00		€0,00	10	€270 238 148,72
Proyectos ejecutados mediante convenio	2	€1 019 481,04	0	€0,00	1	€9 028 890,00	1	€16 805 000,00	4	€26 453 371,04
Administración	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00	0	€0,00
CNE	6	€9 011 750,00	0	€0,00	0	€0,00		€0,00	6	€9 011 750,00
								Totales	20	€306 723 179,76

Ilustración 17: Resumen III Trimestre



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y TRANSPORTES

GOBIERNO
DE COSTA RICA

División de Obras Públicas
Dirección de Planeamiento y Programación
Departamento de Programación y Evaluación

Obra Realizada	IV Trimestre								Total por Proyecto	Total Inversión \$
	Río Colorado		Río La Leona		Río La Isabela		Río La Vieja			
	Ejecutados	Monto \$	Ejecutados	Monto \$	Ejecutados	Monto \$	Ejecutados	Monto \$		
Contratación NF 2022/LN-000005-0012400001	7	\$45 599 831,80	8	\$131 891 553,70	4	\$45 045 000,00	9	\$215 291 000,00	28	\$437 827 385,50
Proyectos ejecutados mediante convenios	2	\$1 096 295,75	0	\$0,00	2	\$25 937 525,20	1	\$2 000 000,00	5	\$29 933 820,95
Administración	0	\$0,00	0	\$0,00	0	\$0,00	0	\$0,00	0	\$0,00
CNE	7	\$7 071 110,00	7	\$24 578 836,00	0	\$0,00		\$0,00	14	\$31 649 946,00
									47	\$486 381 154,45

Ilustración 18: Resumen IV Trimestre

Durante el IV Trimestre, se realizaron los siguientes proyectos:

- Contratación:** 1. Río Colorado, 2. Río La Leona, 3. Río San Andrés, 4. Río Burricho, 5. Río San José, 6. Río Sarapiquí, 7. Río Aquiares (La Isabel), 8. Río Aquiares (Santa Rosa), 9. Río Tuis, 10. Río La Toyosa, 11. Río Diria, 12. Río Seco, 13. Río En Medio, 14. Río General, 15. Río Coto, 16. Río Volcán, 17. Quebrada La Cecilia, 18. Río General (Sector La Hermosa), 19. Río Volcán (Sabanillas), 20. Quebrada El Bajo, 21. Río La Palma, 22. Río Platanar, 23. Río La Tigra (Norte), 24. Río La Tigra (Sur), 25. Quebrada La Lagartera, 26. Río La Vieja (Norte), 27. Río La Vieja (Sur) y 28. Río Quebrada Fosforo.
- Convenios:** 29. Río Canal de Limón, 30. Río Arenal, 31. Río Enmedio, 32. Quebrada La Colonia y 33. Quebrada Aguas Negras
- CNE:** 34. Río Buena Vista, 35. Río Claro, 36. Río Naranja, 37. Río La Esperanza, 38. Quebrada Chiricana, 39. Quebrada Sin Nombre, 40. Río Ceibo, 41. Río Agua Zarcas (Villa María), 42. Río Agua Zarcas (Cerro Cortes), 43. Río San Rafael, 44. Río La Esperanza, 45. Río Agua Zarcas (Calle Paniagua), 46. Río Agua Zarcas (Calle Las Lomas) y 47. Río La Esperanza (La Tigra - El Progreso).

Anexo 3.

Solicitudes de intervenciones, comunidad y municipalidad.



MUNICIPALIDAD DE NANDAYURE
ALCALDIA MUNICIPAL
TELEFAX: 2657-9005
CORREO: gjimenez@nandayure.go.cr

Sinceramente;

GIOVANNI
 JIMENEZ
 GOMEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente
 por GIOVANNI JIMENEZ
 GOMEZ (FIRMA)
 Fecha: 2022.06.08
 11:34:16 -04'00'

Giovanni Jiménez Gómez
Alcalde Municipal

¹ Para atender notificaciones señale los correos electrónicos jcorrales@nandayure.go.cr, arosales@nandayure.go.cr teléfono: 2657-9005 y Fax: 2657-9005.

Cc/.
 Unidad Técnica de Gestión Vial Ing. Jeremy Porras Cordero, MAP
 Encargado Unidad Técnica Vial Municipal.
 Consejo Municipal.

REGISTRO FOTOGRAFICO DEL ESTADO SUPERFICIAL RUTA NACIONAL 623 PILAS DE CANJEL A SAN FRANCISCO DE COYOTE.





MUNICIPALIDAD DE NANDAYURE
ALCALDIA MUNICIPAL
TELEFAX: 2657-9005
CORREO: gjimenez@nandayure.go.cr



REGISTRO FOTOGRAFICO DEL ESTADO SUPERFICIAL RUTA NACIONAL 160 SAN FRANCISCO DE COYOTE A PUNTA ISLITA.



MUNICIPALIDAD DE NANDAYURE
ALCALDIA MUNICIPAL
TELEFAX: 2657-9005
CORREO: gjimenez@nandayure.go.cr





MUNICIPALIDAD DE NANDAYURE
ALCALDIA MUNICIPAL
TELEFAX: 2657-9005
CORREO: gjimenez@nandayure.go.cr



Condición superficial de las rutas nacionales turísticas del Cantón de Nandayure - Guanacaste.

ASOCIACION DE DESARROLLO ESPECIFICA LA Y GRIEGA
CEDULA JURIDICA: 3-002-526055
Correo: asociaciondeygriega@gmail.com

08 de agosto de 2022

La Y Griega, Nandayure, Guanacaste

Oficio ADEY 05-2022

Ing. Luis Artavia Sánchez
Regional Guanacaste Conavi

Estimado señor:

Reciba un cordial saludo de parte de la Junta Directiva de la Asociación de Desarrollo Especifica La Y Griega. En relación al mantenimiento que actualmente se está dando en la ruta 163 sector Guanacaste, desde el puente entrada a la Moravia hasta San Francisco de Coyote, queremos manifestar nuestra preocupación, **primero**, se observa que el trabajo que se está realizando es muy mínimo y deficiente, de hecho, vemos que no se está colocando ni compactando material sobre la carretera, esto genera que la vía quede vulnerable por el lodo, pegaderos, material de piedra suelta y convertirse en un riesgo para las personas que transitan a diario; **segundo**, sobre el trabajo de colocación de emulsión asfáltica de esta ruta 163 desde Jicaral hasta Coyote, en noviembre 2021 el Conavi dejó un material para colocar en el sector de varias viviendas que están frente y contiguo al salón comunal en nuestra comunidad de La Y Griega, sin embargo, han pasado los meses y no vemos avances en la colocación de esta emulsión asfáltica en la comunidad de La Y Griega.

Por lo anterior, se le solicita la colocación de material de lastre con la maquinaria requerida sobre esta ruta nacional 163 sectores Guanacaste (Puente entrada a Moravia-Coyote) para que el trabajo sea de calidad y perdure en lo que resta del invierno, y también, se le solicita la colocación de la emulsión asfáltica en la comunidad de La Y Griega antes de que se llegue el verano para prevenir que las familias de esas viviendas queden vulnerables a la contaminación del polvo que genera la carretera.

Sin más por el momento, y agradeciendo su atención, se suscribe,



Maria Rosa Carmona Rodríguez
Vicepresidenta ADE La Y Griega



Cc. Archivo.

Andrea Anchía, Encargada de Costos. Macro Región Guanacaste del MOPT.
