

Departamento de Posgrado y Educación Continua

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO VIAL DEL TRAMO DE SEIS KM DE LA CARRETERA SAN FRANCISCO DE CUAPA - LAS LAJITAS, PARA EL TRANSPORTE SEGURO Y EFICIENTE, EN CHONTALES.

**Tesis para optar al título de Máster en Gerencia de
Proyectos de Desarrollo**

Elaborado por:

Ing. José Carlos
Nicaragua Martínez

Lic. Ana Belén Conrado
Mena.

Tutor:

Arq. Alexander Ruiz
Bermúdez

AGRADECIMIENTO:

Mi agradecimiento primeramente a Dios por ser la providencia, y de quien proviene todo lo bueno. Él me proveyó el tiempo, las fuerzas y la sabiduría para culminar con éxitos mis estudios, a mi amada familia que forme con mi esposa por su apoyo incondicional en estos dos años de estudios, y a mi padre quien es mi fuente de inspiración, mi ejemplo y el motor que siempre me motivó para alcanzar este sueño.

José Carlos Nicaragua Martínez

AGRADECIMIENTO:

Agradezco primeramente a Dios porque ha sido bueno conmigo en permitirme alcanzar los estudios en referencia, a mi amada familia por su apoyo incondicional en estos dos años de estudios, ya que ellos fueron una fuente de inspiración y el motor que siempre me motivó para alcanzar este sueño, a mis compañeros de estudios que junto nos esforzamos estudiando, y a mis profesores que tuvieron la paciencia de explicarme y enseñar los conocimientos.

Ana Belén Conrado Mena

DEDICATORIA:

Dedico la presente tesis de grado especialmente a mi amada familia por darme las fuerzas, el ánimo y ser parte de inspiración para lograr alcanzar este sueño, a la insigne Universidad Nacional de Ingeniería por brindarme la oportunidad de superarme profesionalmente, con una enseñanza de calidad y calidez humana y de grandes conocimientos, que me servirán como guía para escalar nuevos peldaños y aportar al desarrollo de nuevos conocimientos en el campo laboral y profesional.

José Carlos Nicaragua Martínez

DEDICATORIA:

Ofrezco la presente tesis mi familia por el ánimo y ser parte de inspiración en todo momento para lograr alcanzar este sueño, a la Universidad Nacional de Ingeniería por brindarme la oportunidad de superarme profesionalmente.

Ana Belén Conrado Mena

RESUMEN:

El presente proyecto de investigación sobre “Estudio de Prefactibilidad del Mantenimiento Vial del Tramo de Seis KM de la Carretera Cuapa – Las Lajitas, para el Transporte Seguro y Eficiente, en Chontales”, consiste en elaborar un diagnóstico de la situación actual del área de influencia, basado en el desarrollo de doscientas cincuenta (250) “Encuesta Cerrada en Situ” a la población objetivo (muestra poblacional) habitantes de las comunidades de Cuapa, Las Lajitas y habitantes de los sitios aledaños.

Adicionalmente, se realizarán los estudios de factibilidad técnica, ambiental, jurídica e institucional, se analizarán la relación beneficios – costos, y la rentabilidad económica y financiera del proyecto.

Se evaluará la capacidad – viabilidad de ejecución de la obra por parte del Ministerio de Transporte de Infraestructura (MTI), determinando el financiamiento para cubrir los costos de inversión, y se utilizaran las herramientas fundamentales tales como; Árbol de Efectos, Árbol de Causas, Árbol de Problemas, y el Árbol de Objetivos como meta para solucionar el problema central, y se Elaborará la Matriz del Marco Lógico (MML).

El estudio de prefactibilidad en referencia tiene el propósito de conservar la carretera en buen estado, garantizando que el transporte sea seguro, eficiente y económico para los usuarios. Cumpliendo de esta forma con el objetivo clave de prolongar la vida útil de la infraestructura vial, prevenir accidentes, reducir los costos de reparación a largo plazo y mejorar la fluidez del tráfico en el sitio de la intervención y sitios aledaños.

Palabras claves:

Mantenimiento Vial.

Transporte Seguro y Eficiente.

Factibilidad Técnica, Jurídica y Ambiental.

Relación Beneficios – Costos.

Rentabilidad Económica – Financiera.

Árbol de Problema (Efectos, Causas).

Árbol de Objetivos.

Matriz del Marco Lógico.

Transporte Seguro y Eficiente.

.

ABSTRACT:

The present research project on “Prefeasibility Study of Road Maintenance of the Six KM Section of the Cuapa – Las Lajitas Highway, for Safe and Efficient Transportation, in Chontales”, consists of preparing a diagnosis of the current situation of the area influence, based on the development of two hundred and fifty (250) “Closed On-Site Survey” to the target population (population sample inhabitants of the communities of Cuapa, Las Lajitas, and inhabitants of the surrounding sites.

Additionally, technical, environmental, legal and institutional feasibility studies will be carried out, the benefits-costs relationship, and the economic and financial profitability of the proect will be analyzed.

The capacity – viability of execution of the work by the Ministry of Transportation Infrastructure (MTI) will be evaluated, determining the financing to cover the investment costs, and fundamental tools will be used such as; Tree of Effects, Tree of Causes, Tree of Problems, and the Tree of Objectives as a goal to solve the central problem, and the Preparation of the Logical Framework Matrix (MML).

The prefeasibility study in question has the purpose of preserving roads in good condition, guaranteeing that transportation is safe, efficient and economical for users. Thus fulfilling the key objective of prolonging the useful life of road infrastructure, preventing accidents, reducing long-term repair costs and improving traffic flow at the intervention site and surrounding sites.

Keyword:

Road Maintenance.

Safe and Efficient Transportation.

Technical, Legal and Environmental Feasibility.

Benefits – Costs Relationship.

Economic – Financial Profitability.

Problem Tree (Effects, Causes).

Objective Tree.

Logical Framework Matrix.

Safe and Efficient Transportation.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO:	2
DEDICATORIA:	4
RESUMEN:	6
ABSTRACT:	8
INDICE DE TABLAS	12
INDICE DE FIGURAS	12
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO SITUACIONAL:	14
1._ Introducción:	14
2._ Antecedentes:	15
3._ Planteamiento del Problema:	17
4._ Objetivo General y Específicos:	17
4.1._ Objetivo General:	17
4.2._ Objetivos Específicos:	17
5._ Justificación:	18
5.1._ Limitantes y Riesgos:	19
5.1.1._ Limitantes:	19
4.1.2._ Riesgos:	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO:	20
1._ Definición de Proyecto:	20
2._ Fase de Prefactibilidad:	20
2.1._ Estudio de Mercado, y	20
2.2._ Estudio Técnico.	20
3._ Consideraciones Ambientales:	27
4._ Riesgos ante Desastres:	27
5._ Aspectos Legales:	28
6._ Valoración Técnica del Proyecto:	28
7._ Relación Beneficios – Costos:	29
8._ Evaluación Económica – Financiera:	29
9._ Matriz del Marco Lógico (MML):	31
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO:	33
1._ Área de Localización del Estudio:	33
2._ Tipo de Estudio según el Enfoque, Amplitud o Período:	34

3._ Población, Muestra:	34
3.1._ Tipo de Muestra y Muestreo:.....	35
3.2._ Técnicas e Instrumentos de la Investigación:.....	35
4._ Diseño:	35
4.1._ Recolección de Datos:	36
4.2._ Criterios de Calidad:	36
5._ Operacionalización de Variables:.....	36
6._ Análisis de Datos:.....	36
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO	37
1._ Estudio de Mercado:.....	37
1.1._ Análisis de la Oferta:	37
1.2._ Análisis de la Demanda:	38
1.3._ Relación Demanda – Oferta:.....	39
2._ Estudio Técnico:.....	40
2.1._ Tamaño del Proyecto:	40
2.2._ Localización del Proyecto:	42
3._ Estudio Ambiental:.....	42
3.1._ Medidas de Mitigación:.....	42
4._ Estudio Financiero:.....	42
4.1._ Inversión Inicial (Presupuesto de Gasto):	42
4.2._ Beneficios Financieros (monetización de los beneficios sociales del proyecto vial):	44
4.3._ Costos Operativos:	45
4.4._ Relación Beneficios - Costos (RBC):	46
4.5._ Evaluación Económica – Financiera:.....	46
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS: ...	47
1._ Análisis de los Datos Estadísticos Recopilados.....	47
2._ Árboles de; Causas, Efectos, Problemas, y Objetivos:.....	54
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE SOLUCIÓN:.....	56
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES:	57
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES:	57
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS:	58
CAPÍTULO X: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	58

1._ Presupuesto:.....	58
1.2._ Cronograma:.....	59
CAPÍTULO XI: ANEXO	60
1._ Instrumentos de Recolección de Datos:	60
2._ Reporte de Validación de los Instrumentos de Recolección de Datos:.....	62
3._ Flujo de caja:.....	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz del Marco Lógico (MML) del Mantenimiento Vial San Francisco de Cuapa – Las Lajitas	32
Tabla 2 Evaluación de la Oferta de la Infraestructura Vial San Francisco de Cuapa – Las Lajitas	37
Tabla 3 Mantenimiento Vial; Tramo de 6 km carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas:	43
Tabla 4. Presupuesto de Gasto (córdobas):	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Infraestructura Vial del Municipio de San Francisco de Cuapa y la Comarca Las Lajitas:	34
Figura 2.. Frecuencia que viajan por esta carretera:	48
Figura 3. Calificación del estado actual de la carretera.	48
Figura 4. ¿Afectan las condiciones actuales de la carretera su seguridad al viajar? 49	
Figura 5. ¿Qué tipo de problemas de seguridad ha experimentado en la carretera? 49	
Figura 6. ¿Cuánto tiempo promedio le toma recorrer los 6 km de la carretera dañada?	50
Figura 7. ¿Ha experimentado daños en su vehículo debido al mal estado de la carretera?	50
Figura 8. ¿Cómo cree que la rehabilitación de esta carretera impactará su vida diaria?	51
Figura 9. ¿Qué aspectos considera más importante para mejorar en la rehabilitación de la carretera?	52

Figura 10. En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la calidad general de la infraestructura vial en esta área?	52
Figura 11. ¿Está usted dispuesto a aceptar ciertos inconvenientes de tiempo (por ejemplo, cierres temporales, desvíos) durante el proceso de rehabilitación de la carretera?	53
Figura 12. ¿Qué expectativas tiene respecto al tiempo de duración de la rehabilitación de la carretera?	53
Figura 13. Cronograma de Ejecución de Actividades Mayo – noviembre de 2025: ...	59

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO SITUACIONAL:

1._ Introducción:

La infraestructura vial constituye un componente fundamental para el desarrollo económico y social del país, ya que permite la integración territorial, facilita el comercio y mejora el acceso a servicios esenciales. El objetivo de este estudio es determinar la prefactibilidad del Mantenimiento Vial del Tramo de 6 KM de la Carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas, para el Transporte Seguro y Eficiente, en Chontales.

Actualmente, este tramo de la carretera presenta un deterioro significativo con daños estructurales; baches y grietas, irregularidades y poca visibilidad debido a la señalizaciones desgastadas o deficientes, lo que provoca pérdidas de control, derrapes y colisiones, lo cual dificulta el tránsito en todo tiempo, especialmente en temporada de lluvias. Estas condiciones comprometen la seguridad vial, elevan los costos de transporte y limitan el acceso de la población local y aledañas, lo que limitan el acceso al comercio entre las comunidades y demás sitios que constituyen el mercado doméstico donde deben de ofrecer la producción agrícola y ganadería, reduciendo el turismo en el sector, y acceso a los servicios básicos como salud y educación.

Para evaluar la viabilidad técnica del presente estudio de prefactibilidad, se analizarán seis (6) componentes clave: el análisis de la disponibilidad de tecnología, la infraestructura de acceso al sitio, el equipo humano calificado, los materiales necesarios, los recursos financieros, y la identificación de los obstáculos técnicos para tomar decisiones informadas y reducir los riesgos de fracaso, lo que permitirá determinar que si la idea del proyecto se puede implementar y funcionar eficazmente.

Para determinar la rentabilidad del proyecto, se valorará la Relación Beneficios – Costos y se realizará una Evaluación Económica – Financiera, con su respectiva evaluación de sensibilidad al 10% de variación negativa ante el riesgo de factores externos del estudio (variables independientes o autónomas no controladas). Adicionalmente, se construirá la Matriz de Marco Lógico (MML) que demostrará el resumen y la estructura lógica de toda la información esencial del proyecto, incluyendo su propósito, objetivos, actividades, productos, indicadores, medios de verificación y supuestos.

La Matriz del Marco Lógico (MML) será la herramienta para la planificar, gestionar y evaluar el proyecto, asegurando su coherencia interna y orientándolo hacia el logro de resultados medibles y tangibles.

2._ Antecedentes:

En Nicaragua, los proyectos de infraestructura vial han desempeñado un papel crucial en el crecimiento económico del país, medido a través del Producto Interno Bruto (PIB). Estos proyectos están bajo la gestión y ejecución del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), y conforme a datos estadísticos publicados por el Banco Central de Nicaragua (BCN), las últimas cifras correspondiente al año 2024, indican que el sector transporte y comunicaciones contribuyó significativamente al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Nicaragua en un 4.4% Anual.^{1/}.

Es importante señalar que el presente estudio es parte del Plan Nacional de Transporte Nacional, que coordina proyectos y políticas para mejorar la infraestructura, la seguridad y la eficiencia del sistema de movilidad de un país, buscando optimizar el transporte de personas y mercancías, así como su impacto económico y ambiental.

Según el Plan Nacional de Transporte (2013 - 2033), Nicaragua cuenta con una extensa red vial que se extiende por más de 23,647 kilómetros. Actualmente, solo el 13.2% de esta red está pavimentado, por lo que, durante la temporada de lluvias, aproximadamente el 68% de la totalidad de la red vial es transitable. Este aspecto de la infraestructura vial tiene repercusiones significativas en la economía del país.

Los proyectos de mejora que se han realizados en los últimos cinco años en las carreteras que conectan con San Francisco de Cuapa son; el tramo que conecta con el municipio de la Libertad, y el tramo que conecta con el municipio de Comalapa, los que han sido cruciales para potenciar las actividades socioeconómicas.

La mejora de estas vías ha beneficiado particularmente a los sectores más predominantes de la zona, el sector agrícola y ganadero, facilitando el acceso a mercados, al mismo tiempo que favorece en la reducción de costos logísticos para los productores locales.

^{1/} Publicación del Banco Central de Nicaragua (BCN) el 19 de marzo de 2025.

Por consiguiente, la presente rehabilitación de los 6 km del tramo entre San Francisco de Cuapa y la comunidad de Las Lajitas, no sólo fortalecerá la infraestructura existente, sino que también contribuirá al desarrollo sostenible, aportando a la mejora de las condiciones de transitabilidad y seguridad para la zona, incluyendo la conexión con los departamentos de Boaco y Río San Juan.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha financiado diversos proyectos de rehabilitación y mantenimiento vial en zonas rurales de América Latina, orientados a mejorar la conectividad, reducir costos de transporte y fortalecer el desarrollo local. Un ejemplo relevante es el Programa de Caminos Rurales en Centroamérica, donde se prioriza el uso de pavimentos rígidos y soluciones de bajo mantenimiento en zonas con alta pluviosidad y tránsito productivo.

Estos estudios concluyen que la inversión en mantenimiento vial con enfoque preventivo y uso de materiales durables genera beneficios económicos superiores a largo plazo, reflejados en la reducción de costos operativos vehiculares, mayor seguridad vial y mejora en el acceso a mercados, educación y servicios de salud (BID, 2018).

En Nicaragua, la intervención del BID se extiende a diversas regiones del país, incluyendo el Caribe y zonas que concentran altos niveles de pobreza, vulnerabilidad climática y aislamiento territorial. A través de este tipo de proyectos, el BID busca sentar las bases técnicas y socioeconómicas para futuras inversiones en infraestructura vial que contribuyan a mejorar la accesibilidad, la integración territorial y las oportunidades de desarrollo económico y social en Nicaragua.

El proyecto de cooperación técnica “Mejora de las condiciones de transporte en poblaciones rurales y vulnerables”, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), fue autorizado en el año 2022, su objetivo principal era fortalecer la planificación vial y mejorar la accesibilidad de comunidades rurales vulnerables en Nicaragua, mediante la actualización de estudios de viabilidad técnica, socioeconómica y ambiental de tramos viales rurales, así como el fortalecimiento institucional del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (BID, 2022)

3._ Planteamiento del Problema:

El tramo de los seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas se encuentra con un pavimento gravemente agrietado y desgastado debido a la exposición constante de las condiciones climáticas y la acción del tráfico pesado, que ha llevado a la formación de baches y socavones, que se encuentran distribuido entre los 2, 6 y hasta 8 metros de distancia, cuyas dimensiones oscilan entre 1.5 metros cuadrados, 4 metros cuadrados y hasta 10 metros cuadrados, respectivamente.

Antes de llegar a la entrada principal del municipio de San Francisco de Cuapa y su conexión con la comunidad de Las Lajitas, existen 3.5 km de camino de tierra con superficie irregular, presenta hundimientos de 8 a 15 cm y elevaciones de 5 a 18 cm, está expuesto directamente a los elementos y al tráfico de los vehículos pesados, lo que ha dado lugar a un terreno altamente dañado, poco transitable, debido a los charcos, lodazales y una superficie resbalosa en temporada de lluvias, el tránsito vehicular y peatonal se vuelve peligroso, esto da como efecto condiciones de poca accesibilidad y seguridad.

La situación actual de seis (6) km del tramo de la carretera San Francisco de Cuapa - Las Lajitas refleja la necesidad urgente de su rehabilitación, además de la importancia de realizar un plan de mantenimiento periódico para garantizar su durabilidad y la seguridad de los usuarios. Esto incluirá la reparación de baches y fisuras, así como la mejora de la superficie de rodamiento para hacerla apta para el tránsito.

4._ Objetivo General y Específicos:

4.1._ Objetivo General:

4.1.1._ Realizar un estudio de prefactibilidad del mantenimiento vial del tramo de seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa - La Lajitas, del departamento de Chontales.

4.2._ Objetivos Específicos:

4.2.1 - Diagnosticar el estado actual del tramo vial, evaluando las condiciones del pavimento, drenaje, señalización y nivel de servicio.

4.2.2 - Analizar las condiciones técnicas del pavimento existente, incluyendo la caracterización de las capas estructurales y los materiales de la vía.

4.2.3 - Evaluar alternativas técnicas de rehabilitación vial, considerando criterios de durabilidad, costo y desempeño.

4.2.4 - Determinar la viabilidad técnica, económica y financiera del proyecto mediante el análisis de beneficios y costos.

4.2.5 - Proponer una solución técnica integral que garantice la mejora de la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de la infraestructura vial.

5._ Justificación:

En los últimos años, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) ha impulsado múltiples intervenciones en la red vial del departamento de Chontales, mejorando considerablemente la conectividad y condiciones de tránsito para sus habitantes (vehículos, bicicletas y peatones). No obstante, el tramo de seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas actualmente presentando deficiencias estructurales que limitan el aprovechamiento pleno del potencial económico y social de la región, ya que es una carretera crucial para el transporte de bienes, la agricultura, la ganadería y la conexión socio económica dentro del departamento y hacia otras regiones del país, lo que hace imprescindible la ejecución del presente proyecto.

La ejecución del presente estudio de prefactibilidad para el mantenimiento vial del tramo de seis (6) kilómetros de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas se justifica desde los ámbitos social, económico, técnico e institucional.

Desde el punto de vista social, la rehabilitación de esta vía permitirá mejorar significativamente la seguridad vial, reduciendo la incidencia de accidentes de tránsito y facilitando el acceso de la población a servicios básicos como salud, educación y comercio.

En el ámbito económico, la mejora de la infraestructura vial contribuirá a la reducción de los costos de operación vehicular y tiempos de viaje, incrementando la competitividad de los sectores productivos predominantes de la zona, principalmente la agricultura y la ganadería.

Esto se traduce en mayores ingresos para los productores locales y en un impacto positivo en la economía regional.

Desde la perspectiva técnica, el proyecto propone una solución estructural adecuada a las condiciones de tránsito, suelo y clima del área, garantizando una mayor vida útil de la vía y un uso eficiente de los recursos públicos mediante una intervención sostenible y de bajo mantenimiento.

A nivel institucional, el proyecto se alinea con las políticas del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y los lineamientos del Plan Nacional de Transporte, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos nacionales de desarrollo vial y reducción de brechas de infraestructura en zonas rurales.

5.1._ Limitantes y Riesgos:

5.1.1._ Limitantes:

Las principales limitantes del presente estudio de prefactibilidad de mantenimiento vial del tramo de seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas son:

- Desembolsos limitados de los recursos que financian la inversión pública del proyecto.
- Planificación y gestión inadecuada de la ejecución de las obras de infraestructuras.
- Falta de inversión que afecta el acceso a la zona puede retrasar las actividades planificadas de recolección de datos.
- Dificultad para lograr la suficiente participación del equipo técnico en la recolección de información relevante para el estudio.
- Los factores climáticos y ambientales que pueden interrumpir y retrasar el cumplimiento de la obra.

4.1.2._ Riesgos:

Los principales riesgos del presente estudio de prefactibilidad de mantenimiento vial del tramo de seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas son:

- Recolección de datos incompletos o desactualizados, principalmente sobre el estado de la carretera, el tráfico y las condiciones del suelo.

- Riesgos de seguridad que imposibiliten el desarrollo de las actividades en sus tiempos planificados (trabajadores y usuarios en la vía).
- La exposición de sustancias peligrosas que afectan la salud de los trabajadores y con ello el retraso de los entregables de la obra.
- Deficiencias en la vía que puedan producir mayores baches, grietas o problemas en las alcantarillas que provoquen mayores costos al proyecto.
- La congestión de maquinarias y equipos en la vía puede ocasionar retrasos y tiempos de espera prolongados.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO:

1._ Definición de Proyecto:

Un proyecto es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” **(PMBOK, 2017)**.

2._ Fase de Prefactibilidad:

La prefactibilidad es una fase preliminar en la formulación de proyectos que permite determinar, con base en información básica, si una iniciativa es viable; técnica, económica, financiera, ambiental, legal, y socialmente **(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008)**.

En la fase de prefactibilidad se identifican los principales aspectos del entorno, se perfilan las alternativas y se estima si el proyecto justifica pasar a una evaluación más detallada, que justifique la factibilidad, inversión y operación plena del proyecto.

Los componentes fundamentales de la fase de prefactibilidad de un proyecto son:

2.1._ Estudio de Mercado, y

2.2._ Estudio Técnico.

2.1._ Estudio de Mercado:

El estudio de mercado busca establecer la demanda existente y proyectada del servicio de transporte, así como la oferta actual de infraestructura disponible. En esta etapa no se aborda el análisis desde un enfoque comercial, sino desde la lógica de acceso, cobertura y funcionalidad del bien público **(CEPAL, 2011)**.

Un estudio de mercado para un proyecto de mantenimiento vial consiste en un conjunto de análisis que evalúan la viabilidad del proyecto al considerar el macro y micro entorno, incluyendo la demanda de tráfico, la competencia, la viabilidad económica y los posibles impactos.

Este estudio se enfoca en recopilar datos, identificar el público objetivo, analizar las tendencias, estimar costos y beneficios, y definir las estrategias para la toma de decisiones.

La demanda en proyectos de infraestructura vial se relaciona con el volumen de tránsito, tipo de usuarios, frecuencia de uso, entre otros factores que evidencian la necesidad de la intervención (**Ortúzar, 2011**).

2.1.1._ Estudio de la Oferta:

La oferta del servicio de mantenimiento vial incluye la gestión de fondos y programas (como el Fondo de Mantenimiento Vial o FOMAV en Nicaragua); para ejecutar trabajos de mantenimiento; la prestación de servicio de obra (como reparación de baches, limpieza de cunetas y construcción de aceras); y la implementación de sistemas digitales para la gestión y monitoreo de las necesidades y el estado de las vías.

El objetivo del análisis de la oferta es garantizar la seguridad, el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de las carreteras y otras infraestructuras viales disponible en el tramo estudiado, evaluando su capacidad de responder a la demanda en términos de:

- Condición física de la carretera (tipo de superficie, estado estructural).
- Continuidad de la ruta y conectividad con otras vías.
- Presencia de drenajes, señalización y seguridad vial.
- Accesibilidad estacional (viabilidad en época lluviosa).

2.1.2._ Estudio de la Demanda:

La demanda de transporte en zonas rurales se mide principalmente por el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), la composición vehicular, el tipo de usuarios (productores, estudiantes, comerciantes, etc.) y la frecuencia de uso. Esta demanda es una expresión directa del nivel de movilidad que requiere la población y de los flujos de carga que circulan por la vía (**Ortúzar & Willumsen, 2011**).

El TPDA es una de las variables fundamentales para estimar la necesidad de intervención de una vía, ya que permite proyectar el desgaste estructural esperado y evaluar el nivel de servicio actual y futuro (**Manual Centroamericano de Diseño de Pavimentos, 2002**).

2.2._ Estudio Técnico:

El estudio técnico dentro de un análisis de prefactibilidad permite determinar si el proyecto es viable desde el punto de vista físico, tecnológico, operativo y legal, estableciendo las características del diseño y los requerimientos de ejecución.

Esta sección del marco teórico se fundamenta en normas técnicas, criterios de diseño vial y métodos de análisis estructural que servirán de base para evaluar el tramo del mantenimiento vial de seis (6) km de la carretera del municipio de San Francisco de Cuapa – Las Lajitas. Este análisis considera las características geométricas, los materiales existentes, la capacidad estructural, el estado de los elementos de drenaje y señalización, así como los factores ambientales y constructivos que influyen en el desempeño de la vía.

El tramo del mantenimiento vial de los seis (6) km de la carretera de San Francisco de Cuapa - Las Lajitas presenta un nivel de deterioro avanzado producto del tránsito constante de vehículos y de la exposición a condiciones climáticas adversas. Las condiciones actuales presentan un pavimento agrietado con baches que alcanzan dimensiones de hasta 10 m², además de socavones que afectan la estabilidad de la superficie de rodadura. También, la carretera presenta hundimientos de entre 8 y 15 cm lo cual dificulta el tránsito vehicular, especialmente durante la temporada lluviosa.

Otras de las condiciones son un drenaje insuficiente, con ausencia de cunetas revestidas. La superficie de rodadura está en mal estado, sin uniformidad estructural ni resistencia adecuada para el tráfico actual. Además, no hay señalización vertical y horizontal, lo que incrementa la vulnerabilidad de los usuarios, principalmente durante la noche o en condiciones climáticas adversas.

2.2.1._ Tamaño del Proyecto:

El tamaño del proyecto de infraestructura vial está referido al nivel de transitabilidad ofrecido por dicha infraestructura, que viene dado por las características técnicas del (los) tramo (os) a ser construidos, rehabilitados, mejorados o remplazados. Metodología para la

Preparación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial del Ministerio de Hacienda y Crédito Público Dirección General de Inversiones **(MPEPIV - MHCP)**.

Adicionalmente, el tamaño del proyecto contempla la construcción de cunetas revestidas en concreto, vados de paso controlado y la instalación de señalización horizontal y vertical conforme a las Normas del Ministerio de Transporte e Infraestructura **(NMTI)**.

El tamaño del proyecto se refiere a la capacidad instalada proyectada para satisfacer la demanda estimada de bienes o servicios, considerando restricciones técnicas, económicas, sociales y ambientales. Su determinación es fundamental para dimensionar correctamente la infraestructura, estimar inversiones y prever impactos operativos **(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008)**.

Entre las características técnicas son especialmente relevantes la longitud, el número de carriles y vías, el ancho de los carriles, velocidad de diseño, carga de diseño, vida útil y el tipo de carpeta de rodamiento.

La alternativa técnica seleccionada para la rehabilitación del tramo consiste en la construcción de una losa de concreto hidráulico MR-42, con un espesor de 15 cm, sobre una base estabilizada de material mixto y selecto de 20 cm. Este tipo de pavimento ha sido recomendado para vías rurales con tránsito medio a pesado, debido a su alta resistencia, durabilidad y bajo requerimiento de mantenimiento.

Este tipo de rehabilitación con concreto hidráulico MR-42, en comparación con soluciones asfálticas, ofrece una mayor resistencia estructural frente a cargas pesadas y condiciones de alta humedad. Además, garantiza una vida útil superior, estimada entre 20 y 25 años, siempre que se realice un mantenimiento preventivo adecuado.

La rehabilitación propuesta mediante pavimento de concreto hidráulico constituye la solución más apropiada desde el punto de vista técnico, considerando las características del suelo, la topografía y el clima de la región.

2.2.1.1._ Tecnología y Materiales:

La selección de materiales para un proyecto de infraestructura vial debe basarse en criterios técnicos que garanticen durabilidad, resistencia estructural, facilidad de mantenimiento, disponibilidad local y comportamiento frente a condiciones climáticas. Este proceso requiere el análisis comparativo de distintas alternativas (asfalto, concreto hidráulico, adoquines, etc.) y su adecuación al volumen de tránsito, tipo de suelo, clima y condiciones operativas de la zona (**Sánchez & Contreras, 2012**).

Según (**Baca Urbina, 2013**), la selección de los materiales constructivos debe considerar:

- Condiciones ambientales locales (como humedad, precipitación, temperatura).
- Carga de tráfico proyectada (expresada como ejes equivalentes).
- Vida útil esperada del pavimento.
- Disponibilidad y costo de los materiales en la región.
- Mantenimiento requerido a corto, mediano y largo plazo.

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (**NTON 12 009-19**) establece los requisitos de calidad para mezclas de concreto utilizadas en infraestructura vial. Esta norma clasifica los concretos por su resistencia a la compresión, donde el MR-42 (42 MPa a los 28 días) es recomendado para vías de tránsito medio a pesado, tal como es el tramo de mantenimiento vial de los seis (6) km del municipio de San Francisco de Cuapa – La Comarca Las Lajitas, en el departamento de Chontales.

El proceso de diseño de mezcla de concreto se realiza siguiendo metodologías como el método ACI (American Concrete Institute), el cual permite establecer proporciones adecuadas de agua, cemento, agregados finos y gruesos, y aditivos, de acuerdo con:

- La resistencia a la compresión requerida (**f'c**).
- El asentamiento deseado (**trabajabilidad**).
- La exposición ambiental (**ataques por sulfatos, ciclos húmedo-seco**).
- La relación agua/cemento (**a/c**), que controla la porosidad y durabilidad de la mezcla (**ACI Committee 211, 2002**).

2.2.1.2._ Cálculo de Cantidad de Materiales:

Para calcular los volúmenes de materiales (cemento, arena, grava y agua), se utilizan las fórmulas establecidas por el **ACI**, basadas en el volumen absoluto. El procedimiento incluye:

- Determinar la relación agua-cemento según la durabilidad y resistencia requerida.
- Estimar el contenido de agua por metro cúbico de mezcla.
- Calcular el contenido de cemento (**kg/m³**).
- Establecer el volumen de agregados por metro cúbico, considerando su gravedad específica.
- Ajustar proporciones según el asentamiento y el método de colocación.

Este diseño se valida mediante probetas de ensayo que se curan y prueban a compresión a 7, 14 y 28 días para asegurar que cumplen con la resistencia especificada (**NTON 12 009-19, ASTM**).

2.2.2._ Localización del Proyecto:

La localización del proyecto se refiere a la determinación geográfica del sitio donde se ejecutará la obra, tomando en cuenta condiciones topográficas, climáticas, de accesibilidad y geopolíticas (**Zapata, 2016**).

El análisis de localización del proyecto tiene el fin de elegir el sitio de ubicación más conveniente para el proyecto, esto es, aquella que maximice el bienestar de los usuarios del proyecto, y/o minimice el costo social, en un marco de factores o variables condicionantes (**MPEPIV – MHCP**).

El análisis de la localización del proyecto más conveniente se realiza sobre las variables determinantes siguientes:

- Ubicación de la población beneficiaria.
- Existencia de servicios e infraestructura.
- Condiciones del terreno.
- Vulnerabilidad ambiental.
- Compatibilidad con los planes de desarrollo.

2.2.2.1._ Área de Intervención del Proyecto:

El área del objeto del estudio corresponde al mantenimiento vial del tramo de carretera de seis (6) kilómetros del municipio de San Francisco de Cuapa – La Comarca Las Lajitas, ubicada en el departamento de Chontales, región central de Nicaragua. Este sitio se encuentra a aproximadamente a 45 kilómetros al noreste del municipio de Juigalpa, cabecera departamental del departamento de Chontales, y a 140 del departamento de Managua.

El municipio de San Francisco de Cuapa – La Comarca Las Lajitas, es una zona que se caracteriza por una economía basada en la agricultura, ganadería, productora de granos básicos y actividades comerciales de pequeña escala. Este sitio tiene un rol estratégico como vía secundaria de integración regional, ya que conecta varias comunidades productoras con los mercados municipales y departamentales. Este tramo forma parte de la red vial terciaria que facilita la movilidad de productos como maíz, frijoles, hortalizas y ganado hacia los centros de acopio y comercialización **(MTI, 2022)**.

Desde el punto de vista geográfico, el tramo se ubica en una zona de topografía irregular, con presencia de cuencas y suelos predominantemente arcillosos, factores que inciden en la vulnerabilidad estructural de la vía durante las temporadas lluviosas. Además, la infraestructura existente presenta deterioro avanzado por efecto del tránsito, la escasa capacidad de drenaje y el uso de materiales no estabilizados.

2.2.2.2._ Diagnóstico de las Condiciones Actuales:

Para evaluar técnicamente una carretera existente, es necesario realizar un diagnóstico que incluya el estado de la superficie de rodadura, drenaje, señalización, geometría vial y fallas estructurales **(Manual de Evaluación de Caminos, MTC, 2013)**.

2.2.2.2.1._ Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):

El TPDA es un indicador fundamental en el diseño vial, ya que mide el volumen promedio de vehículos que transitan diariamente en una vía durante un año. Su cálculo permite proyectar la demanda futura y seleccionar el tipo de pavimento más adecuado **(Manual Centroamericano de Diseño de Pavimentos, 2002)**.

2.2.2.2.2._ Selección del Tipo de Pavimento:

La elección del tipo de pavimento (flexible, rígido o empedrado) depende del volumen de tránsito, condiciones del suelo y disponibilidad de materiales.

El pavimento es una estructura compuesta por varias capas cuya función es distribuir las cargas vehiculares hacia el terreno natural **(Manual NIC-2000)**.

2.2.2.2.3._ c). Diseño Estructural del Pavimento:

El diseño estructural se basa en métodos como el propuesto por la **(AASHTO, 2011)**, el cual considera variables como:

- Tránsito proyectado en ejes equivalentes.
- Capacidad portante del suelo (CBR o módulo resiliente).
- Vida útil del diseño (20 años generalmente).
- Factor de confiabilidad.

2.2.2.2.4._ Consideraciones Tecnológicas y Constructivas:

El estudio técnico también evalúa la tecnología disponible para la ejecución, incluyendo maquinaria, materiales y mano de obra. La correcta planificación de estos elementos es esencial para garantizar una ejecución eficiente, segura y ajustada al presupuesto **(Sapag Chain & Sapag Chain, 2008)**.

3._ Consideraciones Ambientales:

El proyecto se desarrolla en un entorno rural con presencia de quebradas y áreas boscosas dispersas. Por tanto, el diseño técnico incorpora drenajes transversales y cunetas revestidas, para evitar la erosión de taludes y el colapso del pavimento. La selección del concreto también responde a criterios de sostenibilidad ambiental, al requerir menos mantenimiento y generar menos residuos que las soluciones asfálticas.

4._ Riesgos ante Desastres:

La gestión de riesgos en infraestructura vial es un componente esencial para garantizar la sostenibilidad y resiliencia de los proyectos frente a fenómenos naturales **(Manual para la Evaluación del Riesgo en Carreteras de América Latina y el Caribe, Banco Mundial, 2017)**.

La evaluación del riesgo debe considerar tres componentes fundamentales; la amenaza natural, la vulnerabilidad estructural y la exposición del sistema vial.

El riesgo por deslizamientos o inundaciones en carreteras se incrementa en zonas con fuertes pendientes, suelos saturados o presencia de lluvias intensas, factores que deben identificarse mediante estudios de geotécnica, análisis hidrológicos y climáticos.

Entre las medidas de mitigación comúnmente aplicadas se encuentran:

- La elevación del nivel de rodadura para evitar que las vías queden bajo agua durante lluvias intensas **(CEPAL, 2014)**.
- La instalación de sistemas de drenaje adecuados, como cunetas revestidas y alcantarillas, según recomendaciones del Manual Centroamericano de Carreteras **(MCC, 2004)**, que establece parámetros técnicos para el dimensionamiento hidráulico.
- La selección de materiales resistentes a la humedad, como el concreto hidráulico, que según la **NTON 12 009-19**, mejora el comportamiento estructural en zonas con suelos inestables o saturados, debido a su baja permeabilidad y alta durabilidad.

5._ Aspectos Legales:

La ejecución del proyecto debe observar el marco jurídico vigente en Nicaragua, especialmente:

- Ley No. 217 – Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, para el cumplimiento de requisitos ambientales.
- Ley No. 801 – Ley de Contrataciones Administrativas del Estado, en lo relativo a la ejecución de obras públicas.
- Requisitos técnicos establecidos por el Manual Centroamericano de Normas de Pavimentación (2002) y las Normas Técnicas NIC-2000.

6._ Valoración Técnica del Proyecto:

La factibilidad técnica de un proyecto evalúa si la idea es realizable con la tecnología, los recursos (humanos, materiales, de equipo, financieros, etc.) y el conocimiento disponible, son razonables para ejecutar el proyecto. Se centra en la posibilidad práctica y en la disponibilidad de los insumos necesarios para llevar a cabo los objetivos propuestos.

7._ Relación Beneficios – Costos:

La relación beneficios - costo de un proyecto es un análisis financiero que compara los beneficios totales esperados con los costos totales, ambos expresados en términos monetarios.

La cuantificación de los beneficios y costos totales implica asignar un valor monetario a todos los beneficios esperados y todos los costos (directos, indirectos, intangibles y de oportunidad del proyecto a lo largo de su vida útil). Esta es una herramienta de apoyo a la decisión de las organizaciones para considerar si la inversión en el proyecto es atractiva, si es más conveniente que otras opciones, o si debería ser rechazado.

La relación Beneficios – Costos (B/C) consiste en dividir el valor total de los beneficios entre el valor total de los costos, para determinar si el proyecto es económicamente viable y rentable, ayudando a la toma de decisiones al predecir el Retorno de la Inversión (ROI; por sus siglas en inglés). El criterio de viabilidad del proyecto consiste en determinar la rentabilidad del proyecto; un resultado mayor que uno ($B / C = > 1$), indica que los beneficios superan los costos, mientras que un resultado menor a uno sugiere lo contrario ($B / C = < 1$), (**Sapag Chain & Sapag Chain, 2008**).

8._ Evaluación Económica – Financiera:

La evaluación económica – financiera permite determinar la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista del inversionista o entidad ejecutora. Se basa en la estimación y proyección de la inversión inicial, beneficios financieros (ingresos en concepto de ventas de bienes y/o servicios y otros ingresos), y flujo de caja. A partir de las estimaciones y proyecciones de estos datos, se calculan los Indicadores Financieros; Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), (**Sapag Chain & Sapag Chain, 2008**).

La evaluación económica – financiera se determina estimando y/o proyectando los siguientes datos de decisión:

- **Inversión Inicial:** consiste en el presupuesto de gasto en concepto de obras civiles, equipos, supervisión, y contingencia, en el año = cero (0).
- **Estimación de los Beneficios Financieros Anual:** ingresos que Percibe el Ejecutor en el Período de Vida Útil del Proyecto (5, 10 - 30 años).

- **Proyección de Costos de Operación y Mantenimiento Anual;** egresos que Realiza el Ejecutor en el Período de Vida Útil del Proyecto (5, 10 - 30 años).
- **Proyección del Flujo de Caja Anual:** diferencia entre los Ingresos y Egresos Anuales en el Período de Vida Útil del Proyecto (5, 10 – 30 años).
- **Horizonte de Análisis;** selecciona el Horizonte Compatible con la Vida Útil del Activo del Proyecto, se recomienda mínimo a 5 años y máximo a 30 años.
- **Tasa de Descuento Financiero;** consiste en el Costo de Oportunidad del Capital (para proyectos públicos suele estimarse entre 8% y 12% según política; el presente estudio usará el 10% de tasa anual).
- **Cálculo de Indicadores Financieros;** VAN, TIR, PRC, y B/C.

Las Fórmulas y la Interpretación de los Indicadores Financieros son las siguientes:

- **Fórmula del VAN */:**

$$VAN = \sum (Ft / (1 + r)^t) - I_0$$

Valor Actual Neto (VAN) = la suma desde t = 1 hasta n de los flujos de caja Ft descontados a la tasa r, menos la inversión inicial I₀. Esta fórmula calcula la rentabilidad de una inversión al sumar los flujos de caja futuros descontados y restarle la inversión inicial. Se utiliza para decidir si un proyecto es viable.

Nota:

*/ : Si el resultado es positivo VAN > 0 es Rentable, si es cero VAN = 0 es Indiferente, si es negativo VAN < 0 no es Rentable.

- **Fórmula de la TIR */:**

$$TIR = \sum_{n=0}^N [Fn / (1 + i)^n] = 0$$

La fórmula de la TIR se expresa como la tasa de descuento (r) que hace que el VAN sea igual a cero.

Nota:

*/: Si el VAN > 0 y la TIR > Tasa de Descuento, el proyecto es financieramente atractivo desde el punto de vista del inversionista.

- **Fórmula de la Relación B/C */:**

$$\text{B/C} = \text{PV beneficios sociales} / \text{PVC costos}$$

**/: Si la relación B/C > 1, los beneficios esperados son mayores que los costos totales. Esto sugiere que el proyecto es financieramente viable y rentable, ya que se recupera la inversión y se obtiene una ganancia.

Si la relación B/C < 1, los costos totales superan a los beneficios totales, el proyecto no es rentable, ya que no se recupera la inversión realizada, y podría resultar en pérdidas.

Si la relación B/C = 1, los beneficios totales son iguales a los costos totales, no hay ganancias ni pérdidas, lo que hace el proyecto sea indiferente desde el punto de vista financiero.

9._ Matriz del Marco Lógico (MML):

La elaboración de la Matriz del Marco Lógico permite planificar, gestionar y evaluar un proyecto de manera sistemática al organizar sus objetivos, actividades, indicadores y supuestos en una estructura lógica. Esto permite visualizar la lógica de causa-efecto entre los diferentes niveles del proyecto (fin, propósito, componentes y actividades) y asegurar que los recursos se utilicen eficientemente para lograr los resultados esperados. **Observar a continuación:**

Tabla 1 Matriz del Marco Lógico (MML) del Mantenimiento Vial San Francisco de Cuapa – Las Lajitas

Niveles de Objetivos	Resumen Narrativo	Indicadores	Medidas de Verificación	Supuestos
Fin:	Contribuir al desarrollo socioeconómico del municipio de San Francisco de Cuapa y comunidades aledañas, mediante el mejoramiento de la infraestructura vial, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, durabilidad y eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción porcentual del tiempo promedio de viaje en el tramo intervenido. - Reducción porcentual de la tasa de accidentes de tránsito. - Incremento del flujo vehicular anual. - Nivel de satisfacción de los usuarios (%). 	<p>Informes de inspección in situ.</p> <p>Registros de tránsito y seguridad vial.</p> <p>Reportes de avance físico-financiero.</p> <p>Encuestas de percepción a usuarios.</p>	<p>Diseño técnicamente viable y eficiente.</p> <p>Cumplimiento de las normativas ambiental y las licencias.</p> <p>Disponibilidad oportuna de los recursos financieros.</p> <p>Estabilidad social y climática durante la ejecución del proyecto.</p>
Propósito:	Preservar y optimizar la infraestructura vial existente garantizando transitabilidad segura y continua.	<ul style="list-style-type: none"> - Kilómetros de carretera rehabilitados y operativos. - Reducción de tiempos de viaje. - Disminución de accidentes de tránsito. - Cumplimiento del cronograma y presupuesto. 	<p>Actas de recepción.</p> <p>Informes de supervisión.</p> <p>Registros de tránsito.</p>	<p>Condiciones geotécnicas conforme a los estudios realizados.</p> <p>Adecuada supervisión técnica durante la ejecución.</p> <p>Coordinación efectiva entre las partes involucradas.</p>
Resultados:	<p>Tramo vial rehabilitado con una estructura de pavimento adecuada a las condiciones de tránsito y suelo.</p> <p>Sistema de drenaje superficial (cunetas, bordillos y obras complementarias) construido y funcionando eficientemente.</p> <p>Señalización horizontal y vertical instalada conforme a las normas técnicas vigentes.</p>	<p>Cumplimiento de los parámetros de calidad, seguridad, tiempo y costo.</p> <p>Extensión de la vida útil del pavimento.</p> <p>Reducción de costos operativos y tiempos de viaje.</p>	<p>Informes de control de calidad.</p> <p>Evaluaciones técnicas del pavimento y drenaje.</p> <p>Registros fotográficos y reportes de obra.</p>	<p>Cumplimiento de la viabilidad técnica y económica.</p> <p>El control de calidad durante la construcción y la evaluación de los impactos.</p> <p>Correcta ejecución de las actividades constructivas.</p>

	Mejora en la seguridad vial y reducción de costos operativos vehiculares.		Análisis costo-beneficio.	
Actividades:	<p>Realizar los trabajos preliminares.</p> <p>Ejecutar la movilización y desmovilización de equipos y personal.</p> <p>Ejecutar los movimientos de tierra conforme al diseño.</p> <p>Construir la losa de rodamiento de concreto hidráulico.</p> <p>Construir cunetas, andenes y bordillos.</p> <p>Instalar la señalización horizontal y vertical.</p> <p>Ejecutar la limpieza final y entrega de la obra.</p>	<p>Avance físico conforme al cronograma.</p> <p>Cumplimiento del presupuesto asignado.</p> <p>Calidad de los materiales y procesos constructivos.</p>	<p>Bitácoras de obra.</p> <p>Registros topográficos y fotografías.</p> <p>Informes de supervisión y control de calidad.</p>	<p>Disponibilidad de maquinaria y materiales.</p> <p>Condiciones climáticas favorables.</p> <p>Cumplimiento del alcance definido en los estudios de prefactibilidad.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

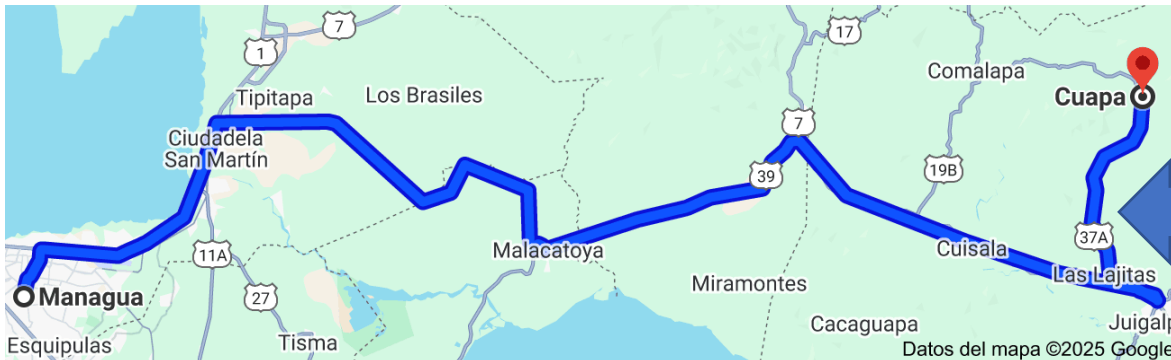
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO:

1._ Área de Localización del Estudio:

El área de localización del estudio corresponde con en el tramo de carretera de seis (6) kilómetros del municipio de San Francisco de Cuapa – La Comarca Las Lajitas, ubicada en el departamento de Chontales, región central de Nicaragua. Este sitio se encuentra a aproximadamente a 45 kilómetros al noreste del municipio de Juigalpa, cabecera departamental del departamento de Chontales, y a 140 del departamento de Managua.

Observar Figura No. 1., que se inserta a continuación:

Figura 1. Mapa de la Infraestructura Vial del Municipio de San Francisco de Cuapa y la Comarca Las Lajitas:



Fuente: Internet.

Esta zona forma parte de una región con fuerte actividad agrícola y ganadera, donde la infraestructura vial cumple una función clave para el desarrollo económico local. La carretera en estudio representa una vía primaria de acceso para las comunidades y sectores productivos locales.

2._ Tipo de Estudio según el Enfoque, Amplitud o Período:

El estudio es de carácter descriptivo y exploratorio, con un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). A través del análisis de datos técnicos y económicos, se busca determinar la viabilidad del proyecto de rehabilitación del tramo vial. El período de análisis será de 10 años, permitiendo evaluar el desempeño esperado de la carretera y los beneficios económicos que generará a mediano plazo.

3._ Población, Muestra:

El universo del estudio está conformado por los usuarios directos del tramo infraestructura vial de seis (6) km del municipio de San Francisco de Cuapa - La Comarca Las Lajitas, incluyendo transportistas, productores y comerciantes utilizan esta vía de forma frecuente.

El estudio se apoyará mediante la técnica de investigación del mercado primario (cuantitativa); muestra poblacional al azar de doscientas cincuenta (250) encuestas directas, cincuenta entrevistas semielaboradas a transportista y autoridades municipales (San Francisco de Cuapa y Juigalpa) y con técnicas de investigación del mercado secundarios (cualitativa), con el objetivo de obtener una visión más amplia sobre la situación actual del sitio de intervención.

3.1._ Tipo de Muestra y Muestreo:

Se aplicará un muestreo no probabilístico de tipo intencional, enfocado en usuarios clave de la carretera y especialistas en infraestructura vial. La selección de información priorizará documentos con rigor técnico y relevancia temática para la investigación.

3.2._ Técnicas e Instrumentos de la Investigación:

La investigación utilizará una combinación de técnicas para recolectar y analizar datos primarios y secundarios, esto garantizará que los datos sean pertinentes y representativos para los objetivos del estudio.

3.2.1._ Fuentes Primaria:

Se recopilará información in situ (trabajo de campo) mediante la realización de doscientos cincuenta (250) encuesta directa (muestra poblacional) de usuarios frecuentes de la vía, lo que nos permitirá conocer la percepción que tiene la población objetivo sobre el estado de la infraestructura vial (problemas, causas, efectos, seguridad, tiempos de viaje y costos asociados). Y se realizarán cincuenta (50) entrevistas semiestructuradas a actores clave como transportistas y autoridades municipales de los municipios de San Francisco de Cuapa y Juigalpa.

3.2.2._ Fuentes Secundarias:

Comprenderán documentos técnicos, bases de datos oficiales, estudios previos, informes del MTI, informes del Plan Nacional de Transporte, publicaciones académicas, estadísticas socioeconómicas del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), publicaciones del BCN, entre otras.

La combinación de la información obtenida mediante las técnicas de investigación de ambos mercados, permitirá triangular la información, fortalecer la validez de los resultados y ofrecer un análisis más robusto para la toma de decisiones sobre el mantenimiento vial del os seis (6) km en el municipio de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas.

4._ Diseño:

El diseño del estudio combina métodos analíticos y descriptivos, utilizando herramientas como la Matriz del Marco Lógico (MML) para estructurar los siguientes objetivos:

4.1._ Recolección de Datos: Los datos se recopilarán exclusivamente a partir de información del mercado primario (encuestas y entrevistas) y secundario (incluye reportes oficiales, estudios previos, bases de datos relevantes para el proyecto, entre otros).

4.2._ Criterios de Calidad: La credibilidad se garantizará mediante el uso de fuentes verificadas y reconocidas en el área. Para asegurar la confiabilidad se realizará una revisión cruzada de datos a fin de garantizar consistencia y pertinencia de la información recopilada.

5._ Operacionalización de Variables:

La operacionalización de las variables del mantenimiento de infraestructura vial, incluyen; el estado del pavimento, el volumen de tránsito, los costos de rehabilitación y percepción de seguridad, las cuales serán medidas mediante indicadores específicos.

- Estado de la Superficie de la Carretera.
- El Grado de Deterioro y la Calidad de la Capa de Rodadura de la Vía.
- Presencias de Grietas.
- Deformaciones de Baches y Ondulaciones.
- Descaste del Pavimento.

Las variables antes señaladas se obtendrán mediante la investigación in situ (estudio de campo) con un equipo de medición de rugosidad.

6._ Análisis de Datos:

Los datos cuantitativos serán procesados mediante herramientas estadísticas básicas, como Microsoft Excel, para organizar, graficar y analizar la información financiera y técnica.

Los datos recopilados se organizarán para su análisis cualitativo, mientras que los valores cuantitativos serán tabulados y representados gráficamente, permitiendo una buena interpretación técnica y financiera del proyecto.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO

1._ Estudio de Mercado:

1.1._ Análisis de la Oferta:

El tramo de seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas presenta actualmente una condición estructural deficiente por la presencia de baches, hundimientos, pérdida de material de la superficie, deficiente drenaje pluvial, y falta de señalizaciones, las que reducen la velocidad de operación y aumentan la vulnerabilidad de la vía ante fenómenos climáticos, principalmente durante la temporada de invierno.

Asimismo, la vía cuenta con una calzada angosta que no permite el cruce seguro de vehículos pesados, lo que genera congestión y deterioro acelerado de la superficie. La ausencia de cunetas revestidas y obras de drenaje transversal ha provocado erosión lateral y pérdida de material granular en varios puntos críticos.

La oferta actual del servicio vial es insuficiente para atender la demanda de movilidad y transporte de la población. Esta brecha entre la demanda creciente y la limitada capacidad de la infraestructura hace necesaria la ejecución del proyecto de rehabilitación, cuyo propósito es garantizar una vía funcional, segura y sostenible. **Observar Tabla No.1., que se inserta a continuación:**

Tabla 2 Evaluación de la Oferta de la Infraestructura Vial San Francisco de Cuapa – Las Lajitas

Conceptos	Requisitos Técnicos			
	Longitud	Ancho	Límite de Velocidad	Rugosidad
I. Estados				
1. Calzadas.	6 km	5 Mts	30 km/h	Angosta
2. Bermas y Drenajes.	6 km	1.8 Mts	----	---
3. Baches y Socavaciones	---	1.5 - 4 mts ²	---	---
4. Hundimientos.	---	8 – 15 cm	---	---
5. Señalizaciones.	---	---	---	No Hay
II. Oferta Actual de Tránsito */.	---	---	---	972,000

Nota:

*/: El Volumen de Tránsito actualmente en la vía del municipio de San Francisco de Cuapa - comarca Las Lajitas, conforme a la inspección realizada in – situ por día es actualmente de 2,700 vehículos promedio (incluye; motocicletas, camionetas y camiones de carga liviano), lo que permite proyectar un Volumen Anual de; 972,000 vehículos (2,700 x 30 x 2).

Fuente: Elaboración Propia.

El tramo de los seis (6) km de la carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas se encuentra con un pavimento gravemente agrietado y desgastado debido a la exposición constante de las condiciones climáticas y la acción del tráfico pesado, que ha llevado a la formación de baches y socavones, que se encuentran distribuido entre los 2, 6 y hasta 8 metros de distancia, cuyas dimensiones oscilan entre 1.5 metros cuadrados, 4 metros cuadrados y hasta 10 metros cuadrados, respectivamente.

La situación actual de seis (6) km del tramo de la carretera San Francisco de Cuapa - Las Lajitas refleja la necesidad urgente de su rehabilitación, además de la importancia de realizar un plan de mantenimiento periódico para garantizar su durabilidad y la seguridad de los usuarios. Esto incluirá la reparación de baches y fisuras, así como la mejora de la superficie de rodamiento para hacerla apta para el tránsito.

Otras de las condiciones son un drenaje insuficiente, con ausencia de cunetas revestidas. La superficie de rodadura está en mal estado, sin uniformidad estructural ni resistencia adecuada para el tráfico actual. Además, no hay señalización vertical y horizontal, lo que incrementa la vulnerabilidad de los usuarios, principalmente durante la noche o en condiciones climáticas adversas.

1.2._ Análisis de la Demanda:

El análisis de la demanda del presente proyecto responde a las necesidades de movilidad de la población y de los sectores productivos predominantes en la zona. Con este análisis se identifica el nivel de utilización del tramo y la capacidad estructural existente frente a la demanda actual y futura.

En este proyecto, la demanda esta expresada a través del volumen de tránsito, la composición vehicular y la frecuencia de uso de la carretera. En el tramo de los seis (6) km del municipio de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, la población usuaria está conformada principalmente por productores agrícolas, ganaderos, transportistas, comerciantes, estudiantes y habitantes que utilizan la vía como conexión hacia los centros de servicios básicos ubicados en el casco urbano del municipio de San Francisco de Cuapa y en la cabecera departamental de Juigalpa.

De acuerdo con información recopilada en campo (entrevistas a los alcaldes de los municipios de Cuapa y Juigalpa, e investigación secundaria obtenida a través del MTI y la Policía de Tránsito Nacional), el flujo vehicular promedio diario es de aproximadamente 5,400 diario, lo que proyecta una demanda anual por el orden del 1,944,000 (un millón novecientos cuarenta y cuatro mil vehículos), mayoritariamente compuesta por motocicletas, camionetas y camiones de carga liviano.

El análisis de la demanda considera también aspectos cualitativos como:

- Grado de aislamiento de las comunidades.
- Necesidad de transporte para acceso a mercados, centros de salud y educación.
- Uso productivo de la vía para actividades agrícolas y ganaderas.
- Incremento proyectado de población y producción en la zona.

1.3._ Relación Demanda – Oferta:

Si comparamos la demanda actual menos la oferta actual del flujo de vehículos en la vía del tramo de los seis (6) km del municipio de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, obtenemos una demanda insatisfecha del flujo de vehículos por el orden de los 972,000 vehículos anuales, equivalente en términos relativos al 50% de la demanda de la población objetivo.

Es importante señalar, que durante la época seca o de verano es cuando se evidencia más el flujo vehicular, aumentando el tránsito de productos agrícolas, pecuarios y de granos básicos hacia los mercados municipales.

La falta de una superficie de rodadura en buen estado incrementa los tiempos de viaje y los costos de operación vehicular, afectando la productividad y el acceso a servicios existentes. Por tanto, la demanda actual no está siendo atendida de manera eficiente, lo que justifica la necesidad de intervención para garantizar un servicio vial continuo, seguro y con niveles adecuados de transitabilidad.

2._ Estudio Técnico:

El estudio técnico en la fase de prefactibilidad que permite determinar si el proyecto es viable desde el punto de vista físico, tecnológico, operativo y legal, estableciendo las características del diseño y los requerimientos de ejecución.

Basado en las normas técnicas, los criterios del diseño vial y los métodos de análisis estructural de la infraestructura actual servirán de base para evaluar el tramo del mantenimiento vial de seis (6) km de la carretera del municipio de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas. Este análisis considera las características geométricas, los materiales existentes, la capacidad estructural, el estado actual de la Calzadas, Bermas y Drenajes, Baches y Socavaciones, Hundimientos y Señalizaciones, así como los factores ambientales y constructivos que influyen en el desempeño de la vía, que permitan garantizar el flujo vehicular que demanda el sitio y sus beneficios colaterales en la comunidad en materia de comercio, turismo, salud y educación, entre otros.

El tramo del mantenimiento vial de los seis (6) km de la carretera de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, presenta un nivel de deterioro avanzado producto del tránsito constante de vehículos y de la exposición a condiciones climáticas adversas. Las condiciones actuales presentan un pavimento agrietado con baches que alcanzan dimensiones de hasta 10 m², además de socavones que afectan la estabilidad de la superficie de rodadura. También, la carretera presenta hundimientos de entre 8 y 15 cm lo cual dificulta el tránsito vehicular, especialmente durante la temporada lluviosa.

Otras de las condiciones son un drenaje insuficiente, con ausencia de cunetas revestidas. La superficie de rodadura está en mal estado, sin uniformidad estructural ni resistencia adecuada para el tráfico actual. Además, no hay señalización vertical y horizontal, lo que incrementa la vulnerabilidad de los usuarios, principalmente durante la noche o en condiciones climáticas adversas.

2.1._ Tamaño del Proyecto:

El tamaño del proyecto de infraestructura vial del tramo de seis (6) km del municipio de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, está referido al nivel de transitabilidad ofrecido por dicha infraestructura, que viene dado por las características técnicas del (los) tramo (os) a ser construidos, rehabilitados, mejorados o reemplazados.

Tomando en cuenta el 50% de la demanda insatisfecha de flujo vehicular, el tamaño del proyecto contempla la construcción de cunetas revestidas en concreto, vados de paso controlado y la instalación de señalización horizontal y vertical conforme a las Normas del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

El tamaño del proyecto se refiere a la capacidad instalada (rehabilitación) proyectada para satisfacer la demanda insatisfecha estimada de bienes o servicios, considerando restricciones técnicas, económicas, sociales y ambientales. Su determinación es fundamental para dimensionar correctamente la infraestructura, estimar inversiones y prever impactos operativos.

Entre las características técnicas son especialmente relevantes la longitud, el número de carriles y vías, el ancho de los carriles, velocidad de diseño, carga de diseño, vida útil y el tipo de carpeta de rodamiento.

La alternativa técnica seleccionada para la rehabilitación del tramo consiste en la construcción de una losa de concreto hidráulico MR-42, con un espesor de 15 cm, sobre una base estabilizada de material mixto y selecto de 20 cm. Este tipo de pavimento ha sido recomendado para vías rurales con tránsito medio a pesado, debido a su alta resistencia, durabilidad y bajo requerimiento de mantenimiento.

Este tipo de rehabilitación con concreto hidráulico MR-42, en comparación con soluciones asfálticas, ofrece una mayor resistencia estructural frente a cargas pesadas y condiciones de alta humedad. Además, garantiza una vida útil superior, estimada entre 20 y 25 años, siempre que se realice un mantenimiento preventivo adecuado.

La rehabilitación propuesta mediante pavimento de concreto hidráulico constituye la solución más apropiada desde el punto de vista técnico, considerando las características del suelo, la topografía y el clima de la región. Este diseño se valida mediante probetas de ensayo que se curan y prueban a compresión a 7, 14 y 28 días para asegurar que cumplen con la resistencia especificada (NTON 12 009-19, ASTM).

2.2._ Localización del Proyecto:

El sitio del objeto del estudio es el tramo de seis (6) km de la carretera del municipio de San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, se encuentra aproximadamente a 45 km del municipio de Juigalpa, cabecera del departamento de Chontales, y a 140 km del departamento de Managua.

Desde el punto de vista geográfico, el tramo se ubica en una zona de topografía irregular, con presencia de cuencas y suelos predominantemente arcillosos, factores que inciden en la vulnerabilidad estructural de la vía durante las temporadas lluviosas. Además, la infraestructura existente presenta deterioro avanzado por efecto del tránsito, la escasa capacidad de drenaje y el uso de materiales no estabilizados.

3._ Estudio Ambiental:

3.1._ Medidas de Mitigación:

Se planificará la seguridad vial, la protección ambiental, y la gestión del tráfico, que incluyen la planificación de desvíos, y la comunicación clara para los usuarios, el control de derrames de combustibles y la gestión de residuos, así como medidas para minimizar el impacto en el suelo y el agua.

4._ Estudio Financiero:

4.1._ Inversión Inicial (Presupuesto de Gasto):

La inversión inicial de un proyecto de mantenimiento vial consiste en todos los gastos necesarios para ponerlo en marcha, lo que incluye; el costo de la mano de obra, la adquisición de equipos especializados, la compra o alquiler de terreno, los permisos y licencias, la compra de materiales, los gastos de diseño y planificación, y el capital de trabajo necesario para cubrir los gastos operativos durante la fase inicial de ejecución.:

La inversión inicial del presente proyecto alcanza los C\$60,575,288.10 (sesenta millones quinientos setenta y cinco mil doscientos ochenta y ocho córdobas con 10/100), según **Tabla No. 3., que se inserta a continuación:**

Tabla 3 Mantenimiento Vial; Tramo de 6 km carretera San Francisco de Cuapa – Las Lajitas:

Presupuesto de Gasto (córdobas).

ETAPAS	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDAS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	COSTO TOTAL C\$
10	PRELIMINARES				104,100.00
	Limpieza inicial	M2	32,560.00	0.25	8,100.00
	Rótulo del proyecto	C/U	1.00	16,000.00	16,000.00
	Trazo y nivelación	M2	45,333.00	1.76	80,000.00
20	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN				663,000.00
	Movilización/desmovilización	GBL	1.00	663,000.00	663,000.00
30	MOVIMIENTO DE TIERRA				15,153,825.00
	Conformación y compactación	M2	21,164.00	104.06	2,202,250.00
	Corte	M3	8,888.88	300.63	2,672,250.00
	Corte manual	M3	9,333.32	99.03	924,300.00
	Desalojo de material	M3	8,888.88	61.36	545,400.00
	Desalojo manual	M3	9,333.32	12.17	113,625.00
	Base estabilizada con cemento	M3	3,665.00	2,372.71	8,696,000.00
40	LOSA DE RODAMIENTO				35,048,119.50
	Trazo y nivelación	M2	45,333.00	2.07	94,050.00
	Concreto Hidráulico MR-42 esp. 16.5 cm (incluye fibra, bordillo, corte, junta)	M2	43,956.00	795.21	34,954,069.50
50	CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS				8,810,063.60
	Trazo y nivelación	M2	45,333.00	2.07	94,050.00
	Andenes de concreto 2500 PSI	M2	21,978.00	394.46	8,669,494.60
	Vados de concreto 3000 PSI	M3	6.20	7,503.06	46,519.00
60	SEÑALES				147,180.00
	Señalización informativa	C/U	12.00	6,500.00	78,000.00
	señalización horizontal	KM	6.00	7,480.00	44,880.00
	Señalización preventiva	C/U	3.00	8,100.00	24,300.00
70	LIMPIEZA FINAL				649,000.00
	Limpieza final	M2	32,560.00	19.93	649,000.00
				TOTAL C\$	60,575,288.10

Nota:

***/: Tipo de Cambio Oficial (C\$36.6243 x US\$1.00)**

Fuente: Elaboración Propia.

4.2._ Beneficios Financieros (monetización de los beneficios sociales del proyecto vial):

Los ingresos en concepto de cuantificación – monetización de los beneficios sociales del proyecto vial son generados principalmente por los siguientes:

- Mayor Seguridad (menos accidentes).
- Mayor Eficiencia del Servicio (reducción del tiempo de traslado).
- Ahorro de Costo (evitando reparaciones mayores), y
- El impulso al desarrollo económico (fomentando el comercio, turismo y la interconexión regional).

En vista de lo anterior, y con el apoyo de la información cuantitativa obtenida mediante la investigación del mercado primario in situ (encuestas y entrevistas) y la información cualitativa obtenida en el mercado secundario (MTI y Policía de Tránsito Nacional), se proyectaron los ingresos en concepto de la cuantificación – monetización de los beneficios sociales del proyecto de mantenimiento vial en el tramo de 6 km de la carretera del municipio San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, en **C\$7,000,000.00 / Anual** (siete millones de córdobas 00/100).

Si calculamos el Valor Presente de los Beneficios, a una Tasa Social de Descuento (TSD = r) = 8%, y en un horizonte (n) = 20 años, tenemos:

$$VPB = A \times \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} =$$

Donde:

A = Flujo Anual (Beneficios).

r = Tasa de Descuento.

n = Años.

Sustituyendo y resolviendo en la fórmula:

$$1 - (1 + 0.08)^{-20}$$

$$\text{VPB} = 7,000,000.00 \times \frac{1 - (1 + 0.08)^{-n}}{0.08} = 68,726,875.00$$

4.3._ Costos Operativos:

Los costos operarios del proyecto de mantenimiento vial incluye la suma de los costos directos (combustible, neumáticos, mantenimiento, reparaciones, salario de operarios), y los costos indirectos (seguro, impuestos, gastos generales, de administración, supervisión y permisos). Estos costos están asociados al funcionamiento y mantenimiento de la vía una vez concluida la construcción, e incluyen:

- Mantenimiento rutinario (limpieza de cunetas, señalización, bacheo).
- Mantenimiento periódico (reparación de losas, corrección de grietas).
- Personal técnico y logístico para la operación local.
- Insumos y transporte de materiales de mantenimiento.

En vista de lo anterior, y con el apoyo de la información cualitativa obtenida mediante la investigación del mercado secundario (MTI), se proyectaron los costos operativos anual del proyecto de mantenimiento vial en el tramo de 6 km de la carretera del municipio San Francisco de Cuapa – Comarca Las Lajitas, en **C\$2,000,000.00 / Anual** (dos millones de córdobas con 00/100).

Si calculamos el Valor Presente de los Costos Sociales una Tasa Descuento o Costo de Oportunidad del Capital (COC = r) = 10%, y en un horizonte (n) = 20 años, tenemos:

$$\text{VPC} = A \times \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} =$$

Donde:

A = Flujo Anual (Costos).

r = Costo de Oportunidad del Capital.

n = Años.

Sustituyendo y resolviendo en la fórmula:

$$\text{VPB} = 2,000,000.00 \times \frac{1 - (1 + 0.1)^{-20}}{0.1} = 17,027,140.00$$

0.1

4.4._ Relación Beneficios - Costos (RBC):

La Relación Beneficio - Costo (RBC) es una métrica financiera que compara los beneficios Totales de un proyecto o inversión con sus costos totales para determinar su rentabilidad.

Al calcular la Relación Beneficio Costo del presente proyecto encontramos un resultado $B/C > 1$, lo que significa que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, lo que indica que es un proyecto rentable. **Observar la Fórmula y el Desarrollo de la misma que se inserta a continuación:**

PV Beneficios Totales

$$B/C = \frac{\text{-----}}{\text{PV Costos Totales}} =$$

Sustituyendo en la fórmula y resolviendo tenemos:

$$B/C = \frac{68,726,875.00}{17,027,140.00} = 4.03 > 1$$

4.5._ Evaluación Económica – Financiera:

La evaluación Económica – Financiera de un proyecto vial se calcula principalmente mediante la proyección de flujos de caja (económicos y financieros), el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficios / Costos (B/C).

4.5.1._ Flujo de Caja Económico:

Se toman en cuenta los ingresos (beneficios totales), los costos de operación, la inversión inicial) y el costo de oportunidad, que se cuantifican con indicadores como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

4.5.2._ Valor Actual Neto Económico (VANE):

A la Inversión Inicial se le resta el Valor Presente de los Beneficios Totales, a una Tasa Social de Descuento (TSD = r) = 8%, y en un horizonte (n) = 20 años, tenemos:

- Flujo de la Inversión Inicial = - C\$60,575,288.10
- Flujo de los Beneficios Totales = C\$68,726,875,00
- **VPN Económico = - C\$60,575,288.10 + C\$68,726,875,10 = C\$8,151,586,.90**

4.5.3._ Relación Valor Presente de los Beneficios - Valor Presente de los Costos (VPB / VPC):

- Valor Presente de Beneficios = C\$68,726,875.10
- Valor Presente de los Costos (B/C) = C\$17,027,140.00
- **VPB / VPC = C\$4.03**

4.5.4._ Interpretación Económica:

Se acepta el proyecto dado los siguientes resultados:

:

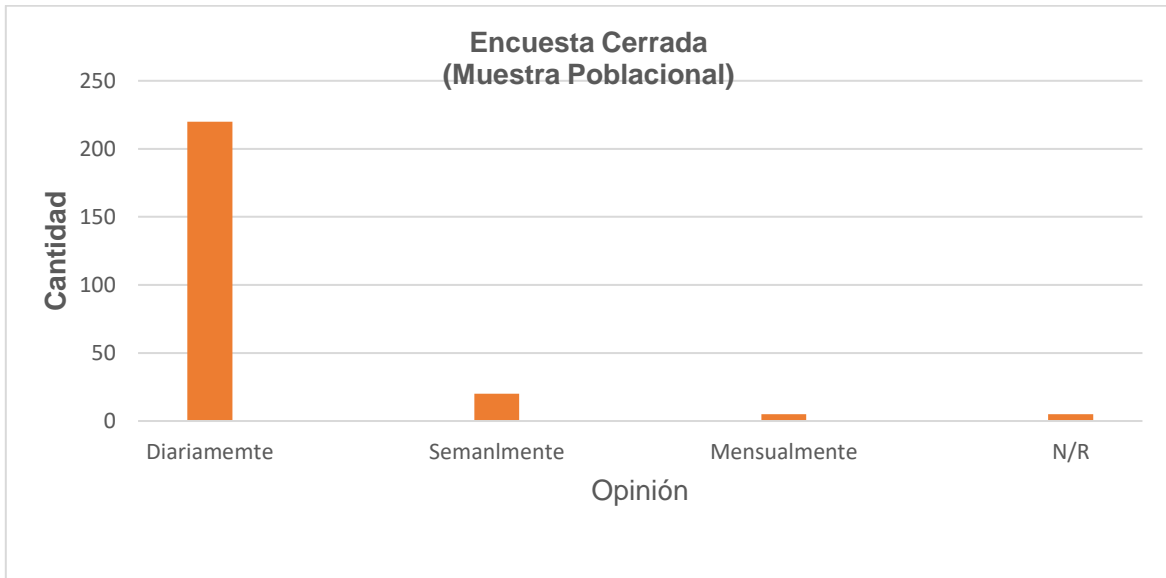
- **VANE (+) = C\$8,151,586.90**
- **VPE / VPC = 4.03 > 1**
- **TIR = 9% > TSD = 8%**

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS:

1._ Análisis de los Datos Estadísticos Recopilados

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que usan la vía es diariamente, con 220 usuarios, equivalente en términos relativos al 88%. **Observar en Anexo; Consolidado Encuesta Cerrada, Pregunta No. 1., y Figura No. 2., que se inserta a continuación:**

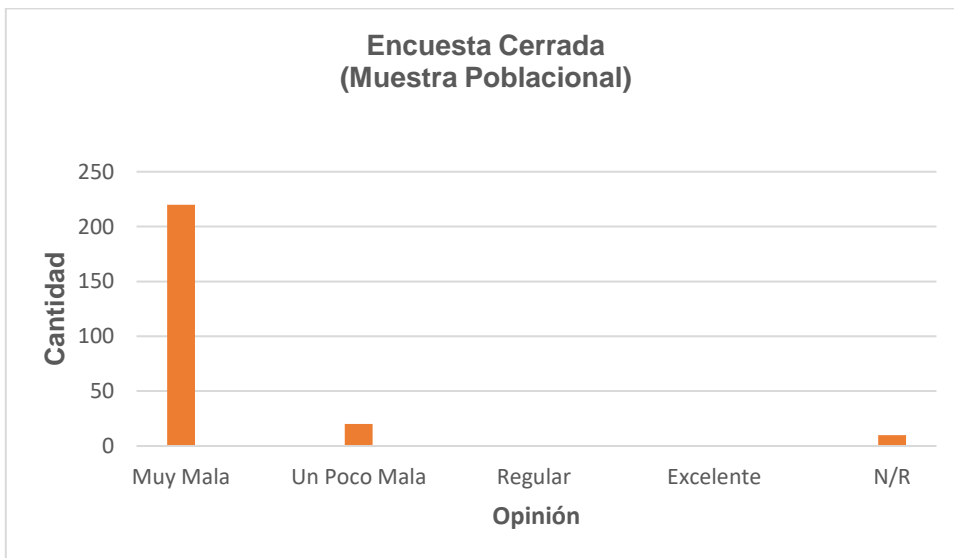
Figura 2. Frecuencia que viajan por esta carretera:



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que la carretera se encuentra muy mala, con 220 usuarios, equivalente en términos relativos al 88%. **Observar en Anexo; Consolidado Encuesta Cerrada, Pregunta No.2., Figura No. 3., que se inserta a continuación:**

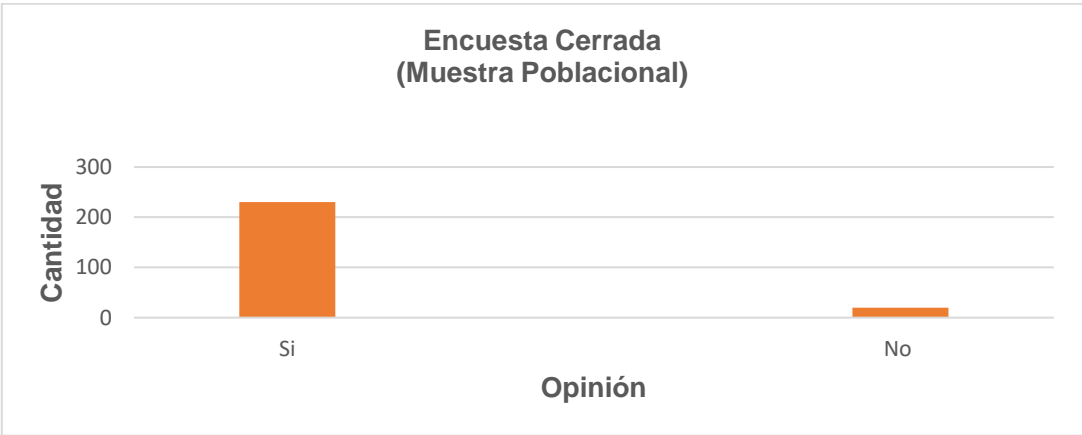
Figura 3. Calificación del estado actual de la carretera.



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que (Si) las condiciones actuales de la carretera afectan su seguridad, con 230 usuarios, equivalente en términos relativos al 92%. **Observar en Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 3, y Figura No. 4., que se inserta a continuación:**

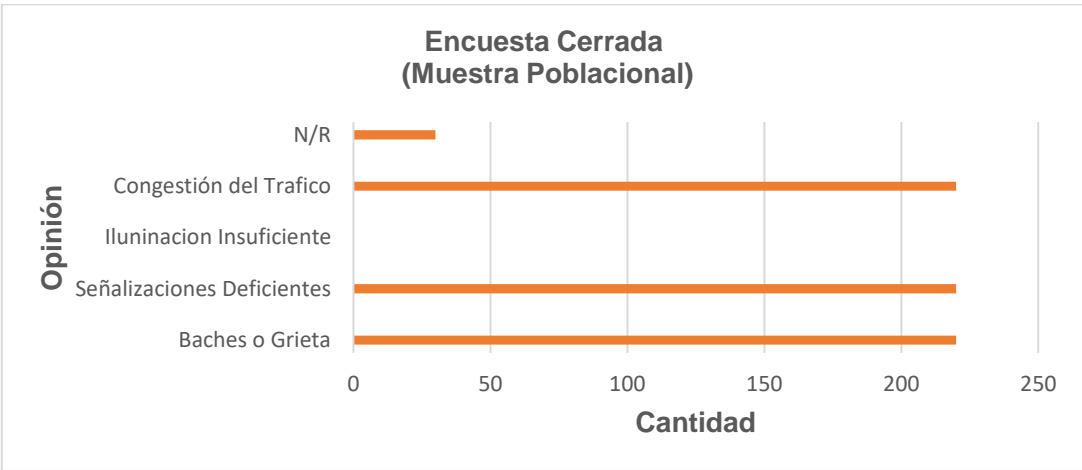
Figura 4. ¿Afectan las condiciones actuales de la carretera su seguridad al viajar?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron tres tipos de problemas; congestión del tráfico, señalizaciones deficientes y baches o grieta, con 220 usuarios, equivalente en términos relativos al 88%. **Observar en Anexo, Encuesta Cerrada, Pregunta No. 4, y Figura No. 5., que se inserta a continuación:**

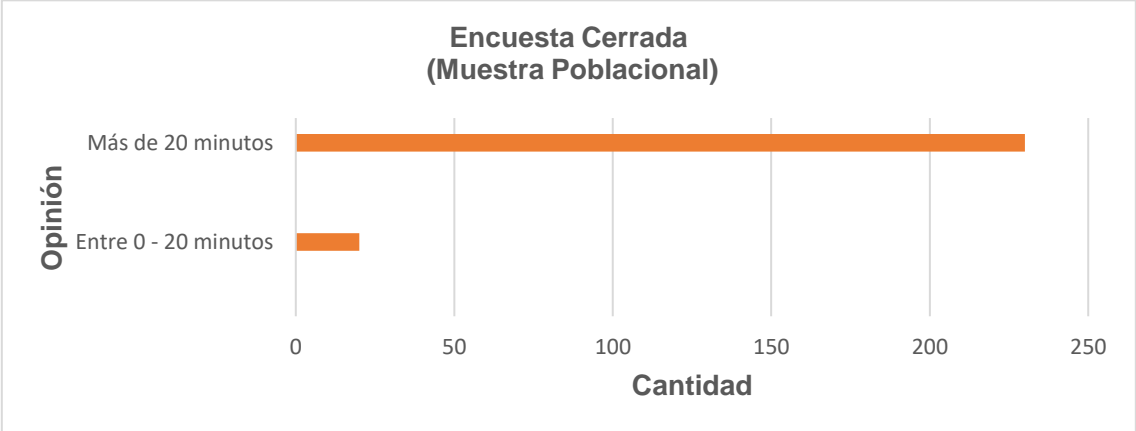
Figura 5. ¿Qué tipo de problemas de seguridad ha experimentado en la carretera?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que el tiempo promedio que duran en recorrer los 6 km de carretera es de más de 20 minutos, con 230 usuarios, equivalente en términos relativos al 92%. **Observar en Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 5, y Figura No. 6., que se inserta a continuación:**

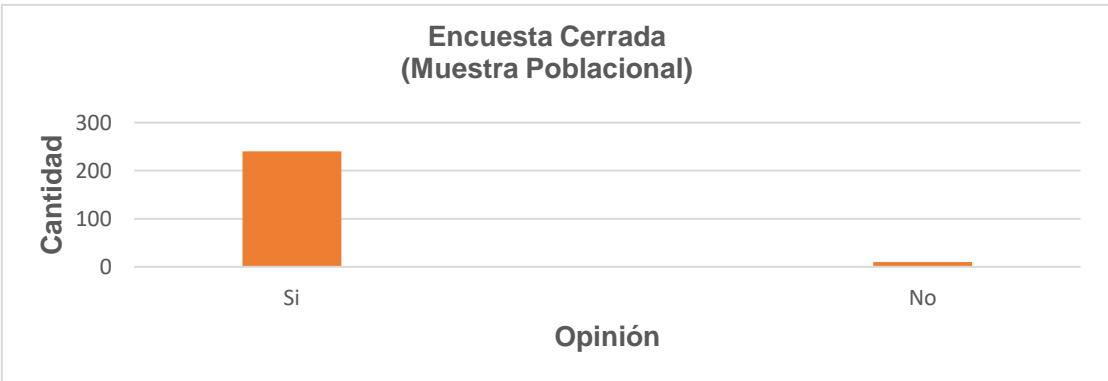
Figura 6. ¿Cuánto tiempo promedio le toma recorrer los 6 km de la carretera dañada?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que (Si) que han experimentado daños en sus respectivos vehículos debido al mal estado de la carretera, con 250 usuarios, equivalente en términos relativos al 96%. **Observar en Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 6, y Figura No. 7., que se inserta a continuación:**

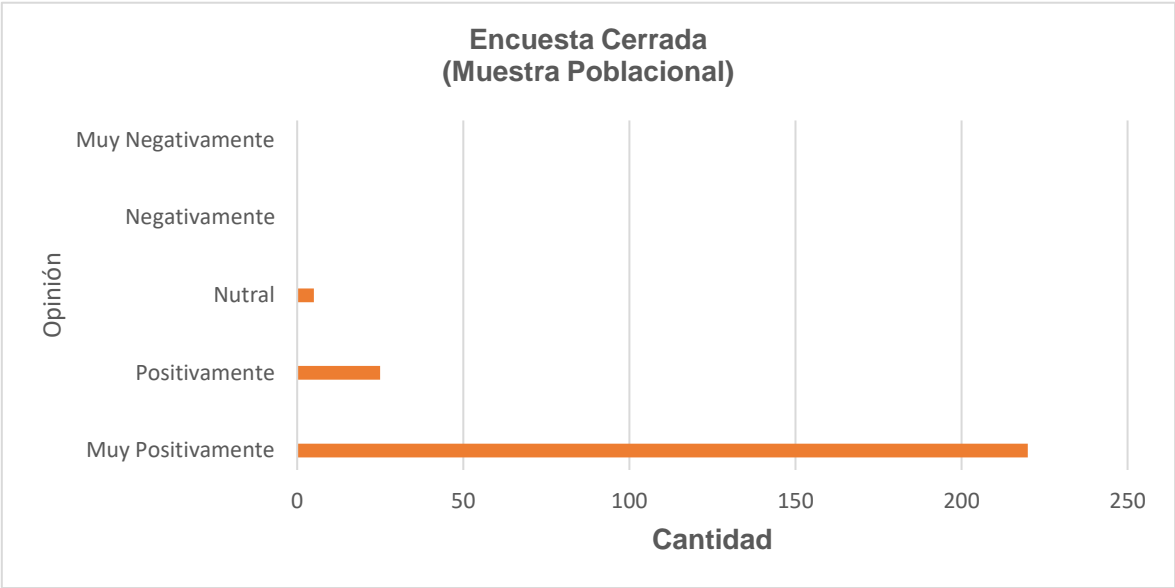
Figura 7. ¿Ha experimentado daños en su vehículo debido al mal estado de la carretera?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que creen que la rehabilitación de la carretera impactará muy positivamente, con 220 usuarios, equivalente en términos relativos al 88%. **Observar en Anexo, Consolidado de Encuestas, Pregunta No. 7, y Figura No. 8., que se inserta a continuación:**

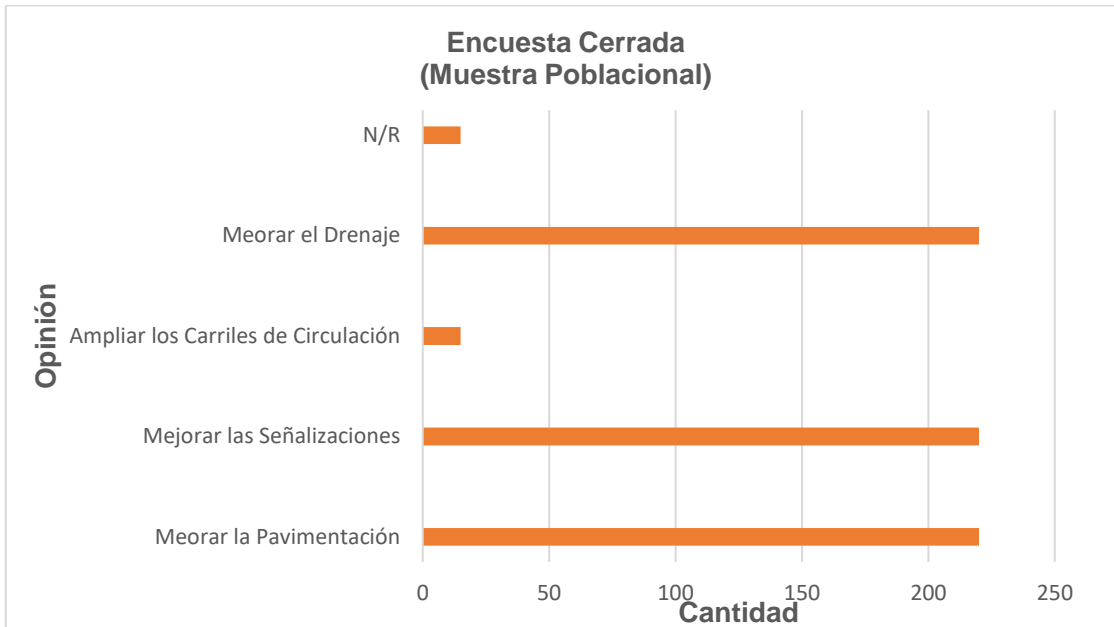
Figura 8. ¿Cómo cree que la rehabilitación de esta carretera impactará su vida diaria?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron tres tipos de aspectos importantes para mejorar la rehabilitación de la carretera; mejorar el drenaje, mejorar las señalizaciones y mejorar la pavimentación, con 220 usuarios, equivalente en términos relativos al 88%. **Observar Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 8, y Figura No. 9., que se inserta a continuación:**

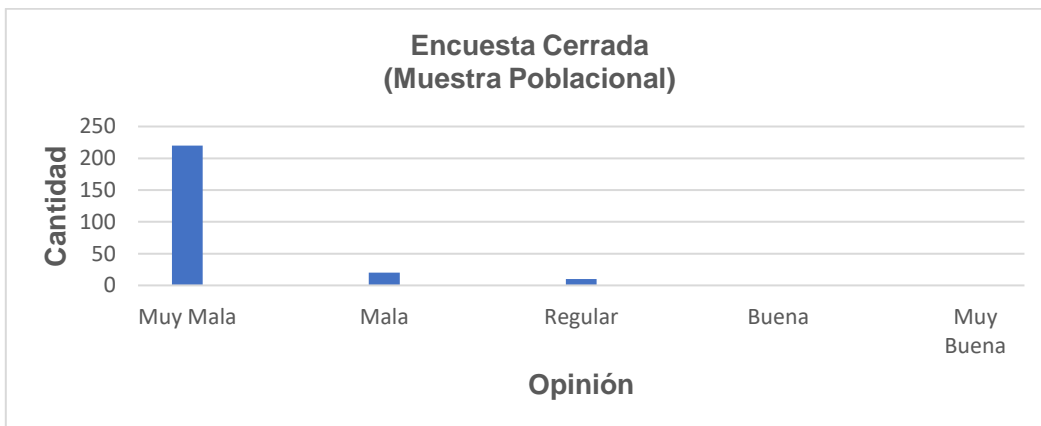
Figura 9. ¿Qué aspectos considera más importante para mejorar en la rehabilitación de la carretera?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que la carretera se encuentra muy mala, con 220 usuarios, equivalente en términos relativos al 88%. **Observar En Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 9, y Figura No. 10., que se inserta a continuación:**

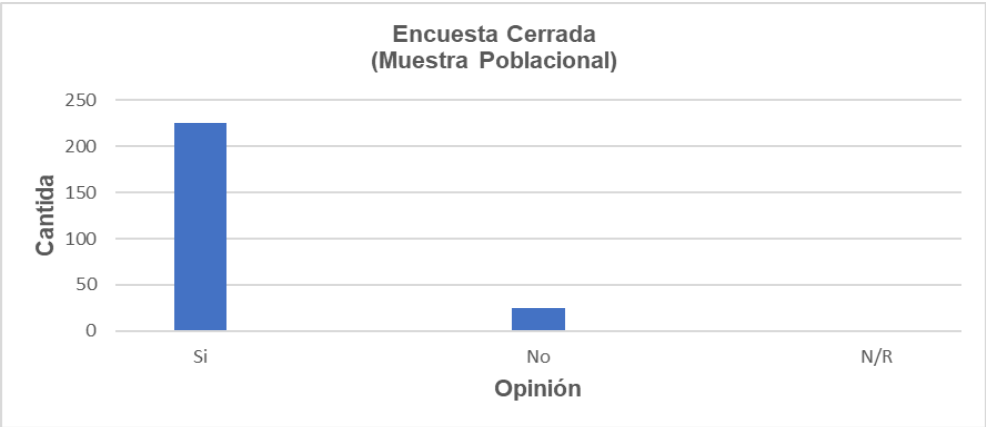
Figura 10. En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la calidad general de la infraestructura vial en esta área?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que (Si) están dispuesto a aceptar los inconvenientes de tiempos por la rehabilitación de la carretera, con 225 usuarios, equivalente en términos relativos al 90%. **Observar en Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 10, Figura No. 11., que se inserta a continuación:**

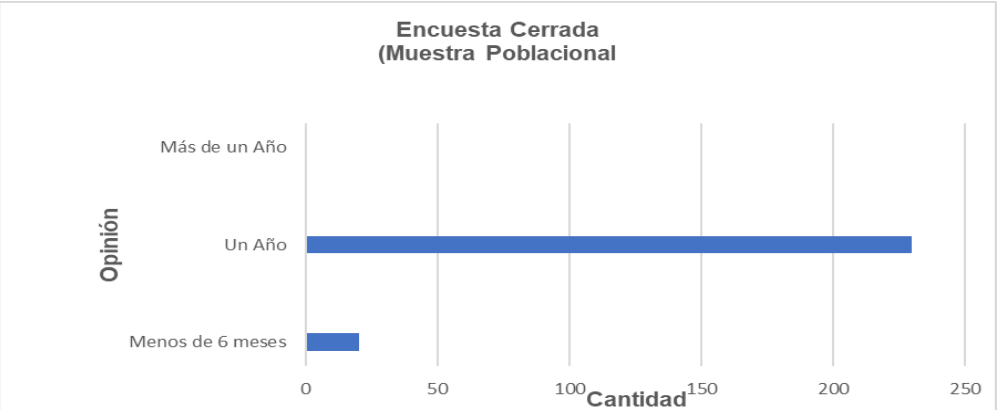
Figura 11. ¿Está usted dispuesto a aceptar ciertos inconvenientes de tiempo (por ejemplo, cierres temporales, desvíos) durante el proceso de rehabilitación?



Fuente: Elaboración Propia.

Las 250 encuestas realizadas a la Población Objetivo revelaron que en primer lugar se ubicaron los que opinaron que el tiempo de la duración de la rehabilitación de la carretera es de un (1) 1 año, con 230 usuarios, equivalente en términos relativos al 92%. **Observar en Anexo, Consolidado de Encuesta Cerrada, Pregunta No. 11, y Figura No. 12., que se inserta a continuación:**

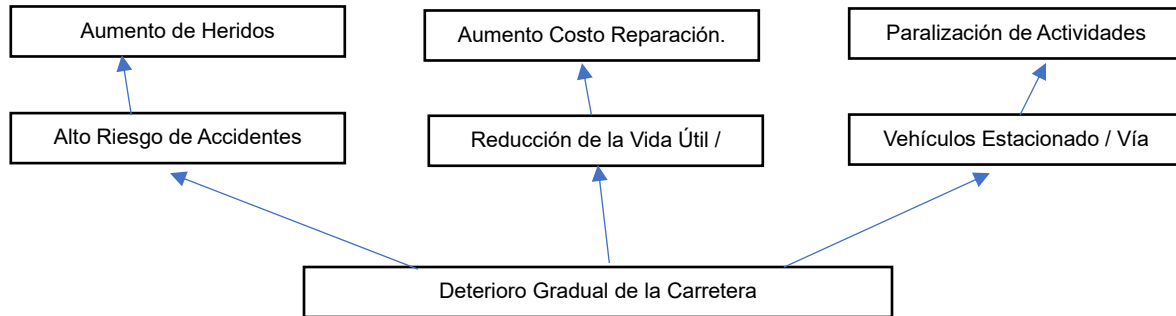
Figura 12. ¿Qué expectativas tiene respecto al tiempo de duración de la rehabilitación de la carretera?



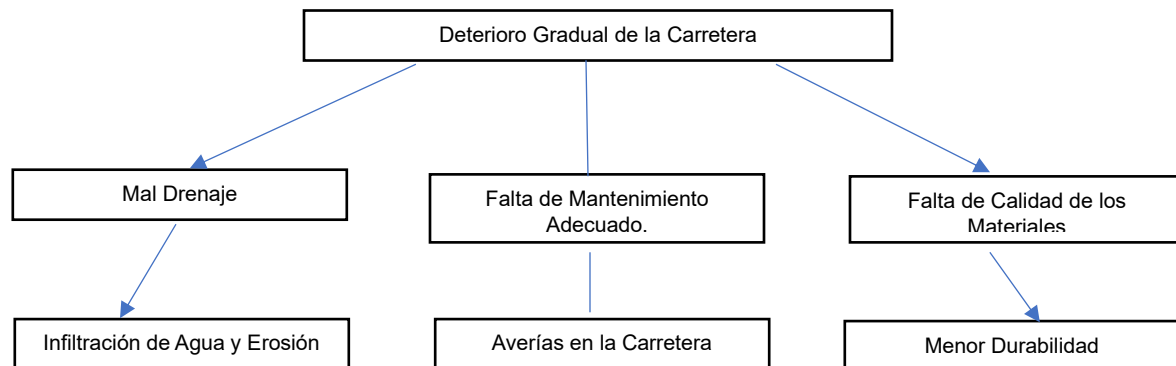
Fuente: Elaboración Propia.

2._ Árboles de; Causas, Efectos, Problemas, y Objetivos:

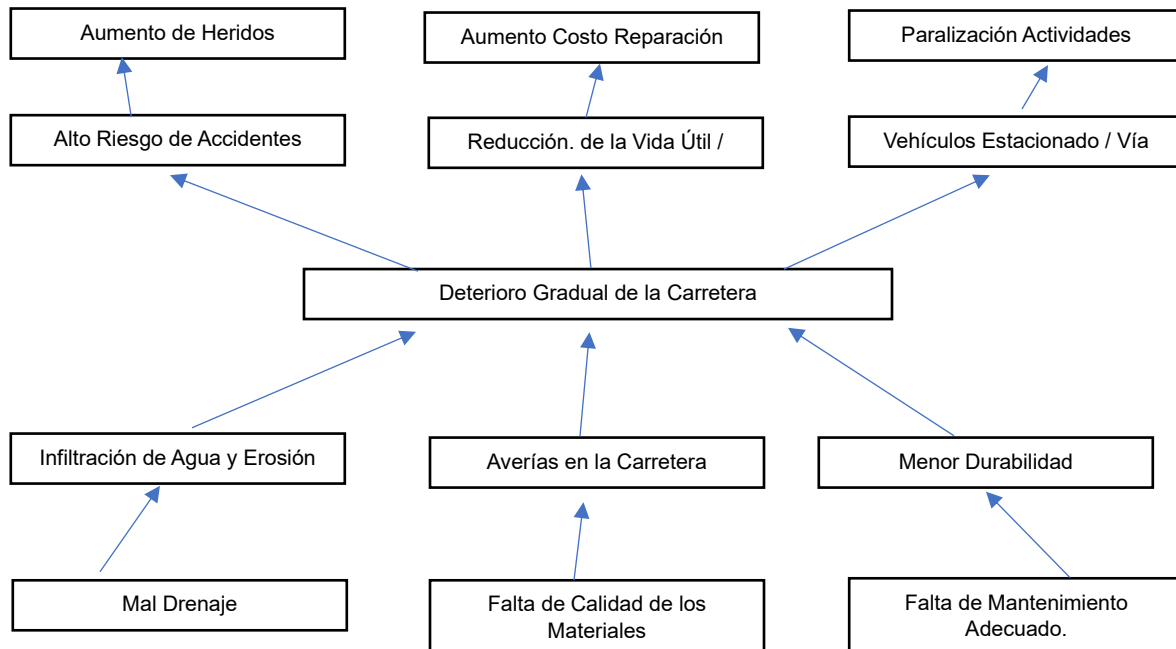
2.1. Árbol de Efectos:



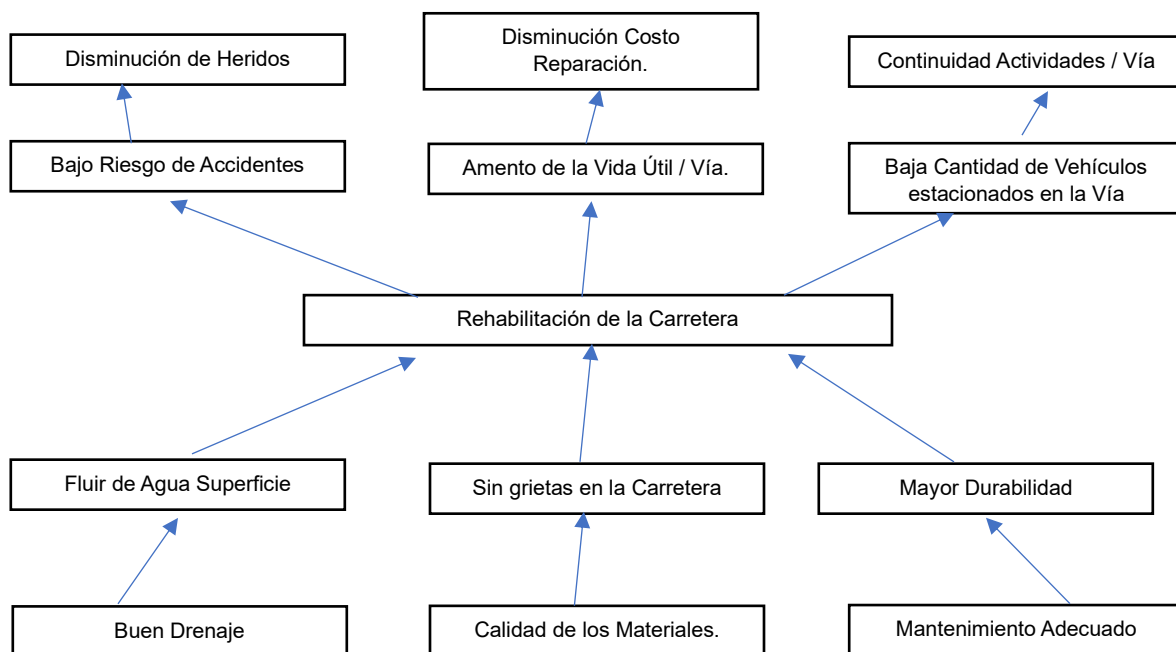
2.2. Árbol de Causa:



Árbol de Problemas:



Árbol de Objetivos:



CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE SOLUCIÓN:

El mantenimiento vial requiere de la implementación de una superficie de rodadura de concreto hidráulico MR-42 de 15 centímetros de espesor y una base de mezcla de material mixto de hormigón y material selecto de 0.20 metros. Esta solución técnica asegura una mayor durabilidad, capacidad de carga y resistencia frente a factores climáticos y operacionales exigentes.

La relevancia de este proyecto radica en su capacidad de generar beneficios tangibles y medibles para la población y el sector productivo. Entre los principales logros esperados se destacan:

- Reducción de los tiempos de viaje para usuarios y transportistas, mejorando la eficiencia en el desplazamiento de personas y mercancías.
- Disminución de los costos de operación y mantenimiento de vehículos, debido a mejores condiciones de la vía.
- Reducción de costos logísticos asociados al transporte de productos agrícolas, actividad principal en la zona, lo que incrementa la competitividad de los pequeños y medianos productores.
- Mejora en el acceso a servicios esenciales (salud, educación, comercio), lo que contribuye directamente al bienestar de las comunidades.
- Minimización de intervenciones de emergencia por daños recurrentes, gracias a la resistencia del diseño estructural propuesto.
- Impulso al desarrollo económico local, al facilitar el transporte continuo y seguro de bienes y personas.

Asimismo, el diseño estructural propuesto no solo resuelve los desafíos operativos actuales, sino que también es una solución más resistente a fenómenos climáticos adversos, lo cual prolonga la vida útil de la carretera y reduce significativamente la frecuencia de rehabilitaciones costosas.

Se propone realizar la carpeta con Concreto Hidráulico debido a que presenta una alta resistencia a la deformación y a la humedad, con un buen comportamiento ante cargas repetitivas y posee una vida útil de entre 20 – 25 años, con el beneficio de tener menos mantenimientos rutinarios que en comparación con otras alternativas, las cuales son:

Pavimento Asfáltico: Si bien su costo inicial es menor, su mantenimiento es más frecuente, tiene una vida útil entre 5 a 8 años y posee una alta vulnerabilidad al agua y a la deformación ante climas templados.

Pavimento de Adoquín tipo tráfico: Su costo inicial es menor en comparación al Concreto Hidráulico, pero su mantenimiento es más frecuente que este, su capacidad de soportar cargas pesadas continuas es menor y posee un mayor riesgo de deformaciones y formaciones de baches como en el caso del Pavimento Asfáltico.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES:

- 1._ El mantenimiento vial adecuado garantiza la seguridad de los usuarios, la fluidez del tráfico y reduce los costos y tiempos de transporte.
- 2._ El mantenimiento vial seguro y eficiente ofrece una infraestructura que fortalece la economía regional al fomentar el comercio y crear confianza en los usuarios del sistema.
- 3._ Un mantenimiento vial reduce las vulnerabilidades y los riesgos en zonas expuestas a peligros naturales.
- 4._ El mantenimiento vial garantiza la continuidad, ya que el estado de la carretera está afectado por el uso y las condiciones climáticas.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES:

- 1._ Capacitar y entrenar constantemente al personal en gestión de riesgos y mantenimiento vial.
- 2._ Establecer un sistema preciso y coherentes de monitoreo de la ejecución del mantenimiento vial.
- 3._ Tomar en cuenta el estudio del impacto ambiental durante la ejecución de las obras.
- 4._ Fomentar el uso de tecnología para mejorar la seguridad y la eficiencia del mantenimiento vial.
- 5._ Mantener in situ planos y registros para la buena ejecución de la obra.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS:

- 1._ Red Vial de Nicaragua: Optimización y Mantenimiento (W. Martínez D): Doctorado en Ciencias Económicas, FCES-LUZ, Venezuela y UNAN – Managua, Nicaragua, 12, noviembre, 2012.
- 2._ Estudio Centroamericano de Transporte (ECAT), SIECA, 2001.
- 3._ (AASHTO), A.A. (2011). Manual de Diseño de Pavimentos.
- 4._ CEPAL (2011). Panorama Social de América Latina.
- 5._ Fontaine F. R. (2008). Evaluación Social de Pavimentos, Decimotercera Edición.
- 6._ Ortúzar, J. D. (2011). Modelling Transport, 4TH ed.
- 7._ NTON 12 009 – 19.
- 8._ Zapata, M. (2016). Análisis y Gestión de Proyectos de Infraestructura.
- 9._ SIECA (2004).
- 10._ Principles of Proeject Finance (yescombe, 2014).

CAPÍTULO X: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

1._ Presupuesto:

1.1._ Presupuesto de Gasto:

Tabla 4. Presupuesto de Gasto (córdobas):

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PRIMERA FASE					
Desarrollo e Informe final de Tesis					
1	Internet	Mes	8	C\$555.00	C\$4,440.00
2	Impresiones varias B/N	Página	450	C\$5.00	C\$2,250.00
3	Impresiones varias a color	Página	100	C\$15.00	C\$1,500.00
4	Alquiler de vehículo para Visita in situ	Días	2	C\$4,440.00	C\$8,880.00
5	Combustibles Visitas In situ	Gln	40	C\$187.36	C\$7,494.30
6	Herramientas menores en sitio	Glb	1	C\$2,000.00	C\$2,000.00

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
7	Viáticos alimenticios	Dias	2	C\$1,120.00	C\$2,240.00
8	Impresión del Primer Borrador	Unidad	3	C\$800.00	C\$2,400.00
9	Encolchado	Unidad	6	C\$60.00	C\$360.00
10	Presentación de informe final	Unidad	3	C\$800.00	C\$2,400.00
11	Honorarios del tutor	Glb	1	C\$18,500.00	C\$18,500.00
12	Imprevistos	Glb	1	C\$1,000.00	C\$1,000.00
13	Memoria USB	und	1	C\$250.00	C\$251.00
INVERSION FINAL					
Total					C\$58,715.30

Fuente: Elaboración Propia.

1.2._ Cronograma:

Figura 13. Cronograma de Ejecución de Actividades Mayo – noviembre de 2025:

MES	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre							
Periodo	2025																															
ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Revisión técnica de propuesta de protocolo																																
Presentar a DEPEC Propuesta de Protocolo de Tesis																																
Respuesta DEPEC al protocolo de tesis																																
Correcciones de la propuesta y remisión del documento																																
Desarrollo de la tesis con asistencia de tutor																																
1er Informe de Avance																																
Recolección de datos																																
Visita insitu																																
Construcción de base de datos																																
Validación de datos																																
Preparación de Resultados																																
2do Informe de Avance																																
Realización de correcciones																																
3er Informe de Avance																																
Realización de correcciones																																
4to Informe de Avance																																
Realización de correcciones																																
Revisión de Tutor al avance de Tesis presentado																																
Entrega de Documento final con visto bueno del tutor																																

Fuente: Elaboración Propias.

CAPÍTULO XI: ANEXO

1._ Instrumentos de Recolección de Datos:

1.1._ Doscientas Cincuenta (250) Encuestas Cerradas (Muestra Poblacional)

I. Condiciones Actuales de la Carretera:

1._ ¿Con qué frecuencia viaja por esta carretera?

220	Diariamente
20	Semanalmente
5	Mensualmente
5	N/R

2._ En una escala del 1 al 5, ¿Cómo calificaría el estado actual de la carretera?

220	Muy Mala
20	Un Poco Mala
0	Regular
0	Excelente
10	N/R

3._ ¿Considera que las condiciones actuales de la carretera afectan su seguridad al viajar?

230	Si
20	No

4._ ¿Qué tipo de problemas de seguridad ha experimentado en la carretera? Marque todas las situaciones que le dificultan.

220	Baches o grietas.
220	Señalizaciones deficientes
0	Iluminación insuficiente
220	Congestión de tráfico

N/R

5._ ¿Cuánto tiempo promedio le toma recorrer los 6 km de la carretera dañada?

Menos de 10 min.

Entre 10 – 20 min.

Mas de 29 min.

II. Impacto y Necesidades:

6._ ¿Ha experimentado daños en su vehículo debido al mal estado de la carretera?

Sí.

No.

7._ ¿Cómo cree que la rehabilitación de esta carretera impacta su vida diaria?

Muy positivamente.

Positivamente.

Neutral.

Negativamente

Muy Negativamente.

8._ ¿Qué aspectos considera más importante para mejorar en la rehabilitación de la carretera? Marque todas las opciones que aplican.

Mejorar la pavimentación.

Mejorar las señalizaciones.

Ampliar los carriles de circulación.

Mejorar el drenaje.

N/R

III. Satisfacción y Expectativas:

9._ En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificaría la calidad general de la infraestructura vial en esta área?

220	Muy Mala
20	Mala
10	Regular
0	Buena
	Muy Buena

10._ ¿Está usted dispuesto a aceptar ciertos inconvenientes de tiempo (por ejemplo, cierres temporales, desvíos) durante el proceso de rehabilitación de la carretera?

225	Si.
25	No.
10	N/R

11._ ¿Qué expectativas tiene respecto al tiempo de finalización de la rehabilitación de la carretera?

220	Menos de 6 meses.
30	1 Año.
	Mas de 1 Año.

12._ ¿Desea hacer algún comentario adicional sobre el proyecto de rehabilitación de la carretera?

(Pregunta abierta)

1.2._ Dos (2) Entrevista Realizadas a Representantes de las Alcaldías de San Francisco de Cuapa y Juigalpa.

2._ Reporte de Validación de los Instrumentos de Recolección de Datos:

2.1._ Enfoque y Objetivo de los Instrumentos:

Los instrumentos de recolección de los datos fueron revisados por un especialista que recomendó definir con claridad el objetivo de los instrumentos (encuesta y entrevista),

2.2._ Sugerencias Claves:

Replicar el estilo de entrevista semiestructurada dirigida a los representantes de las dos (2) de las alcaldías (Cuapa y Juigalpa).

2.3._ Selección de la Muestra:

2.3.1._ Formato y Redacción de Preguntas:

El especialista enfatizó la importancia de formular preguntas basadas en efectos comprobables y medibles, para determinar resultados reales.

2.3.2._ Sugerencias Específicas:

Evitar preguntas que permitan respuestas vagas o poco sustentadas.

2.4._ Observaciones Finales:

Las encuestas cerradas (muestra poblacional) en su mayoría fueron respondidas por conductores usuarios de la carretera in situ (trabajo de campo).

Managua, noviembre de 2025.

3._ Flujo de caja:

Año	Inversión Inicial (C\$)	Beneficios Anuales (C\$)	Costos Operativos (C\$)	Flujo Neto (C\$)
0	-60575288.1	0	0	-60575288.1
1	0	7000000	2000000	5000000
2	0	7000000	2000000	5000000
3	0	7000000	2000000	5000000
4	0	7000000	2000000	5000000
5	0	7000000	2000000	5000000
6	0	7000000	2000000	5000000
7	0	7000000	2000000	5000000
8	0	7000000	2000000	5000000

Año	Inversión Inicial (C\$)	Beneficios Anuales (C\$)	Costos Operativos (C\$)	Flujo Neto (C\$)
9	0	7000000	2000000	5000000
10	0	7000000	2000000	5000000
11	0	7000000	2000000	5000000
12	0	7000000	2000000	5000000
13	0	7000000	2000000	5000000
14	0	7000000	2000000	5000000
15	0	7000000	2000000	5000000
16	0	7000000	2000000	5000000
17	0	7000000	2000000	5000000
18	0	7000000	2000000	5000000
19	0	7000000	2000000	5000000
20	0	7000000	2000000	5000000