Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE PROYECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR ENTRE LA COMARCA EL POCHOTE Y EL MUNICIPIO DE MASATEPE, EN EL DEPARTAMENTO DE MASAYA. 2024.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Agustín Alonso Núñez Fonseca
Carnet: 2019-0569U

Tutor:

MSc. Ing. Silvia Isabel Lindo O´connors

Junio de 2026
Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Primeramente, dedico este trabajo monográfico a nuestro padre Dios todo poderoso por darme las fuerzas y sabiduría al haberme acompañado en este proceso duro y arduo por el cual pasé en los meses en el que se desarrolló este documento para optar al título de Ingeniero Civil.

Para mi familia, padres Francisco Núñez y Sara Fonseca, mi abuela Angela María Torrez que en paz descanse y mi hermana Belky Núñez, quienes me apoyaron a lo largo de mis años de formación e hicieron muchos sacrificios para poder cumplir de la mejor manera con mis estudios.

A mis docentes que desempeñaron un papel importante al transmitirme no solamente conocimientos académicos necesarios, sino por ir más allá y transmitir su humanidad, valores y principios que han sido de gran valor en mi vida.

A todos ustedes les dedico este trabajo y les agradezco por su confianza depositada en mi a lo largo de todos estos años y ser un pilar fundamental en mi formación como profesional y ser humano.

Agustín Alonso Núñez Fonseca.

Agradecimiento

Primeramente, quiero darle gracias a Dios por haberme dado todos los momentos vividos hasta el día de hoy, por haberme dado salud, entendimiento y fortaleza para seguir adelante ante toda adversidad, le agradezco enormemente de corazón por ayudarme a cumplir esta meta que siempre he anhelado y siempre guiarme hacia el mejor camino.

Quiero agradecer a mi tutora la Ingeniera Silvia Lindo Oconors que me brindó su atención a lo largo de esta monografía, por compartirme sus conocimientos y guiarme de la mejor manera para desempeñar este trabajo y siempre destacarse como docente a lo largo de mi carrera.

Quiero agradecer al Msc.Ingeniero Germán Bravo, Gerente General de la empresa PROCAD.SA por haberme apoyado brindándome información y material de estudio importante implementada en esta monografía

Agradezco a todos los docentes y todas las personas que compartieron a lo largo de este camino de formación y dejaron en mi enseñanzas, lecciones y experiencias que enriquecieron mi vida.

Al alma mater que me acogió en sus instalaciones como mi segundo hogar y me permitió estudiar con comodidad y prepararme como un profesional.

Gracias a mi familia y seres querido que me alentaron en todo momento y me dieron apoyo de todas las formas posible para que pudiera seguir adelante, gracias a todos por ser especiales en mi vida.

Agustín Alonso Núñez Fonseca.

Índice

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL ESTUDIO 1
1.2. Introducción 1
1.3. Antecedentes 2
1.4. Justificación 3
1.5. Objetivos 4
1.5.1. Objetivo general. 4
1.5.2. Objetivos específicos. 4
1.6. Marco teórico 5
1.6.1. Proyecto 5
1.6.2. Formulación y evaluación de proyectos 5
1.6.3. Estudio a nivel de prefactibilidad 5
1.6.4. Puente vehicular 6
1.6.5. Estudio de mercado 7
1.6.5.1. Estudio de la demanda 7
1.6.5.2. Estudio de la oferta 8
1.6.6. Diagnóstico de área de influencia 8
1.6.7. Análisis de los involucrados 9
1.6.8. Beneficiarios del proyecto 9
1.6.9. Tránsito 9
1.6.10. Volumen de tránsito 10
1.6.11. Aforo vehicular (conteo) 10
1.6.12. Estudio técnico del proyecto 10
1.6.12.1. Localización del proyecto 11
1.6.12.2. Tamaño del proyecto 11
1.6.12.3. Estudios Topográficos 11
1.6.12.4. Estudio de suelo 12
1.6.12.5. Estudio Hidrológico 12
1.6.12.6. Estudio Hidráulico 13
1.6.12.7. Estudio económico 13
1.6.13. Estructura administrativa del proyecto 14

1.6.14. Evaluación económica 14
1.7. Marco Metodológico 15
1.7.1. Tipo de investigación 15
1.7.2. Diagnóstico del área de influencia del proyecto, por medio de análisis de oferta y demanda. 16
1.7.3. Estudio de la demanda social 16
1.7.4. Determinación de la muestra 17
1.7.5. Estudio de demanda vehicular 18
1.7.6. Determinación de la proyección del tránsito. 18
1.7.7. Estudio técnico del proyecto para determinar la ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto. 19
1.7.8. Localización del estudio 20
1.7.9. Criterios de diseño del puente 20
1.7.10. Estudio topográfico 21
1.7.11. Estudio hidrológico 22
1.7.12. Estudio hidráulico 23
1.7.13. Estudio de suelo 23
1.7.14. Estudio económico 24
1.7.15. Evaluación de la factibilidad de proyecto mediante un estudio socioeconómico. 24
1.7.16. Metodología de la evaluación económica. 25
1.7.17. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) 26
1.7.18. Valor Actual Neto Económico (VANE) 27
1.7.19. Relación Beneficio/Costo 29
II. CAPITULO. DIAGNOSTICO DE ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 30
2.1. Estudio de mercado 30
2.1.1. Caracterización del mercado 30
2.1.2. Descripción de la población objetivo 31
2.1.3. Definición del bien o servicio 31
2.1.4. Análisis de la demanda 32
2.1.4.1. Estudio de la demanda social 32
2.2. Análisis de la demanda social mediante muestreo y encuestas 35
2.2.1.1. Estudio de la demanda vehicular Actual 44

2.2.1.2. Análisis del comportamiento del trafico 44
2.2.2. Demanda Futura 48
2.3. Análisis de oferta 53
2.3.1. Oferta Actual 53
2.3.2. Optimización de la oferta. 54
III. CAPITULO. ESTUDIO TÉCNICO 55
3.1. Localización óptima. 55
3.1.1. Macro localización 56
3.1.2. Micro localización 56
3.1.3. Tamaño Óptimo 57
3.2. Desarrollo de estudios técnicos del proyecto para determinar la ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto. 57
3.2.1. Criterios de diseño del puente 57
3.3. Estudio topográfico 60
3.3.1. Distribución espacial del proyecto 60
3.4. Estudio hidrológico 62
3.5. Estudio hidráulico 67
3.6. Estudio de suelos 67
3.6.1. Estrategia constructiva 73
3.6.2. Selección del personal 78
3.6.3. Balance de Personal 79
3.6.4. Balance de Obras Físicas. 80
3.6.5. Aspectos Legales 81
3.6.6. Aspectos Organizacionales. 84
IV. CAPITULO. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL PROYECTO: ASPECTOS FINANCIEROS Y SOCIOECONÓMICOS 86
4.1. Inversión de activos fijos 86
4.2. Inversión inicial en activos diferidos 87
4.3. Ingresos/Beneficios 87
4.4. Costos Fijos 87
4.5. Financiamiento 88
4.6. Inversión total 88
4.7. Costos de operación 88

4.7.1. Costos de mantenimiento 88
4.8. Estudio financiero del proyecto 90
4.8.1. Presupuesto de inversión y flujo de costos financieros 91
4.9. Beneficios del proyecto 92
4.9.1. Ahorro por costos de operación de los vehículos 92
4.9.2. Aumento del valor de las viviendas 98
4.9.3. Beneficios Totales 100
4.10. Determinación de los precios sociales 101
4.10.1. Transformación a precios sociales 102
4.11. Flujo de caja a precios sociales 104
4.12. Evaluación económica del proyecto 105
V. CAPITULO. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 107
5.1. Conclusiones 107
5.2. Recomendaciones 108
VI. Referencias 109
VII. Anexos 111

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de decisión (TIRE) 27
Tabla 2.Criterios de selección (VANE) 28
Tabla 3.Criterios de selección (B/C) 29
Tabla 4. Conteo vehicular cruce de cauce natural Masatepe-El Pochote 44
Tabla 5. Tabla resumen tránsito promedio diario 46
Tabla 6. Tasa promedio de crecimiento vehicular para la estación San Marcos – Masatepe 47
Tabla 7. Tabla resumen de Tránsito Promedio Anual (TPDA) del tramo El Pochote - Masatepe. 47
Tabla 8. Proyecciones de población del periodo del año 2005 al año 2020 INIDE 2008. 49
Tabla 9. Producto Interno Bruto en Nicaragua 50
Tabla 10. Tabla resumen de tasas de crecimiento 51
Tabla 11. Uso actual del suelo Municipio de Masatepe 70
Tabla 12.Planilla Salarial para el proyecto 79
Tabla 13. Tabla de obras Físicas de las etapas del proyecto. 80
Tabla 14. Inversión Activos fijos 86
Tabla 15. Inversión en activos diferidos 87
Tabla 16. Inversión total 88
Tabla 17. Costos de mantenimiento 89
Tabla 18.Flujo financiero del proyecto 90
Tabla 19. Flujo de caja de beneficios de Costos de Operación Vehicular COV 97
Tabla 20. Plusvalía de viviendas 99
Tabla 21. Flujo de beneficios totales del proyecto 100
Tabla 22. Factores de conversión 101
Tabla 23. Inversión fija a precios sociales 102
Tabla 24. Inversión diferida a precios sociales 102
Tabla 25. Inversión total a precios sociales 103
Tabla 26. Costos de mantenimiento a precios sociales 103
Tabla 27. Flujo de caja a precios sociales 104
Tabla 28. Cálculo de indicadores económicos del proyecto 105

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula general para establecer el tamaño de la muestra (Pickers, 2015): 17
Ecuación 2. cálculo de las proyecciones de tránsito (Montejos, 2002) 18
Ecuación 3. Ecuación racional para determinar caudal máximo de diseño. ((IMTA)., 1998) 22
Ecuación 4. Fórmula para el cálculo de TIRE (taza interna de retorno)..... 26
Ecuación 5. Fórmula para el cálculo de VANE (Valor Actual Neto Económico) 28
Ecuación 6.Fórmula para el cálculo de la relación costo beneficio 29
Ecuación 7. Proyección del TPDA 53

Índice de figuras

Figura 1.Gráfica de géneros. 37
Figura 2.Gráfica de edades. 38
Figura 3. Gráfica de nivel educativo. 38
Figura 4.Gráfica de ocupación. 39
Figura 5.Gráfica de años en la comunidad. 39
Figura 6. Gráfica de la necesidad del proyecto. 40
Figura 7. Gráfica de benéfico del puente. 41
Figura 8. Gráfica de medios de transporte. 41
Figura 9. Gráfica de dificultades en época de lluvias. 42
Figura 10. Gráfica impacto económico positivo. 42
Figura 11. Gráfica de apoyo al proyecto. 43
Figura 12. Gráfica de tipos de vehículos. 45
Figura 13. Tasa de crecimiento vehicular del tramo El Pochote - Masatepe 47
Figura 14.Ubicación del departamento de Masaya en el territorio nacional. 56
Figura 15.Mapa de la ubicación del puente el pochote. 56
Figura 16. Representación gráfica del punto de cruce. 59
Figura 17. Sección Longitudinal del puente “El Pochote” 61
Figura 18. Vista en planta del puente “El Pochote” 61
Figura 19. Sección Transversal del puente “El Pochote” 62
Figura 20. Red de drenaje de la subcuenca del Lago de Masaya. 63
Figura 21. Mapa de pendientes de la subcuenca del lago de Masaya.**¡Error! Marcador no definido.**
Figura 21. Mapa de pendientes de la subcuenca del lago de Masaya. 64
Figura 22. Uso de Suelo de Masatepe 71
Figura 23. Composición del personal de trabajo de la obra 78
Figura 24. Organigrama de estructura de la unidad ejecutora 84
Figura 25. Rutas El Pochote-Masatepe 94

CAPITULO I. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.2. Introducción

Los puentes vehiculares son una de las estructuras civiles más importantes para el desarrollo de un país, ya que este permite conectar regiones que de otra manera estarían aisladas lo que facilita el transporte de bienes y personas, estos pueden ahorrar tiempo y reducir los costos de transporte al evitar rutas más largas y complicadas lo que a su vez proporciona una alternativa más segura para el tráfico vehicular al evitar intersecciones peligrosas y reducir el riesgo de accidentes. Todo esto sumado permite que suceda un impulso al desarrollo económico al permitir un mayor acceso a las regiones y facilitar el transporte de bienes y servicios lo que da como resultado una mejora en la calidad de vida de las personas (Glickman, 2009) .

El desarrollo que aporta la construcción de un puente vehicular es clave para la solución de muchas problemáticas que pueden surgir en una población, problemáticas tales como las que afectan a los habitantes de la comarca El Pochote y el municipio de Masatepe, en el departamento de Masaya.

La problemática identificada en esta zona surge ante la ausencia de un puente vehicular y al mal estado de un puente peatonal existente que atraviesa un cauce natural que intercepta con el único camino que conecta estas comunidades, este cauce en temporada de invierno presenta una crecida en su caudal que limita completamente el paso, a consecuencia de esto se presentan distintas afectaciones en esta población al no poder realizar el cruce en este cauce y verse forzados a vivir situaciones precarias al no poder realizar sus actividades cotidianas con normalidad y también al no poder contar con el abastecimiento de bienes y servicios

Por lo cual, el principal enfoque de esta investigación monográfica es la evaluación del proyecto de la construcción de un puente vehicular en esta zona, siendo ésta una necesidad muy importante para los pobladores.

1.3. Antecedentes

Masatepe, también conocida como la Tierra de venados es un municipio del departamento de Masaya en la República de Nicaragua. Junto a los municipios de Catarina, Nandasmo, Niquinohomo, San Juan de Oriente, Diriá y Diriomo conforman la Ruta de la Meseta de los Pueblos. Tiene una superficie de 59.40 km^2 y es un municipio de Masaya donde más se mueve la economía. Actualmente en el lugar de estudio se encuentra un puente peatonal que cruza el cauce natural, este puente se encuentra en malas condiciones y fue construido hace más de 15 años por la alcaldía de Masatepe, en las cercanías de este puente existen viviendas ya acentuadas por 4 décadas, debido a esto Masatepe ha tenido un gran desarrollo en los últimos años convirtiéndolo en el foco de estudios en los cuales podemos denotar los siguientes (Soriano, 1965).

En el año 2013 Rogelio Trinidad Jarquín García y Reynerio Roberto Carballo Barquero hicieron una propuesta del Anteproyecto; Complejo Habitacional de uso vertical para la ciudad de Masatepe, departamento de Masaya en dónde se planteó el desarrollo de nuevas urbanizaciones para una mejor planificación urbana municipal firme y como una opción de crecimiento urbano del municipio (Jarquín, 2013).

En el año 2017 Elías David Álvarez Blanco y Elyin José Carballo Bello realizaron un estudio a nivel de perfil de la construcción del mercado municipal de Masatepe, departamento de Masaya. En el cual efectuaron un estudio de mercado, estableciendo la demanda y el análisis de la oferta del proyecto, mediante una evaluación de campo (Alvares, 2017).

1.4. Justificación

El departamento de Masaya ha venido creciendo de forma acelerada por lo que la demanda de nuevos servicios, equipamientos y conexiones entre sus municipios y pueblos está siendo necesaria para consolidar nuevos espacios urbanos, para lo cual se debe tomar en cuenta las condiciones actuales que presenta el entorno como lo es el municipio de Masatepe y la comarca El Pochote, por lo antes expuesto se han llevado a cabo proyectos de mejoramiento en distintos barrios y municipios integrales en la zona y para seguir contribuyendo al desarrollo del sector, surge la necesidad de la construcción de un puente vehicular en esta zona del municipio de Masatepe y la comarca El Pochote.

El mejoramiento de esta vía es de gran importancia socio-económico puesto que en la zona hay influencia de actividad vehicular ya que los pobladores de la comarca El Pochote disponen de los bienes y servicios que les ofrece el municipio de Masatepe, servicios como son la salud, trabajo, educación y alimentación, sin embargo, debido al invierno quedan incomunicados y exentos de estos servicios al no poder cruzar la crecida del caudal del río a falta de un puente vehicular, tomando en cuenta la situación actual en esta zona también la población ha demandado en reiteradas ocasiones la construcción de un puente vehicular que les permita el paso de personas y vehículos de forma segura y así no poner en riesgo la integridad física de los pobladores al intentar cruzar la crecida del río de manera imprudente, en esta zona para cruzar solo se cuenta con un puente peatonal que se encuentra en muy malas condiciones y no está en función actualmente.

Con la construcción de este puente se beneficiaría enormemente a los habitantes de esta zona ya que tendrán un acceso seguro para movilizarse entre el municipio de Masatepe y la comarca El Pochote, a los transportistas que prestan sus servicios de caponeras y acarreo, así como también a los distribuidores de los productos básicos y comercio, todos estos beneficios mencionados mejorarían enormemente la calidad de vida de estas personas y proporcionaría un gran desarrollo urbano que requiere esta zona.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general.

- Realizar un estudio de prefactibilidad del proyecto de la construcción de un puente vehicular entre la comarca El Pochote y el municipio de Masatepe, departamento de Masaya.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Elaborar un diagnóstico del área de influencia del proyecto, por medio de análisis de oferta y demanda.

- Desarrollar un estudio técnico del proyecto para determinar la ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto.

- Evaluar la factibilidad de proyecto mediante un estudio socioeconómico.

1.6. Marco teórico

1.6.1. Proyecto

Un proyecto es en esencia una manera organizada de llevar a cabo acciones que se relacionan con el propósito mayor de crear bienes o brindar algún servicio que proporcionen una respuesta a problemas concretos o necesidades, todo esto dentro de un límite de presupuesto y un límite de tiempo determinado. (Zambrano, 2005)

1.6.2. Formulación y evaluación de proyectos

La formulación y evaluación de proyectos se denomina como el proceso inicial que se centra en diseñar de una forma detallada la estructura que conlleva un proyecto. Este proceso involucra la identificación de un problema o necesidad y permite definir objetivos claros, por medio de una planificación de actividades, recursos, tiempos y costos.

Este proceso busca asegurarse de que la propuesta sea viable y cuente con una planificación adecuada antes de avanzar a la etapa de ejecución es en este proceso donde se analizan diferentes factores técnicos, económicos y sociales con el fin de estructurar el proyecto de la mejor manera posible. (Castillo, 2016)

1.6.3. Estudio a nivel de prefactibilidad

El estudio de prefactibilidad es una etapa clave para el desarrollo de cualquier proyecto, ya que este nos permite obtener una información fundamental para identificar y al mismo tiempo comparar diferentes alternativas a la solución de un problema. Esta fase busca profundizar por medio de la investigación tanto en fuentes primarias como en secundarias, este estudio está relacionado especialmente con el análisis de mercado.

En este estudio también se define las herramientas que se utilizarán, los costos totales del proyecto y también se calcula la rentabilidad económica del mismo.

Esta información es el fundamento que utilizan los inversionistas para que estos puedan evaluar si vale la pena continuar con el proyecto. Este análisis incluye múltiples variables y aspectos centrales de la idea original. Si los resultados reflejados en este estudio son positivos y se demuestra que su ejecución es viable, la propuesta evoluciona y se convierte en un proyecto formal, listo para ser evaluado en la siguiente etapa llamada estudio de factibilidad.

En este estudio de factibilidad se profundiza aún más el análisis de la alternativa seleccionada y si esta evaluación final confirma que el proyecto viable en el aspecto técnico, económico y operativo, se recomienda avanzar hacia la etapa de ejecución. (Zambrano, 2005)

1.6.4. Puente vehicular

Un puente vehicular es una estructura diseñada que permite superar obstáculos ya sean de carácter natural o artificial tales como ríos, cañones, quebradas, humedales o vías férreas. La función principal de esta estructura es facilitar el tránsito y a su vez agilizar la movilidad mejorando la circulación en zonas donde la demanda vehicular es muy alta.

Cada puente varía en su diseño y propósito específico en dependencia de las condiciones del terreno dónde se construye, en términos de estructura un puente está compuesto por varios elementos fundamentales los cuales pueden ser, estribos que funcionan como soportes ubicados a los extremos, las pilas que tienen la función de ser apoyos intermedios, y los cimientos que es la conformación de la base de toda la estructura. (Escobar, 2022)

1.6.5. Estudio de mercado

El estudio de mercado es un proceso sistemático que permite recolectar, analizar e interpretar información de relevancia del mercado en donde se pretende operar, todo esto con el objetivo de conocer más a fondo las características, necesidades, preferencias y comportamientos de los consumidores.

El estudio de mercado también nos permite conocer mejor la competencia y la tendencia del sector de manera que nos ayuda a tomar mejores decisiones proporcionándonos herramientas para determinar la viabilidad de un producto, servicio o proyecto. Esto se logra a través de una evaluación tanto de la oferta como de la demanda en un mercado determinado.

En el contexto de la construcción el estudio de mercado es de suma importancia ya que este nos proporciona una información crucial que nos permite una mejor evaluación de los costos de la obra, las tendencias tecnológicas y análisis de factores involucrados de los posibles beneficiarios del proyecto. Esto nos permite realizar un análisis más acertado de las oportunidades y riesgos que estén asociados con los proyectos de infraestructura, asegurando que las propuestas sean rentables y eficientes. (Chain, 2004)

1.6.5.1. Estudio de la demanda

El objetivo de este estudio es conocer la cantidad de demanda en el momento del análisis y de esta manera proyectarlo a lo largo del proyecto, esto implica cuantificar la cantidad de productos o servicios que el proyecto pretende cubrir, todo esto en conjunto con la oferta existente para así satisfacer la demanda de la comunidad.

En este diagnóstico se debe detallar con claridad cuáles son las carencias actuales y como estas afectan a la población objetivo, es esencial que en este análisis se plasme tanto la situación presente como las proyecciones futuras y para ello es vital el contacto

directo con las personas afectadas ya que esto permite entender mejor y dar prioridad a los problemas puntuales que afectan a la población. (Acevedo, 2017).

1.6.5.2. Estudio de la oferta

La oferta es en esencia la respuesta que ofrecen los productores y comerciantes a las necesidades expuestas en el mercado, esto se refiere a la cantidad de productos, bienes y servicios con las que cuentan los consumidores en un momento determinado y bajo unas condiciones específicas. Estos son factores característicos que pueden incluir el precio, costos de producción, tecnologías o herramientas utilizadas, políticas gubernamentales y las expectativas que se tiene sobre el futuro. En este contexto la oferta no es sólo una cuantificación de los bienes y servicios que se ofrecen, la oferta es un reflejo de la capacidad de producción y recursos con la que se dispone para responder a la demanda presente y futura. (Acevedo, 2017)

.

1.6.6. Diagnóstico de área de influencia

El área de influencia del proyecto se define como el espacio geográfico que incluye todos los factores ambientales que puedan sufrir cambios en un ámbito cualitativo y/o cuantitativo en lo que corresponde a sus atributos, debido a las acciones realizadas en las distintas actividades en la etapa de ejecución de un proyecto. (Zambrano, 2005)

1.6.7. Análisis de los involucrados

Este es un análisis donde se identifican cuáles son los actores clave, estos actores clave se refiere a la población que está siendo directamente afectada por una problemática, estos involucrados son los protagonistas a los cuales se les quiere brindar un beneficio, mejoras y otros servicios que influyan en el desarrollo de la comunidad, ciudad, país, etc.

El análisis de involucrados también se refiere a todas aquellas autoridades que tienen interés, influencia y/o responsabilidad de asegurar el bienestar de la población bajo la jurisdicción correspondiente. (Gadea, 2017)

1.6.8. Beneficiarios del proyecto

Este apartado comprende a todos aquellos municipios, comunidades, comarcas, barrios y toda población identificada que se encuentren en el área de influencia del proyecto, esta población a la que se le quiere aportar un beneficio corresponde a todos aquellos afectados directamente o indirectamente por la problemática establecida o que se pueda estar desarrollando en la zona. (Zambrano, 2005)

1.6.9. Tránsito

Se le denomina tránsito al movimiento de vehículos y personas a lo largo de caminos y vías, el tránsito es una parte fundamental de la vida cotidiana de cualquier comunidad ya que este no se trata solo de autos y motos circulando, sino de como las personas de desplazan para realizar sus actividades, ya sea trabajo, estudio, compras o diligencias personales.

El tránsito también es un indicador del desarrollo de una población y nos permite identificar necesidades de conectividad en zonas específicas. ((MTI)., 2023)

1.6.10. Volumen de tránsito

El volumen de tránsito se refiere a la cantidad de vehículos que circulan por una vía, camino o tramo de carretera durante un periodo de tiempo determinado, este es un dato fundamental que nos permite comprender de una mejor manera el comportamiento del transporte en una zona específica.

La recopilación de estos datos de tránsito puede realizarse por medio de un aforo vehicular y así obtener un volumen de tránsito que pueda medirse por hora, por día o incluso por año. ((MTI)., 2023)

1.6.11. Aforo vehicular (conteo)

El aforo vehicular es el proceso por el cual se cuantifica y clasifica el número de vehículos que pasan por un punto específico de una vía en un periodo de tiempo determinado.

Esta es una herramienta clave que nos permite conocer el volumen de tránsito que puede medirse por hora, por día o incluso por año, y sirve para planificar el diseño de nuevas obras viales asegurando que respondan a las verdaderas necesidades de la población. ((MTI)., 2023)

1.6.12. Estudio técnico del proyecto

El estudio técnico es el que conforma la segunda etapa de los proyectos de inversión, en este estudio se contemplan todos aquellos aspectos técnicos operativos que son necesarios en el uso eficiente de los recursos con los que se dispone para la producción de un bien o servicio deseado, este estudio permite un análisis más a fondo del tamaño óptimo del lugar de producción, localización, instalaciones y organización requerida.

Todo esto permite obtener un perfil de proyecto donde se refleja la ingeniería que se aplicará al mismo y que optimice el uso de los recursos y de la información recopilada

para obtener el producto deseado, demostrando la viabilidad del proyecto de una manera técnica y justificando la alternativa seleccionada. (Morales, 2015)

1.6.12.1. Localización del proyecto

La localización del proyecto se refiere al lugar físico donde se llevará a cabo la obra, la buena elección de este sitio es clave, ya que esto influye en los costos, la facilidad de acceso, el impacto ambiental y los beneficios que recibirá la comunidad.

1.6.12.2. Tamaño del proyecto

El tamaño del proyecto hace referencia a la magnitud o capacidad con la que se planea desarrollar una obra o servicio. Incluye aspectos como la cantidad de usuarios que atenderá, el área que abarcará y los recursos necesarios. (Acevedo, 2017)

1.6.12.3. Estudios Topográficos

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las

alteraciones existentes en el terreno y que se deban a la intervención del ser humano (construcción de taludes, excavaciones, canteras…). *En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio*. (Márquez, 2003).

El método de campo a utilizar para el levantamiento y representación de superficies depende de múltiples factores entre los cuales se pueden mencionar:

• Área de estudio.

• Tipo de terreno.

• Equidistancia de las curvas de nivel.

De acuerdo con la finalidad de los trabajos topográficos existen varios tipos de levantamientos, que, aunque aplican los mismos principios, cada uno de ellos tiene procedimientos específicos para facilitar el cumplimiento de las exigencias y requerimientos propios. **(**Márquez, 2003).

1.6.12.4. Estudio de suelo

El estudio de suelos es una investigación de carácter técnico que se realiza con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del terreno donde se pretende construir una obra.

Este estudio nos proporciona datos que permiten determinar la capacidad de los suelos y si este es suficiente para soportar las estructuras y obras tanto verticales como horizontales, el estudio de suelos es esencial para garantizar la seguridad y la durabilidad de la obra tomando en cuenta las condiciones únicas del terreno.

1.6.12.5. Estudio Hidrológico

El estudio hidrológico es un análisis que se realiza con el objetivo de conocer el comportamiento del agua en un área geográfica determinada, especialmente en relación con las lluvias, escurrimientos superficiales, caudales de río y posibles crecidas. ((INETER), 2006)

1.6.12.6. Estudio Hidráulico

El estudio hidráulico es una herramienta fundamental al momento de diseñar obras civiles relacionadas con el agua, como puentes, alcantarillas y canales.

Este análisis nos permite conocer el comportamiento del agua en un área específica, tomando en cuenta variables como el caudal, la velocidad, el tirante y la capacidad del cauce para evacuar las lluvias sobre todo en eventos extremos. ((INETER), 2006)

1.6.12.7. Estudio económico

El estudio económico contempla la viabilidad económica y el impacto que tendrá el ámbito proyecto en el financiero, en el que figura de manera sistemática y ordenada la información de carácter monetario, es el resultado de la investigación y análisis efectuado en la etapa anterior, con objeto de conocer si es rentable su realización. (Chain, 2004)

Este estudio en especial comprende el monto de los recursos económicos necesarios que implica la realización del proyecto previo a su puesta en marcha, así como la determinación del costo total requerido en su período de operación, con el objetivo de analizar si su puesta en marcha es factible o no. (Chain, 2004)

Los objetivos propuestos para el desarrollo de este capítulo son los siguientes:

- Determinar el monto de inversión total requerida y el tiempo en que será realizada.
- Llevar a cabo el presupuesto de ingresos y egresos en que incurrirá el proyecto.

1.6.13. Estructura administrativa del proyecto

Este apartado se refiere a la forma en que queda conformada la organización del personal que labora en el proyecto durante su proceso normal de operación. Esto incluye un esquema de la jerarquización vertical descendente de los puestos que se contemplan en el proyecto, dadas las especificaciones de personal requerido. (Acevedo, 2017)

1.6.14. Evaluación económica

La evaluación económica constituye la parte final de toda una secuencia de análisis de factibilidad en los proyectos de inversión, en la cual, una vez concentrada toda la información generada en los capítulos anteriores, se aplican métodos de evaluación económica que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil.

Para poder evaluar el proyecto y determinar el Valor Actual Neto Económico (VANE) y Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE), se deberán actualizar los flujos anuales de acuerdo a la Tasa Social de Descuento (TSD) que se aplique en ese momento en el país.

Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etcétera, prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas. (Chain, 2004)

1.7. Marco Metodológico

1.7.1. Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque mixto ya que se dispondrá tanto métodos cuantitativos como cualitativos para recopilar y analizar datos. De manera que permita un mejor desarrollo para la investigación y así obtener una comprensión más completa y profunda de la problemática planteada a la que se le busca satisfacer de la manera más conveniente, al combinar la precisión y generalización de los métodos cuantitativos con la riqueza y la perspectiva subjetiva de los métodos cualitativos.

El tiempo de investigación aplicada para este proyecto es transversal ya que se realizará en un periodo aproximado de 4 a 5 meses, tiempo en el que se va a recopilar toda la información necesaria para el correcto desarrollo del proyecto presentado en esta investigación.

El alcance de investigación es aplicado ya que para la realización de la investigación de este proyecto se utilizarán métodos y técnicas específicas para la recolección y análisis de datos, con el fin de obtener información relevante y útil para solucionar la problemática identificada.

1.7.2. Diagnóstico del área de influencia del proyecto, por medio de análisis de oferta y demanda.

Para efectos de este proyecto el diagnóstico del área de influencia se realizará a través de un estudio de mercado donde se llevará a cabo un análisis de la oferta y la demanda existente en la zona, para ello se tomarán en cuenta las condiciones actuales del entorno considerando la infraestructura vial, el acceso al transporte, así como las características socioeconómicas de la población involucrada.

En el análisis de la oferta se identificarán los productos, servicios o recursos disponibles en la región, así como los actores o instituciones que los gestionan. Por su parte, en el análisis de la demanda se observará el comportamiento de la población usuaria, sus necesidades de conectividad, la dinámica comercial y social que justifica la necesidad del proyecto.

1.7.3. Estudio de la demanda social

El estudio de la demanda social consiste en identificar y analizar las necesidades reales de la población respecto al proyecto propuesto, en este caso la demanda social está orientada a un proyecto de carácter público.

En este estudio se integrará una breve caracterización socioeconómica de la población con el objetivo de contextualizar las condiciones de vida, principales actividades económicas, acceso a servicios básicos y otros indicadores relevantes del entorno social. Este diagnóstico socioeconómico permitirá entender mejor la relación entre las problemáticas, nivel de vulnerabilidad de la población y la necesidad de una infraestructura como la propuesta en este proyecto.

Para conocer el impacto que podría generar el proyecto en la población respecto a los beneficios inmediatos y colaterales en su implementación, se utilizará la encuesta como

herramienta principal para la recolección de datos de la población del área de influencia del proyecto con el fin de conocer el nivel de interés, necesidades y percepción de los habitantes sobre el proyecto.

La cantidad de encuestas se determinará mediante el cálculo de una muestra estadística representativa de la población.

1.7.4. Determinación de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra cuando los datos son cualitativos es decir para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para verificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, se recomienda la utilización de la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Fórmula general para establecer el tamaño de la muestra (Pickers, 2015):

$$n = \frac{N * k^2 * p * q}{e^2 * (N-1) + k^2 * p * q}$$

Por lo tanto, se cuenta con los datos siguientes para calcular el tamaño de la muestra:

n = Tamaño de la muestra

N = Población del área de influencia del proyecto.

e = Error máximo admisible (0.1).

p = Probabilidad a favor.

q = Probabilidad en contra.

K^2 = para un grado de confianza.

1.7.5. Estudio de demanda vehicular

El estudio de la demanda vehicular se enfoca en estimar el volumen de vehículos que circularán por una red vial o infraestructura específica en el futuro. Este análisis es clave para la planificación del transporte.

Para este estudio se realizará un conteo vehicular en el punto de interés del proyecto a lo largo de 3 días en un periodo de 6 horas, con el fin de conocer mejor el comportamiento del tráfico en este punto de cruce, así como la clasificación y caracterización de los vehículos que transitan por la zona.

1.7.6. Determinación de la proyección del tránsito.

La proyección del tránsito en esta vía a su período de diseño, tiene muchas aplicaciones, ya que constituye un importante parámetro de referencia, para la identificación y cuantificación de los componentes primarios del diseño del puente.

Es también de gran importancia conocer el tránsito proyectado a su período de diseño, ya que este debe soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio,

Para determinar la proyección del tránsito al período de diseño se requiere del conocimiento del valor de la tasa anual de crecimiento del tránsito.

El Manual de Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, en su sección 2.6 del capítulo 2, presenta el modelo exponencial expresado mediante la siguiente fórmula.

Ecuación 2. cálculo de las proyecciones de tránsito (Montejos, 2002)

$$TPDA\ final = TPDA\ inicial * (1 + i)^n$$

Donde:

TPDA final= Tránsito Promedio Diario Anual al final del período de diseño.

TPDA inicial= Tránsito Promedio Anual al inicio del periodo de diseño.

n= Periodo de diseño.

i= Tasa anual de crecimiento de tránsito.

1.7.7. Estudio técnico del proyecto para determinar la ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto.

El estudio técnico busca analizar cómo se llevará a cabo el proyecto desde el punto de vista práctico y técnico para asegurarse de que este sea viable en cuanto a su ejecución, en este apartado se revisarán aspectos esenciales del proyecto respecto a los detalles importantes para su desarrollo.

El objetivo de este estudio es entender qué se necesita en términos de ingeniería para hacer realidad el proyecto de manera eficiente y segura.

En este caso cabe destacar que este estudio de proyecto al encontrarse en una etapa de prefactibilidad se utilizarán datos proporcionados por la empresa PROCAD.SA encargada del diseño del puente propuesto en este proyecto, ya que esta empresa ya realizó estudios previos los cuales sirvieron como base para generar un diseño técnico completo.

Esta estrategia permitirá respaldar técnicamente el proyecto aun cuando no se cuente directamente con todos los estudios realizados por separado de manera independiente, en el desarrollo de los estudios técnicos también se utilizarán datos de las zonas cercanas al punto de estudio y se determinarán datos que sirvan de apoyo y actualización para futuros estudios que se requieran realizar nuevamente antes de pasar a una etapa de factibilidad y posteriormente de ejecución del proyecto.

1.7.8. Localización del estudio

La metodología aplicada se basa en la del factor determinante para la localización, para esto se consideran dos aspectos muy importantes como lo son la macro localización y la micro localización.

En la macro localización, se consideran aspectos globales o regionales como la infraestructura, el acceso a mercados, las políticas gubernamentales y la conectividad, mientras que en la micro localización se centra en factores más específicos del entorno inmediato, como la proximidad a proveedores, la disponibilidad de mano de obra calificada, la competencia local, y las características demográficas del área.

El análisis conjunto de estos factores permite determinar de la manera más óptima la ubicación para el estudio o proyecto, garantizando el éxito y la eficiencia en la implementación y ejecución.

1.7.9. Criterios de diseño del puente.

El diseño del puente se obtiene a través de un conjunto de estudios como son:

- **Inspección Técnica**

Se realizan visitas al sitio de estudio para proporcionar una idea clara de las condiciones en que se encuentra el cruce del río y realizar una valoración general de las condiciones existentes para efectuar los otros estudios.

- **Reconocimiento del punto de cruce**

Este se elige para que el puente funcione en óptimas condiciones en base a los siguientes criterios:

- Seleccionar un tramo recto del río.
- Selección del punto de cruce más estrecho.
- Selección de la perpendicularidad entre el río y el camino.

- Selección de uniformidad de la selección del cauce. (Gadea, 2017)

1.7.10. Estudio topográfico

Con este estudio se quiere tener los datos suficientes del campo en donde se pretende construir el puente, para la confección de planos que muestren el relieve del terreno y sus obstáculos naturales o artificiales.

Para el desarrollo del estudio topográfico se optará por una metodología adaptada a las condiciones reales del proyecto, considerando que este trabajo se encuentra en una etapa de prefactibilidad, se retomará la información contenida en los planos del diseño de puente vehicular proporcionados por la empresa PROCAD.SA, quienes previamente elaboraron un levantamiento topográfico en el sitio. La información disponible incluye la sección transversal y la sección longitudinal del puente, así como las alturas correspondientes a estas secciones.

Esta información permite tener una referencia clara del perfil del terreno del cauce, lo cual es suficiente parafines de análisis preliminar permitiendo avanzar en la evaluación técnica del proyecto sin perder coherencia, aprovechando la información existente y alineándose con el alcance propio de un estudio de prefactibilidad.

No obstante, se recomienda que, en una etapa posterior, cuando el proyecto pase a un nivel de factibilidad o ejecución, se realice un levantamiento topográfico completo y más detallado del sitio, con el fin de complementar la información que existe actualmente, asegurando así una mayor precisión en el diseño definitivo y en la ejecución de la obra.

1.7.11. Estudio hidrológico

Tratándose de un estudio a nivel de prefactibilidad, el enfoque por el que se optará estará basado en el uso de información hidrológica ya existente, fundamentada en fuentes oficiales y confiables.

En base a esta información se procederá a caracterizar la cuenca donde se ubica el punto del proyecto, se tomarán en cuenta aspectos como el tamaño de la cuenca y los registros de precipitación media anual.

A partir de estos datos se estimará un caudal de diseño referencial, para así brindar una base útil para orientar la toma de decisiones en esta etapa temprana del proyecto, todo esto con la finalidad de que este valor sirva como punto de partida para estudios más específicos.

Esta estimación del caudal de diseño se realizará por medio de la fórmula racional:

Ecuación 3. Ecuación racional para determinar caudal máximo de diseño. ((IMTA)., 1998)

$$Q = C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal máximo de diseño (m^3/s).

C: Coeficiente de escorrentía (adimensional), depende del tipo de selo y cobertura vegetal.

I: Intensidad de la lluvia (mm/h), para un período de retorno y duración determinados.

A: Área de la cuenca (km^2)

Para aplicar esta fórmula correctamente hay que convertir las unidades de medida para que Q salga en m^3/s para ajustar estas unidades usamos 0.278 para pasar de $mm*km^2$ a m^3/s.

1.7.12. Estudio hidráulico

Tiene como objeto definir las dimensiones del puente propuesto de manera que tenga capacidad hidráulica suficiente para evacuar la crecida del caudal para el tiempo que fue diseñado.

En el marco de este estudio, se reconoce que el proyecto aun encontrándose en una etapa de prefactibilidad, limita la posibilidad de realizar un estudio hidráulico completo y detallado con datos propios. Por lo antes mencionado se utilizarán como referencia los planos de diseño del puente vehicular proporcionados por la empresa PROCAD.SA, los cuales ya contemplan elementos técnicos como la longitud del puente, sus alturas y secciones estructurales. Esto sugiere que durante la elaboración del diseño se consideraron previamente estudios hidráulicos, aunque estos no se encuentren disponibles de forma documental para ser incorporados directamente en esta investigación.

Por lo tanto, en esta etapa se toma como base el diseño existente para sustentar los aspectos hidráulicos del proyecto, este enfoque permite avanzar de manera responsable, reconociendo la información y los avances existentes, dejando en claro que en futuras etapas del proyecto será indispensable complementar con un estudio hidráulico formal que permita verificar y ajustar las características del diseño

1.7.13. Estudio de suelo

Con el objetivo de comprender las condiciones generales del terreno en el área donde se propone el proyecto, se realizará una caracterización preliminar del tipo de suelo predominante, recurriendo a fuentes secundarias de estudios previos y documentación técnica existente relacionada con la zona.

Debido a que el proyecto aún se encuentra en una etapa de prefactibilidad este análisis tendrá un carácter exploratorio y buscará identificar aspectos como la naturaleza del suelo y su composición, la información obtenida será útil como referencia inicial y podrá ser profundizada en etapas futuras del proyecto.

1.7.14. Estudio económico

El estudio económico tiene como propósito evaluar, desde el punto de vista financiero, si la construcción del puente es viable y si justifica el uso de los recursos disponibles. Para ello, se realizará un análisis detallado de los costos, los beneficios y los riesgos asociados, para esto se utilizarán herramientas como el VANE y la TIRE. Además, se deben considerar las fuentes de financiamiento y los posibles impactos sociales.

Este enfoque permitirá establecer una base sólida para tomar decisiones en torno al proyecto de construcción del puente y garantizar su viabilidad. ((MTI)., 2023)

1.7.15. Evaluación de la factibilidad de proyecto mediante un estudio socioeconómico.

Para evaluar la factibilidad de un proyecto desde una perspectiva socioeconómica, se comienza por entender el entorno social y económico de la zona en la que se implementará, analizando aspectos como los ingresos, el empleo y las necesidades de la comunidad. Luego, se revisa si el proyecto es financieramente viable, calculando los costos, beneficios y posibles fuentes de financiamiento. También es fundamental evaluar cómo afectará a la sociedad, en términos de empleo y mejoras en la calidad de vida. Además, se considera su capacidad para mantenerse en el tiempo y se identifican riesgos que podrían surgir, proponiendo soluciones para minimizarlos. En conjunto, este enfoque busca asegurar que el proyecto sea rentable y que realmente beneficie a las personas y al entorno.

Para este apartado se retomarán los datos recopilados en el diagnóstico de área de influencia del proyecto, esto permitirá realizar una evaluación más detallada sobre la viabilidad del proyecto.

1.7.16. Metodología de la evaluación económica.

La metodología para el estudio de la evaluación económica consiste en determinar la rentabilidad del proyecto obteniendo el presupuesto del mismo y aplicando todos los precios sociales y los beneficios indirectos del proyecto, para posteriormente encontrar los indicadores que determinarán dicha rentabilidad como son el VANE y la TIRE.

1.7.17. Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

La tasa interna de retorno económico del proyecto será la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión sea igual a cero.

En este caso, cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIRE probablemente sería considerado el primer y mejor realizado. En general, si la TIRE es mayor que la tasa de descuento del proyecto, el proyecto tendrá VANE positivo. Es por esto que la regla de la TIRE recomienda hacer un proyecto si su TIRE es mayor a su tasa de descuento.

Dado que este es un proyecto con fines sociales, la tasa de comparación no debe ser una tasa de mercado, sino una tasa social de descuento, que refleja el costo de oportunidad del uso de los recursos desde la perspectiva del bienestar colectivo. Por tanto, el proyecto se considera socialmente rentable si la TIRE es mayor que esta tasa social.

La Tasa Interna de Retorno se expresará en porcentaje y debe compararse con la tasa de descuento (k), así se obtiene la rentabilidad neta del proyecto (TIRE – k). En términos genérales, puede entenderse como la tasa de interés máxima a la que es posible endeudarse para financiar el proyecto, sin que genere pérdidas.

Ecuación 4. Fórmula para el cálculo de TIRE (taza interna de retorno)

$$TIRE = \sum_{T=0}^{n} \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Económica.

Donde:

Fn: flujo de efectivo anual.

n: vida útil del proyecto.

Tabla 1. Criterios de decisión (TIRE)

Valor	Decisión a tomar
TIRE > TSD	El proyecto puede aceptarse
TIRE < TSD	El proyecto debería rechazarse
TIRE = TSD	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión debería basarse en otros criterios.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Económica.

1.7.18. Valor Actual Neto Económico (VANE)

Valor actual neto económico también conocido como VANE, se refiere al criterio de inversión que pasa por actualizar los cobros y pagos de un proyecto para conocer siesa inversión resulta rentable o no.

El Valor Actual Neto económico nos permitirá afrontar un par de decisiones. Por un lado, conocer si las inversiones a realizar merecen la pena por la obtención de beneficios y por otro comprobar qué inversión es la más ventajosa. Para ello hay que tener en cuéntalos siguientes parámetros.

- VANE superior a 0: el proyecto de inversión permite conseguir ganancias y beneficios.
- VANE inferior a 0: debe rechazarse la inversión al provocar pérdidas.
- VANE igual a 0: el proyecto de inversión no genera ni pérdidas ni beneficios, por lo que su ejecución provoca indiferencia.

Fórmula para determinar el valor actual neto económico:

Ecuación 5. Fórmula para el cálculo de VANE (Valor Actual Neto Económico)

$$VANE = -1 + \sum_{n=1}^{N} \frac{Qn}{(1+r)^n}$$

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Económica.

Qn: Representa los flujos de caja de cada periodo

I: inversión inicial

n: número de periodos considerados

r: tasa de descuento

Tabla 2. Criterios de selección (VANE)

Valor	Significado	Decisión a tomar
VANE > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida	El proyecto puede aceptarse
VANE < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida	El proyecto debería rechazarse
VANE = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión debería basarse en otros criterios.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Económica.

1.7.19. Relación Beneficio/Costo

Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto.

Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas. (Urbina, 2007)

Ecuación 6.Fórmula para el cálculo de la relación costo beneficio

$$\frac{C}{B} = \frac{\sum_{t=o}^{n} \frac{C_i(t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{B_i(t)}{(1+r)^t}}$$

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Económica.

Donde:

B/C = Relación beneficio costo

Vi = Valor de la producción (Beneficio Bruto).

Ci = Egresos (i = 0, 1, 2, 3… n)

i= Tasa de descuento.

Tabla 3. Criterios de selección (B/C)

Valor	Significado	Decisión a tomar
B/C > 1	Además de recuperar la inversión, haber cubierto la tasa de rendimiento, se obtuvo una ganancia extra.	El proyecto puede aceptarse
B/C < 1	La inversión del proyecto jamás se puede recuperar en el periodo establecido evaluado a una tasa determinada	El proyecto debería rechazarse
B/C = 1	La inversión inicial se recuperó satisfactoriamente después de haber sido evaluada a una tasa determinada	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida, la decisión debería basarse en otros criterios.

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Económica.

II. CAPITULO. DIAGNOSTICO DE ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El presente capítulo tiene como propósito realizar un diagnóstico Integral del área de influencia directa del proyecto, con el fin de comprender el contexto social, económico y físico donde se desarrollará la obra. Se abordarán aspectos fundamentales como la caracterización general de la zona y el estudio de mercado, a través del análisis de la oferta y demanda existente. Este diagnóstico nos permitirá identificar necesidades reales de la población y las condiciones actuales de conectividad y movilidad, lo cual es clave para poder determinar y justificar la viabilidad del proyecto

2.1. Estudio de mercado

En esta sección se plasma el estudio de mercado como parte del diagnóstico del área de influencia del proyecto, el objetivo de este estudio nos permitirá comprender el comportamiento de la oferta y la demanda actual de movilidad en la zona.

2.1.1. Caracterización del mercado

La construcción del puente vehicular entre el municipio de Masatepe y la comarca El Pochote responde a una demanda creciente de conectividad, derivada del incremento poblacional, la expansión de actividades económicas locales y la insuficiencia de la infraestructura vial actual al ser este camino la única ruta directa entre estos dos sitios.

Esta obra vial a ejecutarse ofrece un servicio donde no se conllevará una remuneración monetaria a cambio debido a que no se realizará ningún cobro por el servicio del puente vehicular que conecta al municipio de Masatepe y la comarca el pochote, esta obra está caracterizada en base a los usuarios enfocado en satisfacer una necesidad social.

Este mercado está centrado en compradores gubernamentales donde podemos englobar todas las instituciones de gobierno que son los principales demandantes de bienes, servicios u obras en el sector público, donde a través del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) se ejecutan proyectos con empresas constructoras con el fin de realizar una inversión pública para la construcción de una infraestructura vial.

2.1.2. Descripción de la población objetivo

La población objetivo del proyecto está comprendida por los habitantes del municipio de Masatepe y la población vecina ubicada en la comarca El Pochote.

2.1.3. Definición del bien o servicio

La obra a ejecutarse, brindará a la población de Masatepe y El Pochote una infraestructura vial para desplazarse de manera más completa, contemplando elementos que brinde a los usuarios una mayor seguridad y confort al momento de transitar por el cauce natural ubicado en el sitio del proyecto, permitiendo una conexión permanente entre Masatepe y El Pochote que pueda subsanar la deficiencia de esta ruta principalmente en la temporada de invierno debido a las lluvias que aumentan el riesgo al transitar sobre el cauce natural por el crecimiento en el caudal de este mismo.

Características del bien o servicio.

- Estructura de concreto armado y acero diseñado para soportar cargas pesadas y garantizar durabilidad ante condiciones climáticas adversas.

- Ancho de carril de cuatro metros para permitir un tránsito más seguro para los usuarios.

- Conectividad directa, al ser la única opción que elimina desvíos más largos de transitar existentes en rutas alternas reduciendo la distancia de movilización actual de manera significativa.

2.1.4. Análisis de la demanda

Este apartado busca comprender cómo la población y el tránsito actual se relacionan con la necesidad del proyecto, por un lado, plasmando de manera clara las opiniones y necesidades de los habitantes mediante encuestas, y por otro lado analizando los niveles de circulación vehicular en el área, la combinación de estos aspectos técnicos y sociales permite valorar con claridad la importancia y el impacto que tendría la construcción del puente.

2.1.4.1. Estudio de la demanda social

- **Población y vivienda**

Según los resultados del IV Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2005, la población del municipio de Masatepe era de 31,583 habitantes, de ellos 15,482 habitantes residían en el área urbana. El índice poblacional es de 5.4 persona por cada vivienda ocupada. Con un total de 6,850 viviendas en todo el municipio, de las cuales 6,109 viviendas están ocupadas. (Espinoza, 2017)

El municipio presentaba para el 2012, una densidad poblacional promedio, a razón de 586 habitantes por km^2. Su casco urbano está dividido en veinte barrios, entre ellos tenemos: Bo. Carlos Fonseca, Reparto José Benito Escobar I, II, III, Bo. Macario Brenes, Bo. Jalata; entre otros. Históricamente, el crecimiento de la localidad ha tenido, una tendencia hacia el norte y este de la ciudad. (Espinoza, 2017)

- **Caracterización socioeconómica de la población**

Actividad Económica: La actividad económica fundamental del municipio de Masatepe es la agricultura, los granos básicos, café, cítricos entre otros. En el municipio se cuentan con 1,491 fincas urbanas y 1,403 fincas rurales. La artesanía juega un buen papel en la economía, con los muebles de mimbres. Las pequeñas industrias se dedican fundamentalmente a la producción de materiales derivados del hule y a la fabricación de materiales. Predomina, el sector terciario dedicado a los servicios, comercio, restaurantes, en la que se incluyen las actividades de la alcaldía, escuelas y centros de salud. Como parte de la generación de empleos. (Espinoza, 2017)

Agricultura: La actividad económica local gira en torno a la agricultura. En el municipio se contabilizan un total de 38 unidades productivas urbanas y 1,659 en el área rural. Del total de las unidades productivas del municipio 1,452 se dedican a cultivos permanentes y semipermanentes, 749 al cultivo de granos básicos y 134 a otros cultivos temporales. El municipio aporta el 20% del total de tierras dedicadas a cultivos permanentes y semipermanentes, y el 8%, dedicadas a cultivos anuales o temporales. (Espinoza, 2017)

Ganadería: Contabiliza un total de 1,167 cabezas de ganado porcino, 937 cabezas de ganado bovino, 234 cabezas de ganado ovino y caprino y 184 cabezas de ganado equino. El 7.3% de los suelos del municipio están cubiertos de pasto con malezas y el 1.8% con pasto manejado. El 10.9% de los suelos del municipio son adecuados para ganadería extensiva con manejo silvopastoril en clima cálido. Estos suelos son adecuados para el desarrollo de una ganadería de doble propósito con pastoreo; así como para el establecimiento de cultivos perennes y frutales. (Espinoza, 2017)

- **Servicios básicos**

Alcantarillado Sanitario: Enacal presta un servicio público de alcantarillado sanitario a través de una planta de tratamiento, ubicada al noroeste del casco urbano en la comunidad Los Chirinos, a 1.5kms del centro y a 4kms de la Laguna de Masaya, misma que trabaja a un 20% de su capacidad máxima, debido a que solamente existen 190 conexiones a esta red, las cuales abarcan las dos calles principales del municipio (Supermercado Palí y ENACAL). El sistema de tratamiento funciona totalmente por gravedad y está estructurado en: obras de entrada y pre tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y/o acabado, obras de salida, descarga, disposición final y tratamiento de lodos. Los dos tanques sépticos que recolectan las aguas grises están ubicados en el reparto Venecia, y las nuevas viviendas de residencial Altos de Masatepe hacen uso del sistema de tratamiento de las aguas grises. El resto de la población utiliza sumideros. (Espinoza, 2017)

Manejo de desechos sólidos: El sistema de limpieza pública consiste en la recolección de desechos sólidos no peligroso de carácter domiciliar y la limpieza de calles. Esta se realiza de forma escalonada, el área urbana está dividida en siete rutas con un servicio de dos veces por semana. La cobertura del tren de aseo es del 100% en los barrios urbanos y en un 10% en las zonas rurales. El servicio de barrido de calles se brinda al 98% de los barrios del casco urbano, debido a la falta de infraestructura vial en algunas calles. El municipio cuenta con un vertedero municipal a cielo abierto con un área de 5 Mnz, ubicado a 2 Kms., al este del municipio. Los desechos sólidos no peligrosos municipales no son sometidos a ningún tipo de tratamiento. (Espinoza, 2017)

Telecomunicaciones: Tanto en el casco urbano como en el área rural del municipio se tiene acceso a la radio y a la televisión. La distribución de la prensa escrita está limitada al casco urbano. Masatepe cuenta con los servicios de telefonía (convencional y celular) y correos, el área rural no cuenta con el servicio de telefonía convencional. (Espinoza, 2017)

Energía Eléctrica: El municipio de Masatepe cuenta con circuitos independientes para el servicio domiciliar y para el alumbrado público, y con circuitos especiales para riesgos e industrias. Según registros existen 2,134 conexiones domiciliares en el área urbana y 1,650 conexiones domiciliares en el área rural. En cuanto a cobertura, el casco urbano presenta un 90% para el servicio energía y en la parte rural un 80%. En el caso de la cobertura del alumbrado público en casco urbano es aproximadamente un 80% y en el caso rural la cobertura disminuye a un 30%. (Espinoza, 2017)

2.2. Análisis de la demanda social mediante muestreo y encuestas

Para comprender de forma más precisa las necesidades e intereses de la población beneficiaria del proyecto se aplicó la encuesta como herramienta principal de recolección de información primaria, previo a la aplicación de la encuesta, primero se realizará el cálculo de la muestra representativa de la población dentro del área de influencia, garantizando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Este análisis contribuye significativamente al diagnóstico social del entorno, ofreciendo insumos clave para la toma de decisiones en futuras etapas del proyecto.

Para realizar este cálculo se tomará como base el dato de la población de Masatepe proporcionada por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE en el IV Censo Nacional de población 2005. Para obtener una muestra adecuada se proyectará la población del año 2005 al año 2024, en función de este resultado se aplicará la Formula general para determinar el tamaño de la muestra.

- Proyección de la población de Masatepe del año 2005 al año 2024

Formula de proyección poblacional:

$$P_t = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

P_t= población proyectada en el año final.

r= tasa de crecimiento anual. (Nicaragua ha tenido una tasa promedio de crecimiento poblacional anual de entre 1.2% y 1.5% en las últimas décadas, se aplicará una tasa promedio de 1.35%), (INIDE I. N., 2008)

P_o= población base. (31,583 habitantes) (INIDE, IV Censo Nacional de Población, 2005)

n= número de años entre el 2005 y 2024. (en este caso, n=19)

por lo tanto:

$$P_{2024} = 31{,}583 * (1 + 0.0135)^{19}$$

$$P_{2024} = 40{,}748\ habitantes$$

- Determinación de la muestra

Formula general para determinar el tamaño de la muestra:

$$\frac{N*k^2*p*q}{e^2*(N-1)+k^2*p*q}$$

Por lo tanto, se cuenta con los datos siguientes para calcular el tamaño de la muestra:

n = Tamaño de la muestra

N = Población del área de influencia del proyecto. (40,748 habitantes) (INIDE, IV Censo Nacional de Población, 2005)

e = Error máximo admisible (0.1).

p = Probabilidad a favor. (0.5)

q = Probabilidad en contra. (0.5)

K² = para un grado de confianza de 95% (1.96)

Sustituimos en la formula:

$$n = \frac{40{,}748 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.1)^2 * (40{,}748 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

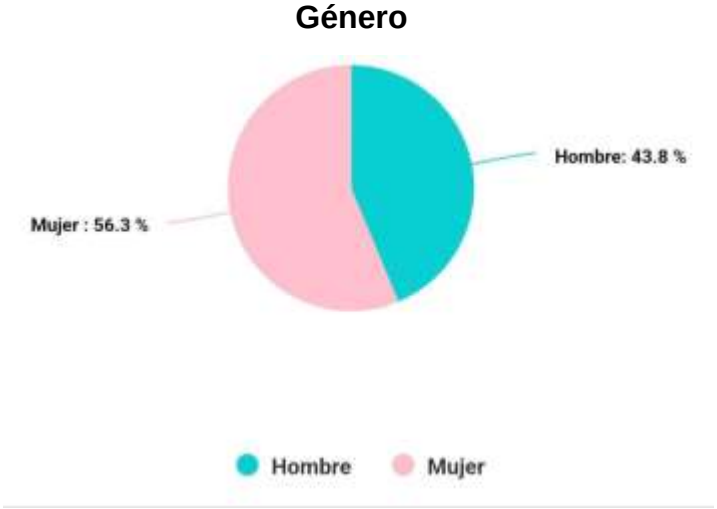
$$n = \frac{39{,}134.38}{408.43} = \boxed{95.82 \approx 96 \text{ encuestas}}$$

Esta muestra representativa de la población del área de influencia del proyecto al aplicarle la encuesta que podemos observar en (Anexos página 111, Anexo No.1) nos permite conocer la percepción, necesidades y nivel de aceptación de los habitantes respecto a la construcción del puente vehicular propuesto.

A partir de la información recopilada en la encuesta se obtuvieron datos representados en las siguientes gráficas:

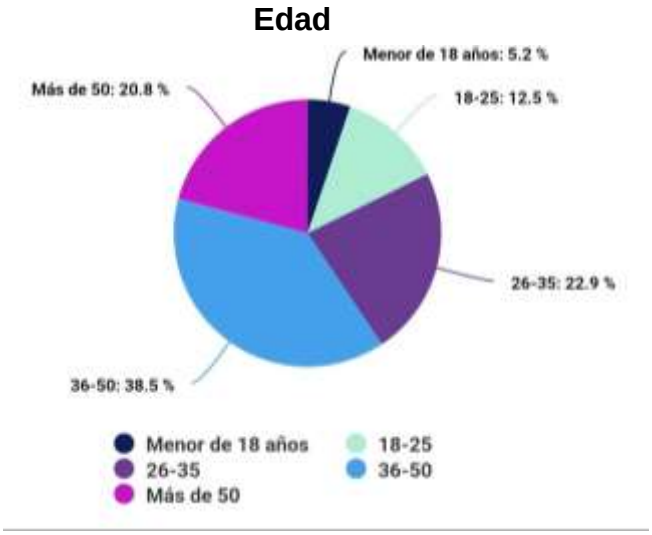
- Caracterización socioeconómica de la población encuestada

Figura 1. Gráfica de géneros.



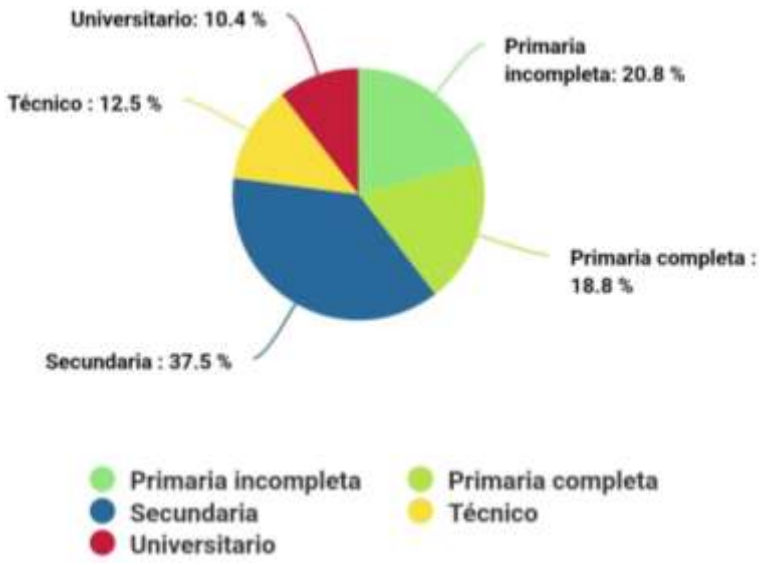
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Gráfica de edades.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Gráfica de nivel educativo.



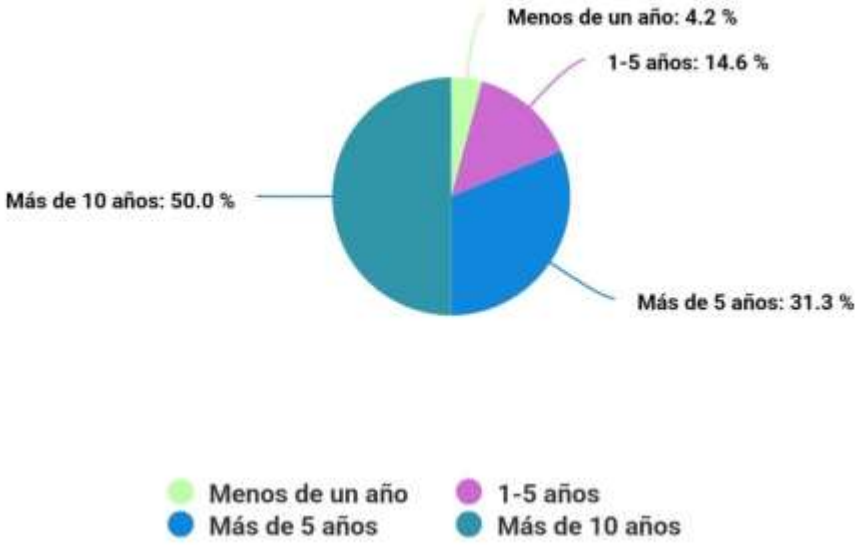
Fuente: Elaboración propia**.**

Figura 4. Gráfica de ocupación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Gráfica de años en la comunidad.

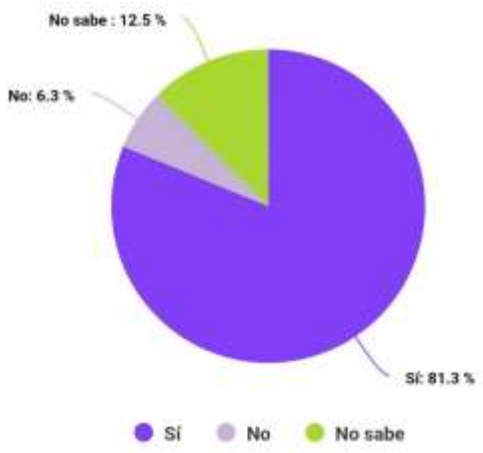


Fuente: Elaboración propia.

En la caracterización de la población encuestada, se evidencia una comunidad activa y diversa, podemos observar una predominancia de estudiantes y personas que se desempeñan en distintas actividades laborales, como el comercio, el empleo formal e incluso oficios técnicos. Esta tendencia de la comunidad refleja una dinámica social importante, donde el acceso a infraestructura vial como un puente vehicular no sólo facilitaría el tránsito cotidiano, sino también potenciará oportunidades de movilidad para jóvenes de formación académica y personas económicamente activas.

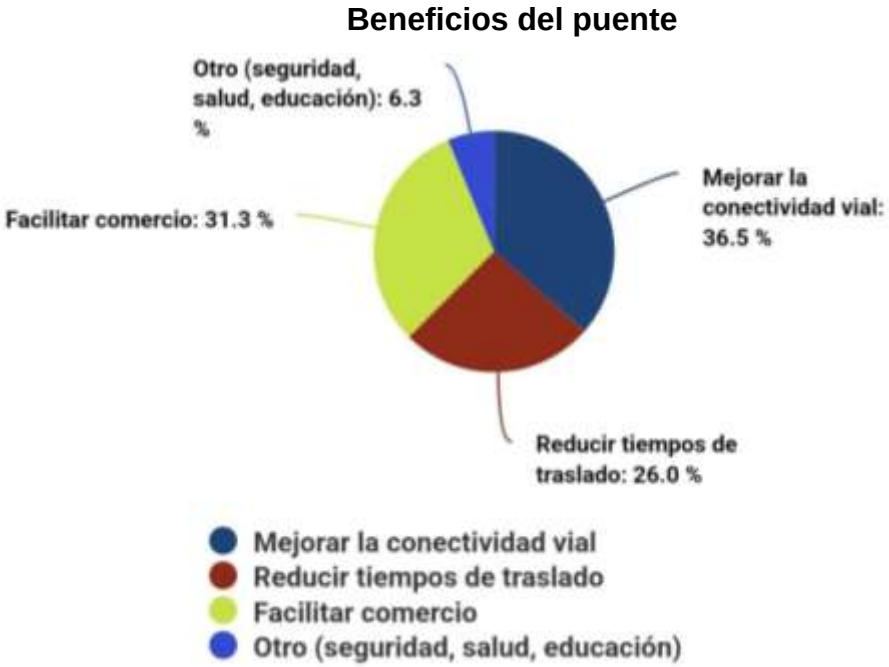
- Percepción social e interés comunitario en el proyecto

Figura 6. Gráfica de la necesidad del proyecto.



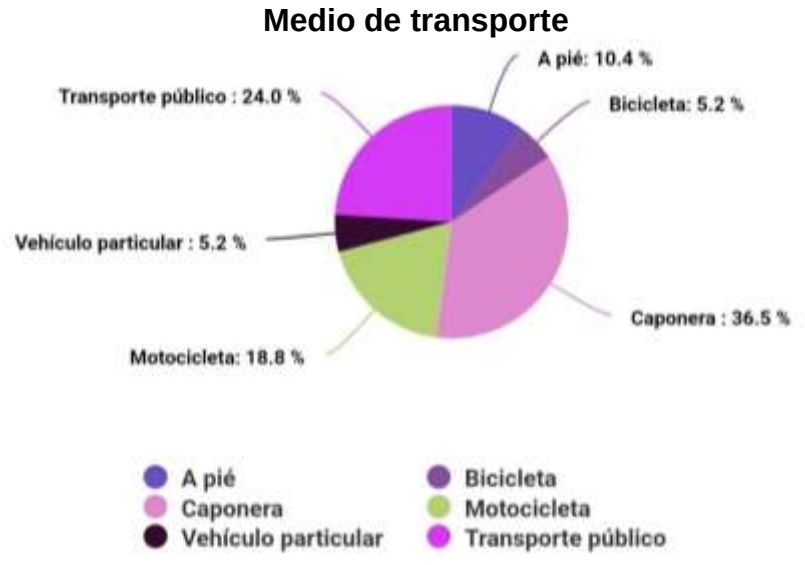
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Gráfica de benéfico del puente.



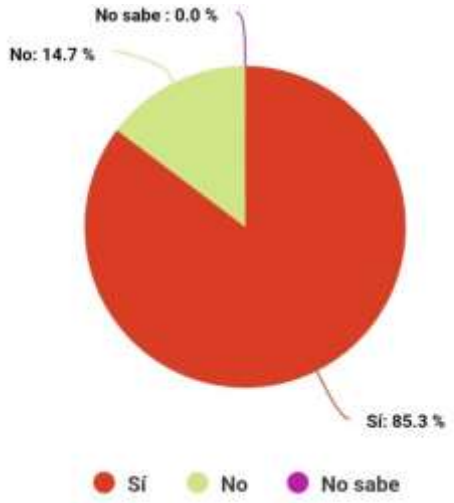
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Gráfica de medios de transporte.



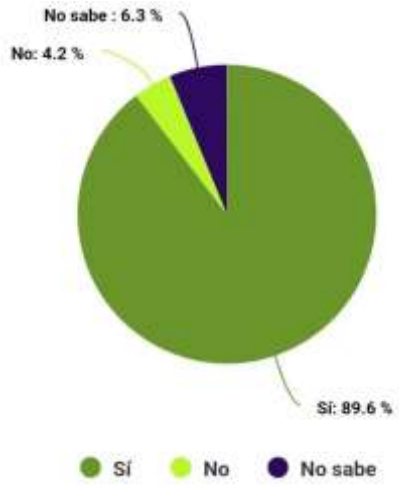
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Gráfica de dificultades en época de lluvias.



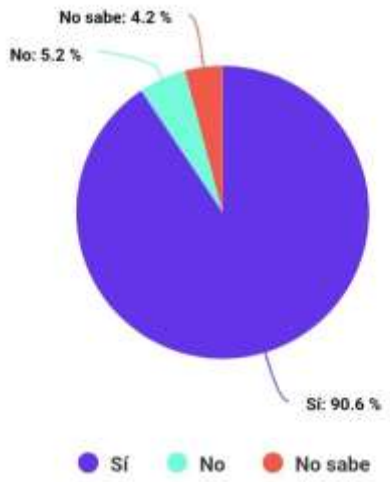
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Gráfica impacto económico positivo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Gráfica de apoyo al proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los resultados de la encuesta se puede observar claramente que la comunidad tiene un gran interés en la construcción del puente vehicular, en su mayoría las personas tienen un punto de vista positivo ante este proyecto considerando que es necesario y confiando en los beneficios importantes que este aportará, como una mejor conexión entre comunidades, menos tiempo en traslados y un impulso al comercio local. También es importante notar que muchos se movilizan en caponeras y es el medio de transporte más dominante en la zona lo que hace aún más evidente la necesidad de contar con un paso seguro, sobre todo durante el invierno cuando los ríos crecen. Toda esta información refleja que el puente no solo es una obra más, sino una esperanza de mejora real para la vida diaria de esta población.

2.2.1.1. Estudio de la demanda vehicular Actual

Actualmente, entre el municipio de Masatepe y la comarca El Pochote, se ha registrado un notable aumento en la demanda de transporte, impulsado por el crecimiento comercial de la zona. Este incremento en la actividad económica ha sido acompañado por un aumento en la población de la comarca El Pochote en los últimos años. Como resultado, la necesidad de una infraestructura vial más eficiente y segura se ha vuelto cada vez más evidente, ya que el volumen de vehículos y personas que transitan diariamente por esta área ha superado la capacidad de la infraestructura existente.

Para conocer la demanda actual de la zona se realizó un aforo vehicular de 3 días en el punto de cruce del cauce natural con un intervalo de tiempo de las 9 am a las 3 pm tomando en cuenta el flujo vehicular en ambos sentidos noroeste-sureste y sureste-noroeste de circulación del camino, con el fin de obtener la demanda actual vehicular a través de TPDA.

2.2.1.2. Análisis del comportamiento del trafico

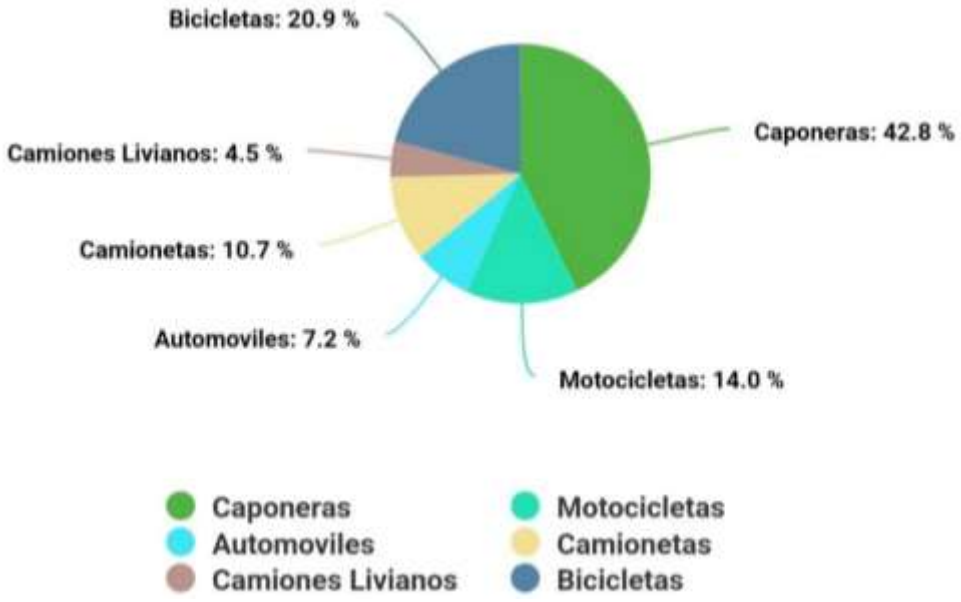
Tabla 4. Conteo vehicular cruce de cauce natural Masatepe-El Pochote

Tipo de Vehiculo	Lunes (Noroeste a Sureste)	Lunes (Sureste a Noroeste)	Miercoles (Noroeste a Sureste)	Miercoles (Sureste a Noroeste)	Viernes (Noroeste a Sureste)	Viernes (Sureste a Noroeste	Total 3 Dias (Ambos Sentidos)
Caponeras	38	33	45	40	35	30	221
Motocicletas	12	10	14	17	17	12	72
Automóviles	6	5	7	6	6	7	37
Camionetas	7	8	9	14	11	9	55
Camiones Livianos	3	4	4	3	5	4	23
Bicicletas	17	12	20	22	20	17	108
Total de vehiculos	83	72	99	102	94	79	529

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos valores recopilados en el conteo vehicular (ver anexos página 111, Anexo No.2), se elaboró la siguiente la siguiente gráfica de pastel, la cual permite visualizar de manera clara la proporción de cada tipo de vehículo en el flujo total de la vía.

Figura 12. Gráfica de tipos de vehículos.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis realizado en el cruce Masatepe - El Pochote durante tres días, con conteo de vehículos en ambos sentidos, muestra que el flujo vehicular está dominado por caponeras, motocicletas y bicicletas, utilizadas mayormente por personas que se trasladan por motivos laborales y personales. El tráfico incluye también automóviles pequeños, camionetas y camiones livianos con una menor presencia.

En base a este conteo obtenemos las cantidades para reflejar un dato de tránsito promedio diario (TPD) y también un tránsito promedio diario anual (TPDA).

- Cálculo para determinar el Transito promedio diario (TPD):

$$TPD = \frac{\text{total de vehículos contabilizados}}{número\ de\ dias\ de\ realización\ del\ aforo\ vehicular}$$

Tabla 5. Tabla resumen tránsito promedio diario

Tipo de vehículo	Caponera	Motocicletas	Automóviles	Camionetas	Camiones Livianos	Bicicletas	Total
TPD	74	24	12	18	8	36	172

Fuente: Elaboración propia.

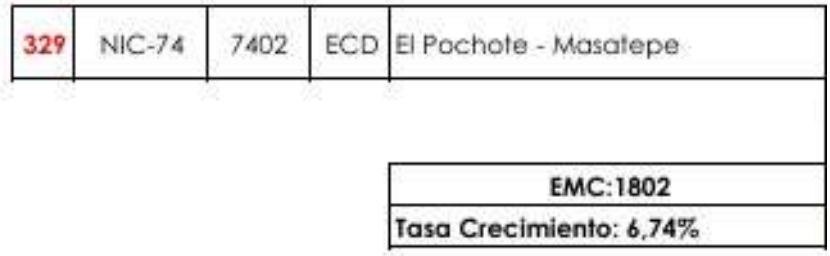
- Determinación del Tránsito Promedio Anual (TPDA).

Debido a que el conteo vehicular fue realizado en 3 días se buscó una estación de corta duración en el anuario del MTI, la elección de esta estación fue basada en encontrar condiciones económicas, y vehiculares similares al de la zona en estudio.

Los factores para expandir el tránsito promedio diario de 12 horas a un día, semana y temporada fueron tomados del Anuario de aforos de tráficos 2020, el cual contiene información de la estación de mayor cobertura NIC-18A (San Marcos-Masatepe) (ver anexos página 111, anexo N.3) que contiene factores del tercer cuatrimestre del año septiembre-diciembre, considerando esta estación porque comparte condiciones similares con el tramo en estudio, ambos tramos se encuentran establecidos en el territorio de Masatepe y comparten tasas de crecimiento vehicular similares.

- Tasa de crecimiento vehicular del tramo El Pochote - Masatepe

Figura 13. Tasa de crecimiento vehicular del tramo El Pochote - Masatepe



Fuente: Anuario de aforos de tráficos 2020 (MTI)

Tabla 6. Tasa promedio de crecimiento vehicular para la estación San Marcos – Masatepe

8	NIC-18A	1802	San Marcos - Masatepe	6.76%

Fuente: Anuario estadístico del Ministerio de Transporte e Infraestructura 2021 (MTI).

Tabla 7. Tabla resumen de Tránsito Promedio Anual (TPDA) del tramo El Pochote - Masatepe.

Tipo de vehículo	Caponera	Motocicletas	Automóviles	Camionetas	Camiones Livianos	Bicicletas	Total
TPD	74	24	12	18	8	36	172
Factror Día	1.37	1.37	1.34	1.29	1.23	1	
Factor Semana	0.94	0.94	1.08	1.01	0.9	1	
Factor fin de semana	1.19	1.19	0.84	0.97	1.36	1	
Expansión a TPDA	0.87	0.87	0.83	0.9	0.91	1	
TPDA	99	32	12	20	11	36	210

Fuente: Elaboración propia

El valor de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) para el tramo El Pochote – Masatepe corresponde a 210 vehículos para el año 2024.

2.2.2. Demanda Futura

Tasa de crecimiento para el cálculo de proyección del TPDA.

- **Tasa de crecimiento vehicular**

El tránsito promedio diario obtenido del cruce entre el municipio de Masatepe y la comarca El Pochote es un dato de suma importancia para determinar la proyección de tránsito

Este crecimiento proyectado resalta la necesidad urgente de una solución de infraestructura, como el puente vehicular, que permita la circulación fluida y segura de los vehículos. Al considerar las estimaciones de tránsito, es crucial que el diseño del puente tenga en cuenta no solo la capacidad de carga necesaria para los vehículos actuales, sino también para el aumento en el volumen de tránsito en las próximas dos décadas. Este análisis, respaldado por la tasa de crecimiento del 6.74%, justifica la construcción del puente vehicular para satisfacer la demanda futura y garantizar que la comunidad y los usuarios de la ruta no enfrenten problemas de congestión o accidentes debido a la falta de infraestructura adecuada.

- **Tasa de crecimiento poblacional**

El municipio de Masatepe, cuenta con una población de 39, 551 habitantes (INIDE al 2018) y una tasa de crecimiento poblacional de 1.23 % anual. El municipio posee una densidad poblacional de 666 habitantes por km^2. Según sexo la población masculina se estima en 19, 624; 49.62% y la población de sexo femenino 19,927; 50.38%. Se estima una población rural del 46%, 18,035 habitantes y una población urbana 54%, 20,962 habitantes. La Población Económicamente Activa (PEA) del casco urbano corresponde a un 37.44%. (INIDE I. N., 2008)

Para determinar una tasa de crecimiento poblacional del municipio de Masatepe que refleje de una manera más precisa el aumento de su cantidad de habitantes, utilizaremos el porcentaje de crecimiento poblacional promedio de las proyecciones de población del periodo del año 2005 al año 2020 realizado por Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE en el año 2008. (INIDE I. N., 2008)

Tabla 8. Proyecciones de población del periodo del año 2005 al año 2020 INIDE 2008.

Municipio, Año y Tasa de Crecimiento	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
MASATEPE			
2005	32,656	16,284	16,372
2006	33,175	16,533	16,642
2007	33,698	16,783	16,915
2008	34,223	17,033	17,190
2009	34,759	17,288	17,471
2010	35,286	17,538	17,748
2011	35,791	17,778	18,013
2012	36,297	18,018	18,279
2013	36,795	18,256	18,542
2014	37,294	18,494	18,800
2015	37,785	18,728	19,057
2016	38,225	18,948	19,277
2017	38,655	19,165	19,490
2018	39,081	19,385	19,696
2019	39,488	19,591	19,897
2020	39,931	19,797	20,134
TASA DE CRECIMIENTO			
2005-2010	1.5	1.5	1.6
2010-2015	1.1	1	1.1
2015-2020	1.1	1.1	1.1

Fuente: (INIDE I. N., 2008)

En base a los datos reflejados en la tabla, se obtiene una tasa de crecimiento poblacional promedio de 1.23%

- **Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB)**

El producto interior bruto (PIB) es un indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un país o región en un determinado periodo de tiempo, normalmente un año. Se utiliza para medir la riqueza que genera un país. También se conoce como producto bruto interno (PBI).

El PIB mide la producción total de bienes y servicios de un país, en la tabla siguiente se muestran datos históricos del cálculo del Producto Interno del periodo de 2010-2020 pertenecientes a Nicaragua según la Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social. (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

Tabla 9. Producto Interno Bruto en Nicaragua

FECHA	PIB anual	Var.PIB(%)
2010	8,759M$	4.40%
2011	9,774M$	6.30%
2012	10,53M$	6.50%
2013	10,98M$	4.90%
2014	11,88M$	4.80%
2015	12,76M$	4.80%
2016	13.29M$	4.60%
2017	13,79M$	4.60%
2018	13,06M$	-4.00%
2019	12,52M$	-3.90%
2020	12,35M$	-5%

Fuente: (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

Con estos datos históricos podemos reflejar un PIB con una proyección creciente de la tasa promedio igual al 3%.

Las tasas promedias calculadas anteriormente del tránsito vehicular, de la población y del PIB se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10. Tabla resumen de tasas de crecimiento

Tasa vehicular	Tasa poblacional	Tasa PIB
6.74%	1.23%	3%

Fuente: Elaboración propia.

- Proyección futura del TPDA.

Para la proyección a futuro del TPDA correspondiente al tramo El Pochote-Masatepe, es necesario realizar un análisis de las tasas de crecimiento reflejadas en este estudio y seleccionar la que mejor se relacione con el sitio, de esta manera podemos obtener una proyección mucho más acertada que servirá para obtener una demanda futura con mayor grado de confiabilidad.

Evaluando la situación de la zona de estudio, el tráfico vehicular ha venido en aumento ocasionando una mayor demanda de circulación vehicular en el tramo, por otro lado, la problemática principal es que al no existir una estructura vial adecuada el flujo vehicular está limitado en gran medida en temporada de invierno ocasionando menor flujo de personas y haciendo que el comercio baje sus actividades.

Al tener una tasa vehicular que no es constante en todo el año y un historial de pocos conteos realizados hasta la fecha, la tasa vehicular de 6.74% no sería adecuada al centrarse en la problemática principal de la falta de un puente vehicular.

Respecto a la tasa de crecimiento poblacional, al tomar en cuenta las poblaciones de la Comarca El Pochote y el municipio de Masatepe y la necesidad de transporte y comercio entre estas localidades, provoca un aumento de actividad económica en la zona, una tasa de crecimiento poblacional de 1.23% no sería realista para reflejar la demanda de flujo vehicular y las actividades económicas entre la comarca El Pochote y El Municipio de Masatepe, siendo este porcentaje muy bajo para representar el tráfico interno y la actividad económica interna en la zona, tomando en cuenta que este cruce sirve como atajo para conectar otras localidades colindantes como lo son las comarcas La Sabanita, El Arenal, Los Cerda y el municipio de La Concepción es de suma importancia considerar una tasa de crecimiento intermedia entre los dos extremos de demanda vehicular de 6.74% y la tasa poblacional de 1.23%, este punto medio nos lo ofrece la tasa de crecimiento del PIB siendo del 3%, esta tasa de crecimiento nos permite tener un enfoque más equilibrado y realista donde se pueda reflejar la problemática actual de este sitio y su actividad económica.

- **Cálculo del TPDA futuro en el tramo entre la comarca El Pochote y el municipio de Masatepe**

Para planificar a futuro y diseñar adecuadamente el puente vehicular, es necesario conocer el periodo en años en el que se va a proyectar el Tráfico Promedio Diario Anual.

La tabla de clasificación según el TPD que nos proporciona el Manual Centroamericano SIECA 2011, hemos clasificado la vía en estudio como una Carretera Local Rural. Esta ruta tiene un papel crucial en esta zona ya que conecta las comarcas y comunidades rurales pequeñas con el municipio de Masatepe, convirtiéndose así en la arteria principal que permite el enlace de transporte y comercio para las pequeñas localidades circundantes.

Para el año de diseño a proyectar, el manual cita: “Se recomienda adoptar un período de proyección de veinte años como base para el diseño”. Usualmente, la estimación del tránsito más allá de este período sobre una vía específica no se justifica debido a que no pueden preverse con ningún grado de precisión los cambios en la economía regional,

población y desarrollo de la tierra a lo largo de la carretera. También se acepta que para proyectos de reconstrucción o rehabilitación de las carreteras se reduzca dicho período a 10 años. Por lo tanto, el periodo adoptado de diseño es de 20 años por ser una construcción totalmente nueva que se realizara en la zona de estudio.

Ecuación 7. Proyección del TPDA

$$TPDA_n = TPDA_a(1+i)^n$$

Donde:

TPDAn = Transito Promedio Diario Anual al año de proyección futura.

TPDa = Transito Promedio Diario del año actual o año base. (Año base 2025; 216 veh/día)

i = tasa de crecimiento promedio seleccionada. (tasa de crecimiento del PIB = 3%)

n = número de años a proyectar = 20 años.

Por lo tanto:

$\mathrm{TPDA}_{2045} = 216 * (1.03)^{20}$ = 390 veh/día.

La demanda futura del tráfico promedio diario anual en tramo El Pochote-Masatepe para el año de diseño 2045 es de 390 veh/día.

2.3. Análisis de oferta

2.3.1. Oferta Actual

Actualmente, el cruce en el que se encuentra el punto de estudio presenta serias deficiencias en su infraestructura, lo que genera un impacto negativo en la seguridad y fluidez del tránsito. Este cruce que atraviesa el cauce natural de tierra, hace aún más complicado el tránsito vehicular. La falta de una estructura de puente adecuada convierte

el paso en un reto, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando el terreno se vuelve intransitable debido al aumento del caudal del cauce natural. Las condiciones del terreno dificultan la circulación, y como resultado, los conductores de transportes de mayor tamaño como buses, microbuses y camiones, evitan este cruce para prevenir daños en sus vehículos. En su lugar, son principalmente las caponeras, motos y bicicletas las que se arriesgan a transitar por el área, aunque no las consideran como una alternativa viable debido a las malas condiciones del cruce. La falta de infraestructura adecuada representa una limitante significativa para la movilidad en la zona, lo que subraya la necesidad urgente de una solución estructural, como la construcción de un puente vehicular, que garantice la seguridad vial y conectividad sin riesgos mecánicos para los vehículos.

2.3.2. Optimización de la oferta.

Actualmente la comunidad no cuenta con una infraestructura habilitada que ofrezca la condiciones que demanda la población y no existe una alternativa que permita ahorrar tiempo y un viaje de mayor seguridad ya que en temporada de afectación la población toma como alternativa viajar a otras municipalidades circundantes, como lo son el municipio de La Concepción o caminos alternos que extienden el viaje y que tampoco ofrece un camino seguro de cruce, tampoco existen antecedentes de alguna estructura de puente, dicho esto no tendríamos una oferta optimizada debido a que el proyecto comienza de cero, careciendo de algún tipo de infraestructura que mejorar.

Ante la ausencia de una oferta alternativa que ofrezca una ventaja significativa respecto a la propuesta original ya sea en costo, tiempo, riesgo o calidad. Entonces no se considera ninguna alternativa viable para la optimización del proyecto.

III. CAPITULO. ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Localización óptima.

La Ciudad de Masatepe está localizada aproximadamente a 45 kilómetros al noroeste de la Capital, Managua. Una forma de llegar allí es siguiendo la Carretera 26 Panamericana de Managua hacia Rivas, tomando luego la desviación hacia Masatepe desde el empalme las Esquinas.

Esta ciudad se encuentra registrada como municipio del Departamento de Masaya. Masatepe ocupa el extremo Sur Oeste de Masaya. Posee una extensión territorial de 59.40 km^2. Por su extensión territorial, le corresponde el quinto lugar entre los nueve municipios que comprende el departamento. Geográficamente situado en las mesetas de los pueblos comprendida en la llanura Adriana entre las coordenadas 11º 55´ latitud norte y 86º 08´ longitud oeste, y a una altura de 455.41 msnm

Los límites municipales de Masatepe son los siguientes:

- Al Norte con los municipios La Concepción, Nindirí y La comarca El Pochote
- Al Sur con el municipio del Rosario (Dpto. Carazo).
- Al Este con la Laguna de Masaya y los municipios de Niquinohomo y Nandasmo.
- Al Oeste con los municipios: La Concepción, San Marcos y Jinotepe.

3.1.1. Macro localización

El pueblo el pochote y el municipio de Masatepe pertenecen al departamento de Masaya es el departamento más pequeño de Nicaragua,

Figura 14.Ubicación del departamento de Masaya en el territorio nacional.



Fuente: (Cano, 2004).

3.1.2. Micro localización

La zona de estudio se ubica en las coordenadas 11°56'33.9" N 86°08'41.0" W con respecto al meridiano de Greenwich esta zona es conocido como el puente El Pochote.

Figura 15. Mapa de la ubicación del puente el pochote.



Fuente: imagen extraída de Google Earth, 2024.

3.1.3. Tamaño Óptimo

El proyecto de la construcción del puente vehicular, tendrá una longitud de 15 metros lineales y presentará un solo carril con un ancho de 4 metros de longitud recomendada según el manual SIECA para vías de baja velocidad y de bajo tráfico. La velocidad de diseño en carreteras rurales locales se establece en el rango de 20 a 60 KPH, el diseño presentado para este proyecto se acopla a este régimen de longitud y velocidad basándose en el aforo vehicular de la zona.

3.2. Desarrollo de estudios técnicos del proyecto para determinar la ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto.

El presente estudio se desarrolla a nivel de prefactibilidad, esto implica un análisis preliminar de la viabilidad del proyecto antes de su diseño definitivo y ejecución. En esta etapa, se recopilaron los datos actuales y las estimaciones simples para la evaluación del proyecto, debido a que el proyecto conserva previamente un diseño estructural elaborado por la empresa PROCAD.SA, se retomarán varios de los datos proporcionados por dicha entidad como referencia para el análisis, esto con el fin de sustentar los estudios técnicos sin necesidad de repetir los cálculos ya realizados, garantizando un enfoque más eficiente y basado en información validada por especialistas.

3.2.1. Criterios de diseño del puente

El diseño del puente se obtiene a través de un conjunto de estudios como son:

- **Inspección técnica**

  Se realizaron visitas al sitio de estudio con el objetivo de obtener una visión clara de las condiciones actuales del cruce y realizar una valoración general del entorno para el desarrollo de los estudios posteriores. Durante estas inspecciones, se

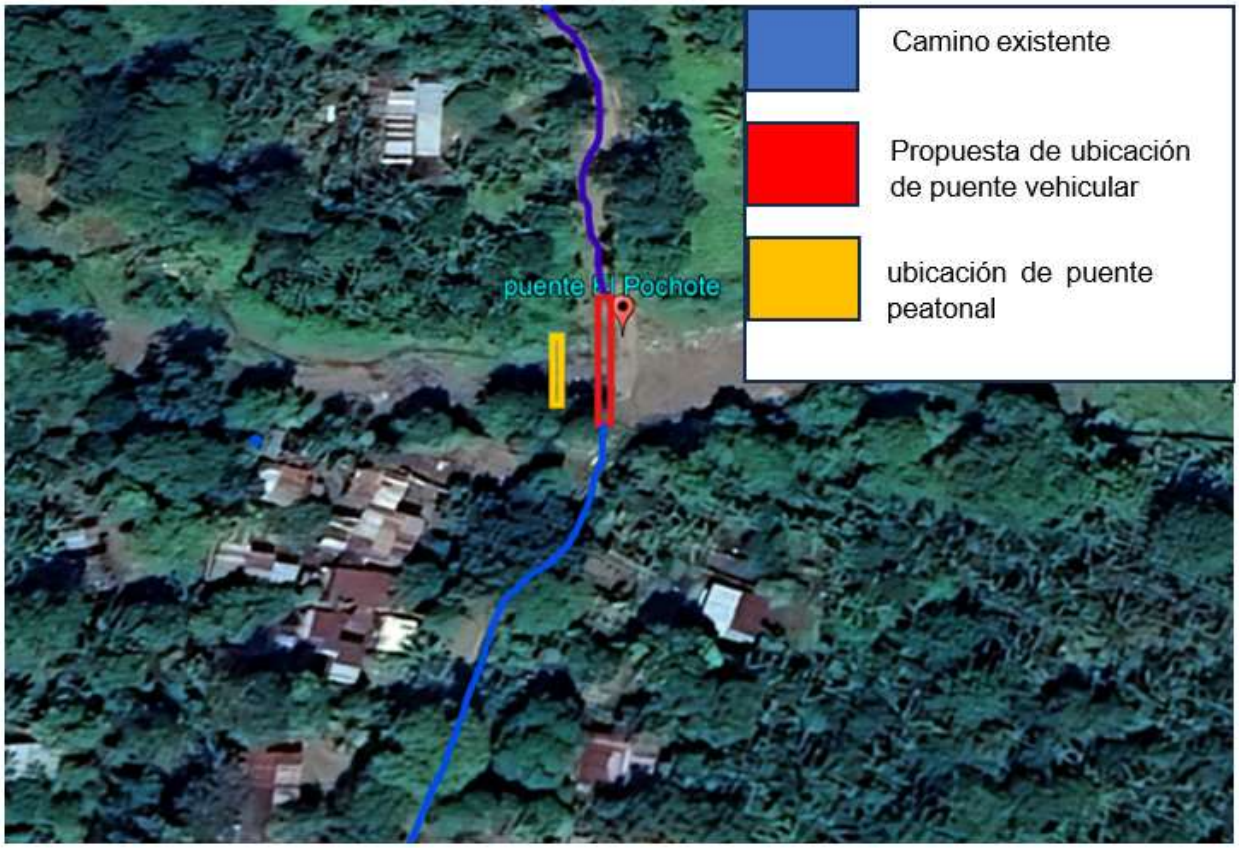
observó directamente el estado del terreno y el comportamiento del cauce, indagando especialmente en el comportamiento de este puente en las temporadas de lluvias, cuando el nivel del agua se eleva y dificulta el tránsito. Además, se consultó a los pobladores de la zona para conocer su experiencia con el cruce con el fin de identificar los períodos críticos en los que el tirante del río representa un mayor problema. También se recopilaron datos sobre las precipitaciones y el impacto que estas tienen en la transitabilidad del sector, complementando la información con investigaciones adicionales.

- **Reconocimiento del punto de cruce**

  En este estudio, el punto de cruce ya está determinado, ya que es el único acceso existente que conecta la comarca El Pochote con el municipio de Masatepe. Debido a las condiciones geográficas y la disposición del camino, este cruce cuenta con un tramo previo que presenta cierto grado de curvatura antes de llegar al cauce. A pesar de que los criterios ideales para la selección de un punto de cruce incluyen un tramo recto del río y una perpendicularidad óptima entre el cauce y el camino, en este caso no existe otra alternativa viable para la construcción del puente. Por esta razón, el diseño de la estructura debe considerar estas condiciones preexistentes, garantizando estabilidad, seguridad y una correcta integración con la vialidad actual, optimizando el trazado y la funcionalidad del cruce sin afectar el flujo vehicular ni la seguridad de los usuarios.

A continuación, se presenta una imagen que muestra la situación actual del cruce, donde se observa el camino existente, la ubicación propuesta para la construcción del puente vehicular y el puente peatonal que actualmente permite el paso de personas. Esta representación permite visualizar la conexión entre la comarca El Pochote y el municipio de Masatepe, evidenciando la necesidad de una infraestructura que garantice un tránsito más seguro y eficiente para todos los usuarios.

Figura 16. Representación gráfica del punto de cruce.



Fuente: imagen extraída de Google Earth, 2024.

3.3. Estudio topográfico

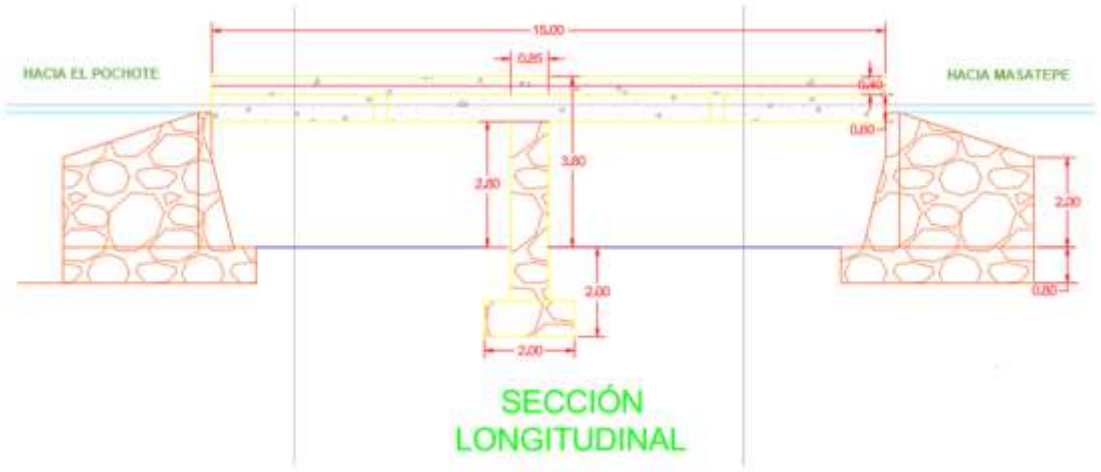
En este apartado del estudio topográfico, se justifica el uso de información existente proveniente de un levantamiento topográfico previamente realizado por la empresa PROCAD.SA para el diseño del puente.

Los datos recopilados fueron utilizados para definir la geometría y adaptación del puente al terreno existente. A partir de este levantamiento, se obtuvieron las secciones transversales que reflejan la altimetría y planimetría del sitio, permitiendo establecer las cotas y dimensiones necesarias para garantizar un diseño funcional y seguro. Estas secciones transversales, representadas en planos de AutoCAD, muestran las elevaciones del terreno y la relación del puente con el cauce natural, asegurando su correcta implementación en el entorno. Con esta información, se justifica el análisis topográfico sin la necesidad de realizar un nuevo levantamiento, dado que los datos obtenidos son adecuados para el desarrollo del proyecto.

3.3.1. Distribución espacial del proyecto

A continuación, se presenta la sección longitudinal, vista en planta y sección transversal del puente “El Pochote” diseñado por la empresa PROCAD.SA, realizado para dar solución a la problemática existente en el sitio de estudio, (ver anexos página 111, anexo N.8, detalles de diseño y cimentación del puente “El Pochote”)

Figura 17. Sección Longitudinal del puente “El Pochote”



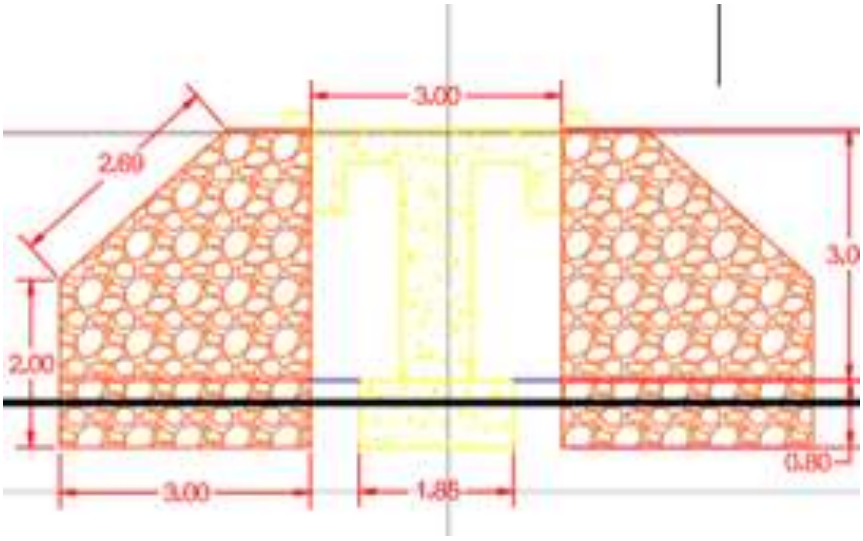
Fuente: PROCAD.SA

Figura 18. Vista en planta del puente “El Pochote”



Fuente: PROCAD.SA

Figura 19. Sección Transversal del puente “El Pochote”



Fuente: PROCAD.SA

3.4. Estudio hidrológico

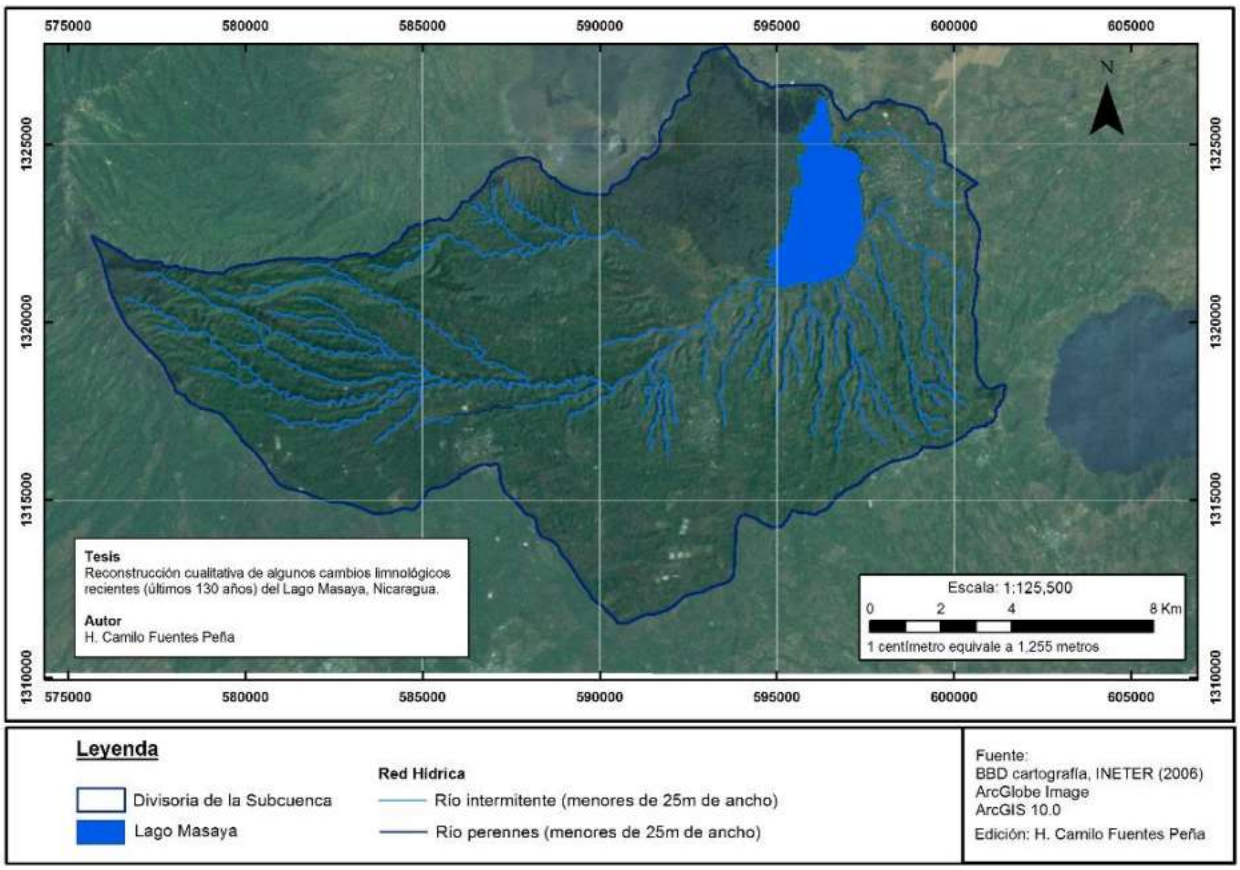
El municipio de Masatepe está conformado por la cuenca del Rio San Juan. Está corresponde a la Cuenca N.º 69 del territorio nicaragüense. Comprende el 100 por ciento del departamento de Masaya, el 94.9 por ciento de Granada, un 13.4 por ciento de Carazo y el 55.9 por ciento de Rivas. La cuenca Río San Juan está conformada por catorce sub cuencas, de las cuales solo tres sub cuencas conforman el municipio de Masatepe, ellas son Buena Vista y Tisma, Laguna de Masaya y Rio “El Pital”.

La red hidrológica de la zona, se encuentra conformada principalmente por cauces secos por lo que, corre el agua de forma temporal, después de una lluvia fuerte durante el invierno. Los cauces naturales se desplazan de este a oeste, desde las partes más altas del relieve hacia las zonas bajas que conducen a las lagunas, Quebrada Grande, Quebrada “La Galanena” y Río San Marcos.

El único cuerpo de agua es la parte sur de la laguna de Masaya cuyas costas limitan con el municipio de Masatepe y lleva el nombre de Buena Vista siendo una de las subcuencas del sistema hidrológico de la laguna de Masaya y mide 12.70 km^2. (Peña, 2015)

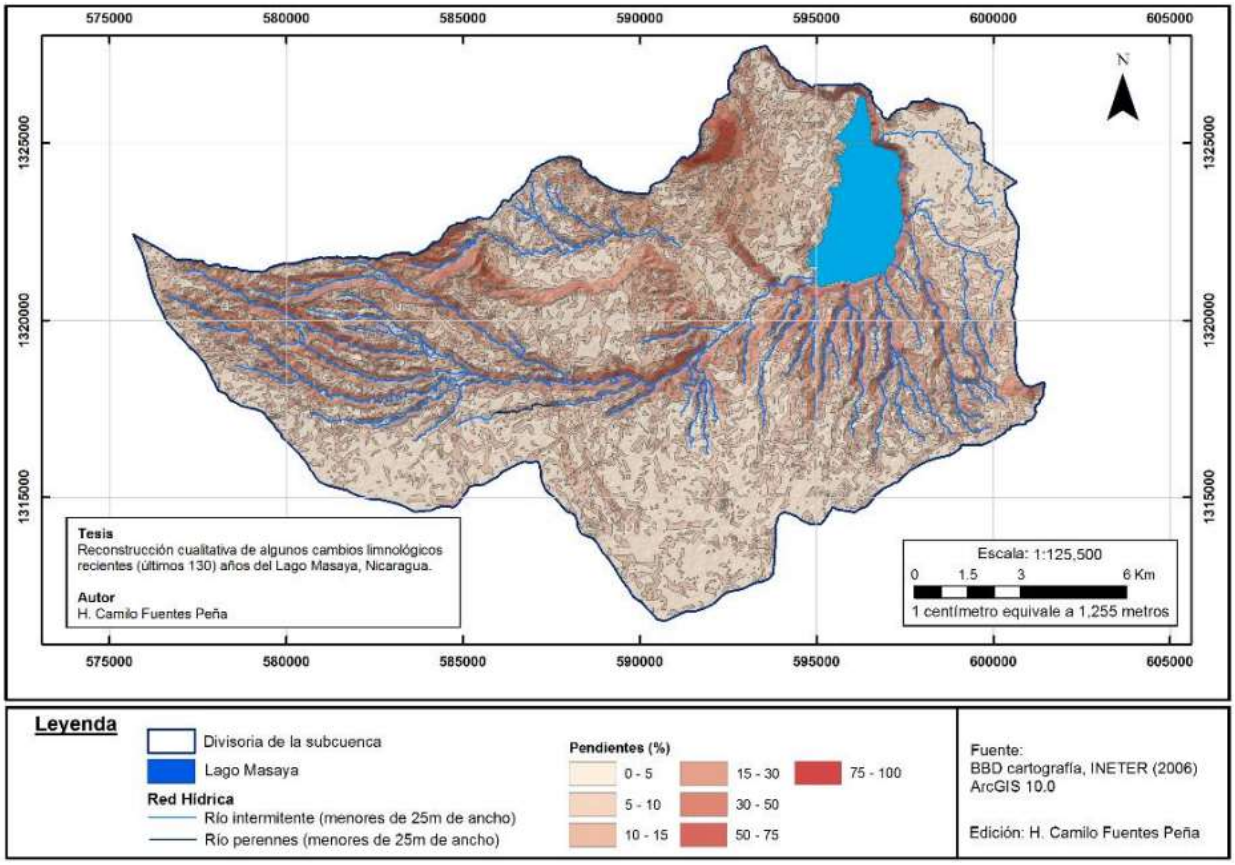
Aunque no tiene ríos perennes, las aguas superficiales escurren a través de una red de cauces, denominados ríos intermitentes como se observa en la Figura 20, que se forman en la zona noroeste y oeste de la subcuenca, en donde se observan las mayores pendientes (50 a 75), Figura 21. (Peña, 2015)

Figura 20. Red de drenaje de la subcuenca del Lago de Masaya.



Fuente: imagen extraída de tesis de reconstrucción cualitativa de algunos cambios inmunológicos recientes (130 años) del Lago de Masaya.

Figura 21. Mapa de pendientes de la subcuenca del lago de Masaya.



Fuente: imagen extraída de tesis de reconstrucción cualitativa de algunos cambios inmunológicos recientes (130 años) del lago de Masaya.

La subcuenca tiene elevaciones que oscilan desde de los 120 msnm en la costa u orilla del lago hasta los 870 msnm en la zona oeste. Se pueden definir tres zonas: la de mayores elevaciones entre los 580 y 870 msnm en San Marcos y La Concepción al oeste y noroeste; la de elevaciones intermedias entre los 320 y 580 msnm en Nandasmo, Masatepe, Niquinohomo y Masaya al sur, suroeste y este y, la de menores elevaciones entre los 120 y 310 msnm desde el Volcán Masaya hasta la costa. (Peña, 2015)

La precipitación media anual en la zona es de aproximadamente 118.9 mm (ver anexos página 111, anexo No.7), según datos obtenidos de INETER. Estos valores permiten

tener una idea del régimen de lluvias en la región y su impacto en el caudal del cauce natural donde se construirá el puente. Esta información de la caracterización de la cuenca es crucial en etapas futuras del proyecto donde se recomienda realizar estudios hidrológicos detallados para garantizar la seguridad y funcionalidad del puente ante eventos hidrológicos extremos.

Con el objetivo de proporcionar una referencia técnica que pueda servir de base para estudios más avanzados en etapas superiores del proyecto, se estimará el caudal de diseño a partir de la información disponible de la cuenca hidrográfica en estudio.

Cálculo de caudal máximo de diseño:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal máximo de diseño (m^3/s).

C: Coeficiente de escorrentía (adimensional), depende del tipo de selo y cobertura vegetal. (Considerando las características de la cuenca ubicada en Masatepe, esta zona presenta una combinación de cobertura vegetal densa, áreas de cultivo y una zona urbana moderada, por lo que aplicamos un promedio ponderado. ((IMTA)., 1998)

- 40% área urbana, con un C aproximado de 0.85.
- 40% zona boscosa o vegetación con un C de 0.20.
- 20% Cultivos agrícolas con un C de 0.40.

C= (0.40 * 0.85) +(0.40 * 0.20) + (0.20 * 0.40)

C= 0.50

I: Intensidad de la lluvia (mm/h), para un período de retorno y duración determinados. (la precipitación anual media en la zona es de 118.9 mm Para obtener la intensidad de precipitación por hora, se asume que la precipitación se distribuye de manera uniforme

a lo largo de todo el año. Esto se calcula dividiendo la precipitación anual entre el número total de horas en un año (365 días × 24 horas). Por lo tanto:

$$I\left(\frac{mm}{h}\right): \frac{118.9mm}{365\ dias * 24\ horas} = 0.0136\ mm/h)$$

A: Área de la cuenca (km^2) (12.70 km^2)

Para aplicar esta fórmula correctamente hay que convertir las unidades de medida para que Q salga en m^3/s para ajustar estas unidades usamos 0.278 para pasar de $mm*km^2$ a m^3/s.

Sustituyendo los valores en la fórmula obtenemos que:

$Q = 0.278 * 0.50 * 0.0136 * 12.70$ = 0.024 m^3/s lo que equivale a 24 litros por segundo.

3.5. Estudio hidráulico

El estudio hidráulico es fundamental para evaluar la interacción del cauce con la estructura del puente, asegurando su estabilidad y funcionalidad ante eventos hidrológicos extremos. Normalmente, este análisis permite determinar parámetros como el tirante máximo del flujo, la velocidad del agua y el riesgo de socavación en los apoyos del puente con el fin de realizar el diseño más óptimo que sea capaz de adaptarse a las diferentes condiciones del caudal que pueda formarse en este cauce.

En el presente estudio, se parte de un diseño de puente proporcionado por la empresa **PROCAD.SA**, la cual, en su proceso de elaboración consideró los criterios hidráulicos necesarios y su diseño de cimentación de pilotes y zapatas para garantizar su correcta operatividad. (Observar planos detallados, ver anexos página 112, anexo No.8)

Dado que el estudio se encuentra en una fase de prefactibilidad, no se realizaron cálculos hidráulicos propios. No obstante, para futuras fases del proyecto se recomienda obtener y revisar los estudios hidráulicos originales o, en su defecto, realizar un nuevo análisis para validar las condiciones hidráulicas del diseño propuesto.

3.6. Estudio de suelos

Masatepe es una ciudad que presenta una tendencia decreciente orientada de Sur a Norte, con elevaciones que van desde los 420 a los 450 msnm. La topografía de esta localidad es regular, sin accidentes topográficos de consideración, con una pendiente predominante hacia la laguna de Masaya.

Se estima que, para la situación actual, Masatepe cuenta con un área de aproximadamente 150 hectáreas. La topografía determina el uso de sus suelos, y las actividades agrícolas que en ella se realizan y por ende el estado de conservación de los recursos y ambientes naturales.

Los suelos de esta región deben su origen y clasificación a la influencia combinada del clima, relieve, roca madre, vegetación, organismos vivos y el intemperismo. De acuerdo a los estudios edafológicos se identificaron los siguientes ordenes de suelos: Entisoles, Vertisoles, Inceptisoles, Molisoles y Alfisoles.

Los suelos de la región se encuentran dentro de la provincia geológica denominada: Provincia de la depreciación, su formación corresponde al cuaternario y tiene origen de las rocas volcánicas y lavas, que es característica de las áreas aledañas a zonas volcánicas.

En las zonas más bajas y en las planicies, predominan los suelos de tipo arenoso y con gran abundancia de piroclástos o piedras volcánicas, estos suelos pertenecen al orden aridisoles. En las zonas más altas (cerros y colinas) 27 predominan los suelos del tipo francos, que son aquellos que presentan proporciones iguales de arena, limos y arcillas, y que presentan más retención de humedad y de mediana vertibilidad natural.

- **Uso Actual del Suelo**

La forma en que se usan los suelos de un sitio cualquiera depende de diversos factores, uno de ellos es la disponibilidad de los recursos para implementar tecnologías que permitan obtener buenos rendimientos. Otro factor es la cultura productiva de los agricultores, aunada a las necesidades que deben satisfacer de manera inmediata.

Por ello, al analizar el uso del suelo de una región, lo notable es un mosaico de tipos de usos, que se le está dando al suelo, que no siempre es el adecuado, según las potencialidades que presenta. Conocer este fenómeno es de suma importancia, ya que permite identificar sitos que no están siendo aprovechados adecuadamente, así mismo permite dirigir acciones de recuperación de aquellas áreas que han estado sujetas a degradación y diseñar políticas y estrategias que conlleven a un desarrollo integral y armónico de los territorios.

Bosques Latifoliados: Las unidades de bosques latifoliados se distribuyen en zonas semihúmedas, en el municipio de Masatepe existen bosques latifoliados abierto (ralo). Los árboles más comunes son: laurel, guanacaste, chilamate, cedro, robles, entre otros.

Cultivos: Este grupo lo componen tanto cultivos de ciclo corto, como cultivos de ciclo largo. Entre estos últimos predominan: café cultivado con sombra y sin sombra, caña de azúcar, cítricos y musáceas.

Pastizales: En el grupo de pastizales encontramos los Pastos con árboles, Pastos con maleza y los Pastos limpios (manejados).

Otros tipos de vegetación: Esta categoría de uso es la segunda de mayor ocurrencia, aquí se ubica la Vegetación arbustiva y los Tacotales que es un estado intermedio de vegetación entre uso agropecuario y forestal.

Terrenos en condiciones particulares: El área humanizada es la de mayor ocurrencia en esta categoría y de gran importancia, ya que estas áreas son abastecedoras de frutales, cítricos y musáceas de la ciudad de Managua y otras ciudades del pacifico de Nicaragua.

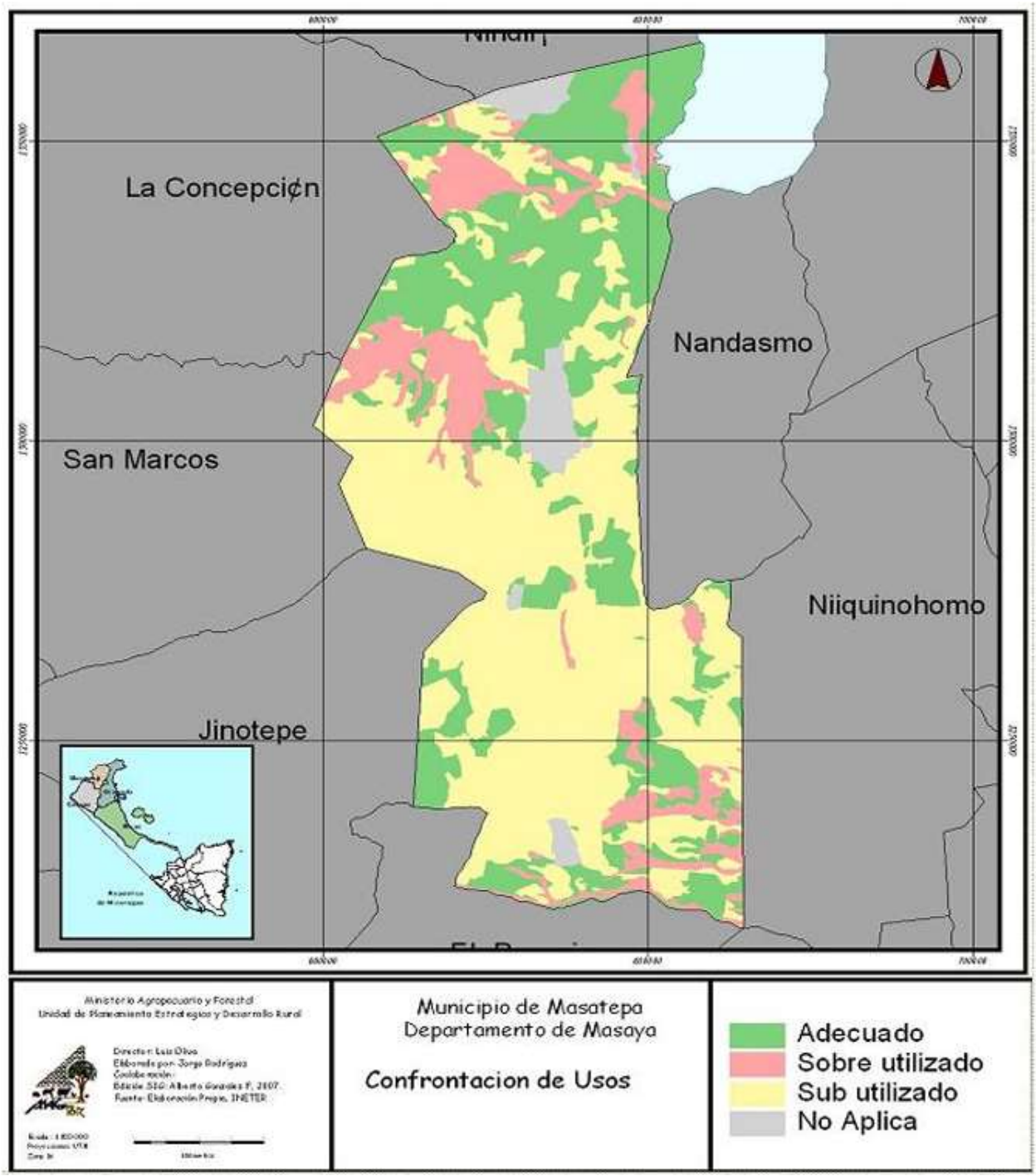
Tabla 11. Uso actual del suelo Municipio de Masatepe

Categoría	Uso Actual	Masatepe	
		Área (Ha)	%
Bosques latifoliado	Bosque latifoliado abierto	346	5.8
	Bosque latifoliado cerrado		
Cultivos	Caña de azúcar	17	0.3
	Café de sombra	2,388	40.2
	Café sin sombra	161	2.7
	Cultivos anuales	406	6.8
	Musáceas	25	0.4
Pastizales	Pasto con maleza	433	7.3
	Pasto con árboles	2	0.0
	Pasto manejado	108	1.8
Otra vegetación	Plantaciones Tacotales	741	12.5
	Vegetación arbustiva	15	0.3
	Vegetación herbácea	1	0.0
Terreno en condiciones particulares	Área urbanizada	1,098	18.5
	Centro poblado	116	1.9
	Tierra sujeta a inundación	74	1.2
	Lava con vegetación	9	0.1
	Suelo sin vegetación	1	0.0
	Agua	5,941	100

Fuente: (González, 2021)

El análisis de uso de suelo, respecto a la vocación de este, mostrado mapa siguiente, indica que el aprovechamiento del recurso suelo es Adecuado, (69.21%), existe menor área de suelo catalogada como Sub utilizada (24.84%), y en categoría Sobre utilizada existe un área mínima, para considerarse representativa (3.48%).

Figura 22. Uso de Suelo de Masatepe



Fuente: (González, 2021)

- **Descripción de categorías.**

Categoría Adecuada: Consiste en un estado de equilibrio entre el uso actual de los suelos y el uso potencial de la tierra, es decir que se satisfacen los requerimientos entre la conservación y el desarrollo, y corresponde con la alternativa de mayor productividad en relación con el medio social local.

Categoría Sub Utilizada: Esta categoría de confrontación se asigna cuando la tierra no está siendo aprovechada eficientemente, de acuerdo con su potencial productivo. El uso actual corresponde a una alternativa de menor productividad que la del uso potencial.

Categoría Sobre Utilizada: Esta categoría se asigna cuando la tierra está siendo utilizada con alternativas productivas que no son adecuadas, de acuerdo a su potencial de uso, y que presentan un alto riesgo para la degradación de los suelos y de los recursos naturales.

Categoría Miscelánea: Es aquella que no aplica para las categorías anteriores y corresponde a centros poblados, cuerpos de agua, etc.

3.6.1. Estrategia constructiva

05 ESTRUCTURA DE PUENTE:

5.1 PILOTE CENTRAL P-1

- **Parrilla Doble para Z-1, de Var. # 6 @ 0.20 m**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Acero de Refuerzo Principal en Pilote P-1, de Var. # 6 @ 0.20 m**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Acero para Estribos Externos e Internos, de Var. # 4**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Formaleta de Madera (Área de Contacto), con Alfajillas de madera de 2” x 4” para Soportes**

Esta actividad consiste en suministrar la madera necesaria para garantizar el encofrado de área de contacto haciendo uso de alfajillas.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Metro Cuadrado (m2).

Recursos Humanos: 1 Carpintero y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores para carpintería
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

5.2 PILOTES LATERALES P-2

- **Parrilla Doble para Z-1, de Var. # 6 @ 0.20 m**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.

Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Acero de Refuerzo Principal en Pilote P-2, de Var. # 6 @ 0.20 m**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Acero para Estribos Externos e Internos, de Var. # 4**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Formaleta de Madera (Área de Contacto), con Alfajillas de madera de 2” x 4” para Soportes**

Esta actividad consiste en suministrar la madera necesaria para garantizar el encofrado de área de contacto haciendo uso de alfajillas.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Metro Cuadrado (m^2).

Recursos Humanos: 1 Carpintero y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores para carpinteria
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

5.3 VIGAS DE SOPORTES Y TIRANTES

- **Acero de Refuerzo Principal de Viga Soporte de Var. # 7**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Acero de Refuerzo Principal de Viga Tirante de Var. # 6**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Acero para Estribos de Var. # 3**

Esta actividad consiste en suministrar acero al despiece, alistarlo y armarlo en el sitio.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Libras (Lbs).

Recursos Humanos: 1 Armador y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

- **Formaleta de Madera (Área de Contacto), con Barules Metálicos o Alfajillas de madera de 2” x 4” para Soportes**

Esta actividad consiste en suministrar la madera necesaria para garantizar el encofrado de área de contacto haciendo uso de alfajillas o barules metálicos.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Metro Cuadrado (m^2).

Recursos Humanos: 1 Carpintero y 2 Ayudantes.
Herramientas: herramientas menores para carpintería
Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

06 OTRAS OBRAS:

- **Pintura Amarillo Trafico en Viga de Guarnición**

Esta actividad consiste en pintar con pintura tipo tráfico la viga de guarnición.

Unidad De Medida

Para esta actividad se usará como unidad de medida Metros (ml).

Recursos Humanos: 2 Ayudantes.

Herramientas: herramientas menores

Control de Calidad: Ing. Residente, Supervisión.

Fuente: Elaborado por PROCAD.SA

3.6.2. Selección del personal

Los procedimientos de la selección de personal constituyen una parte esencial para las organizaciones o empresas. Además, efectuar la selección de forma eficaz significa alcanzar los siguientes fines concretos:

- Contribuir a los objetivos finales de la organización, para ello es necesario disponer de personal con altos niveles de rendimiento.
- Asegurarse de que la inversión económica que hace la organización al incorporar a personas sea rentable, en función de los resultados esperados de ellas.
- Contratar y ubicar a los solicitantes de un puesto de trabajo de forma que se satisfagan tanto los intereses de la organización como los del individuo. (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

En el esquema inferior se muestra la composición del personal:

Figura 23. Composición del personal de trabajo de la obra



Fuente: (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

3.6.3. Balance de Personal

La forma más eficiente de calcular el costo del recurso humano es desagregando al máximo las funciones y tareas que se deben realizar en la operación del proyecto con el objeto de definir el perfil de quienes deben de ocupar cada uno de los cargos identificados y calcular la cuantía de la remuneración asociadas con cada puesto de trabajo. Para el cálculo de los salarios totales de cada personal de la obra y las remuneraciones por cargo, se hace uso de las tablas de salarios mínimos en el país y de la tabla de remuneraciones que son las retribuciones destinadas a los trabajadores producto del esfuerzo en su desempeño laboral, pagos que se reciben en concepto de salarios, bonos, incentivos y prestaciones sociales (Ver Anexos página 111, anexos N.4 y N.5). De esta forma obtenemos la información necesaria para la elaboración de la tabla de planilla salarial del proyecto. (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

Tabla 12. Planilla Salarial para el proyecto

PLANILLA SALARIAL													
CARGO	CANTIDAD	REMUNERACION BRUTA			DEDUCCIONES				NETO A PAGAR	INSS PATRONAL	AGUINALDO	VACACIONES	INATEC	Total
		SALARIO ORDINARIO	HRS EXTRAS	TOTAL INGRESOS	INSS LABORAL	IR	INASISTENCIA	TOTAL DEDUCCIONES						
Ingeniero Gerente	1	C$35,000.00	C$ -	C$ 35,000.00	C$2,450.00	C$3,632.50	C$ -	C$ 6,082.50	C$ 28,917.50	C$ 7,000.00	C$ 2,916.67	C$ 2,916.67	C$ 700.00	C$ 48,533.33
Ingeniero residente	1	C$25,000.00	C$ -	C$ 25,000.00	C$1,750.00	C$2,237.50	C$ -	C$ 3,987.50	C$ 21,012.50	C$ 5,000.00	C$ 2,083.33	C$ 2,083.33	C$ 500.00	C$ 34,666.67
Maestro de Obra	2	C$18,000.00	C$ -	C$ 36,000.00	C$2,520.00	C$3,772.00	C$ -	C$ 6,292.00	C$ 29,708.00	C$ 7,200.00	C$ 3,000.00	C$ 3,000.00	C$ 720.00	C$ 49,920.00
Albañil	6	C$12,000.00	C$ -	C$ 72,000.00	C$5,040.00	C$8,794.00	C$ -	C$ 13,834.00	C$ 58,166.00	C$ 14,400.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$1,440.00	C$ 99,840.00
Ayudantes	12	C$ 9,880.00	C$ -	C$118,560.00	C$8,299.20	C$ -	C$ -	C$ 8,299.20	C$ 110,260.80	C$ 23,712.00	C$ 9,880.00	C$ 9,880.00	C$2,371.20	C$ 164,403.20
													Total	C$ 397,363.20

Fuente: (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

3.6.4. Balance de Obras Físicas.

A continuación, se detalla el desglose de los costos de la obra correspondiente a cada etapa del proyecto a ejecutarse.

Las tablas que contienen las etapas con sus respectivas subetapas de obra se muestran en los anexos página 111, anexo N.6.

Tabla 13. Tabla de obras Físicas de las etapas del proyecto.

SUB-ETAPA	DESCRIPCIÓN	TOTAL
02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVI	C$ 180,000.00
03	EXCAVACION ESPECIAL	C$ 185,126.40
05	ESTRUCTURA DE PUENTE	C$ 3,710,440.85
06	OTRAS OBRAS	C$ 124,740.00
	MONTO SIN IVA	C$ 4,200,307.25
	IVA(15%)	C$ 630,046.09
	TOTAL	C$ 4,830,353.34

Fuente: PROCAD.SA

3.6.5. Aspectos Legales

El proyecto de construcción del puente vehicular ubicado en el tramo del municipio de Masatepe y la comarca El Pochote, cuenta con un respaldo jurídico de leyes necesarias para el correcto funcionamiento de la obra vial.

Las disposiciones jurídicas que regulan todos los procedimientos para la obtención de las autorizaciones y los mecanismos de seguimiento ambiental y social para ejecutar los proyectos, se recopilan a continuación teniendo como referencia el documento de Marco de Gestión Ambiental y Social del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

- Ley No. 40 “ley de municipios” publicada en la gaceta, diario oficial No. 6 del 14 de enero del 2013.

Esta ley en su artículo séptimo, inciso H, faculta a la organización dueña del proyecto a “construir y dar mantenimiento a calles, aceras, andenes, parques y plazas, así mismo en su artículo número doce expresa: Desarrollar el transporte y las vías de comunicación; además podrá: a) Construir y dar mantenimiento a puentes y caminos vecinales e intra municipales.

- Ley No. 730, Ley Especial para el Uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la Infraestructura.

La Ley tiene por objeto normar el uso y aprovechamiento de los interesados en la explotación y aprovechamiento racional de los materiales selectos aptos para la construcción de la infraestructura del país, deberán presentar la solicitud junto con todos los requisitos ante la autoridad correspondiente.

- Ley No. 347¸ Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM).

El INIFOM tiene las siguientes atribuciones y funciones según Art. 5 del Marco de Gestión Ambiental y Social:

a) Brindar asesoría integral a las municipalidades para el mejor cumplimiento de sus competencias y atribuciones y hacer todas las gestiones y esfuerzos necesarios ante el Gobierno Central para que se dote a los gobiernos de los municipios de los recursos financieros necesarios para su desarrollo.

b) Promover la cooperación, asistencia e información entre la administración del Gobierno Central y los gobiernos locales.

- Decreto No. 46, Ley de Derecho de Vía, (Art. 2)

El Art.8 se refiere al derecho de vía que se refiere la presente ley no afectará las edificaciones y construcciones existentes de dominio particular salvo caso de utilidad pública declarada y previa indemnización al dueño de las mismas

- Decreto No. 76- 2006, Sistema de Evaluación Ambiental.

El Decreto tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua según Art. 1. Y también establece la estructura, la administración y las competencias para el seguimiento y control del Sistema de Evaluación Ambiental plasmado en el Art. 5, 6, 7 y 26.

- Acuerdo Ministerial MTI No. 053-2013.

Manual Procedimental para la Adquisición del Derecho de Vía en Proyectos ejecutados por el Manual Procedimental para la Adquisición del Derecho de Vía en Proyectos Ejecutados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura, es un documento normativo que permite a los diferentes niveles jerárquicos, un conocimiento integral del procedimiento a ejecutar en la adquisición del Derecho de vía, así como para determinar 68 las funciones específicas y responsabilidades de cada uno de los funcionarios de esta Institución involucrados en las diferentes etapas del proceso.

- NIC 2000 (Aspectos Ambientales).

Todos los cambios o afectaciones de orden o rehabilitación de un camino o calle en zona pobladas deben estar identificadas en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), con sus correspondientes medidas ambientales e incorporadas en la etapa de diseño del Proyecto, en los planos, en las Condiciones Especiales y en el Pliego de Licitación. En principio, el Contratista no debe exceder las afectaciones ni la adquisición de tierras ni las alteraciones en asentamiento humanos previstos en el diseño. No se debe perjudicar a la población en el desempeño de sus actividades económicas, procurando que las operaciones de construcción no interfieran con el acceso hacia viviendas, infraestructura social y sitios de trabajo. Cuando esto no sea posible, el Contratista debe proveer accesos equivalentes o alternativos a los que ya existían según numeral 5.1.

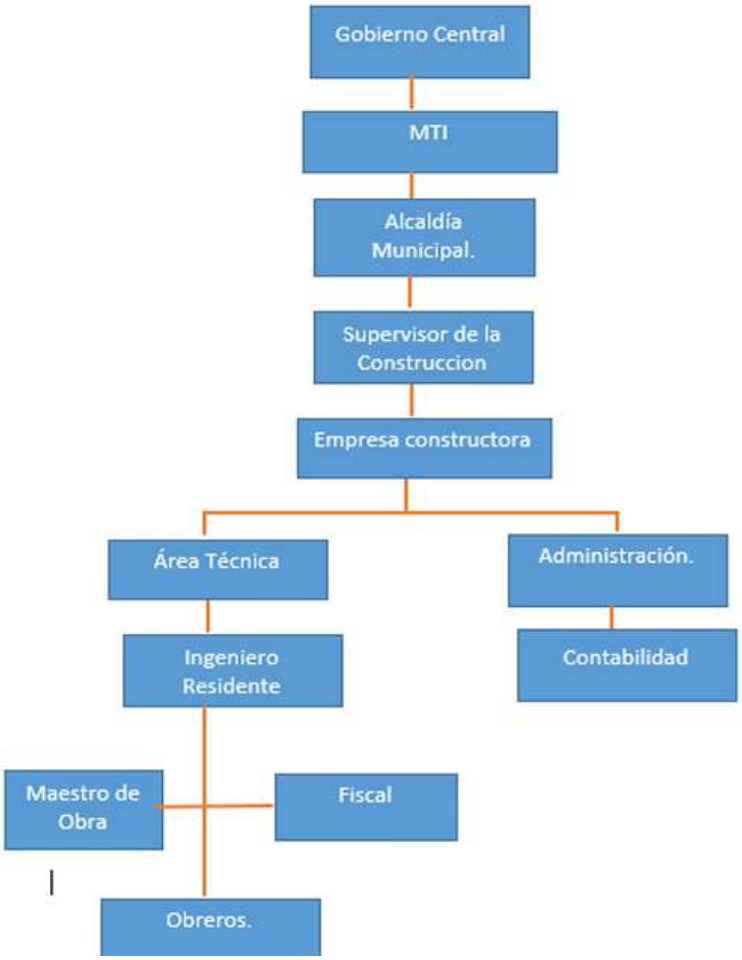
- Guía Formulación de Iniciativas de Inversión Pública.

En la formulación de los proyectos se deben incorporar medidas de adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo. Se debe elaborar un Diagnóstico del área de influencia, la identificación de amenazas, análisis de riesgos a desastres y cambio climático y análisis de impacto ambiental a nivel de perfil. (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

3.6.6. Aspectos Organizacionales.

La unidad encargada de la ejecución del proyecto en este caso el Gobierno central, deberá contar con una estructura organizacional que le permita llevar a cabo todas las actividades relacionadas con el mismo. A continuación, se presenta un organigrama de la estructura de la unidad ejecutora.

Figura 24. Organigrama de estructura de la unidad ejecutora



Fuente: (Blas, FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021)

Gobierno Central: El gobierno central de Nicaragua es el principal benefactor de la obra a construir.

Alcaldía Municipal: Supervisará que el proyecto se lleve a cabo y se realice correctamente y será encargado de administrar el dinero de inversión que se destinó para este proyecto.

Supervisor de la alcaldía: Es la persona puesta por parte de la alcaldía municipal para que vele por sus intereses a la hora de la ejecución de la obra y es a quien la empresa constructora le rendirá cuentas por su trabajo.

Empresa constructora: Este velara por todas las funciones y operaciones del día a día del proyecto que se llevara a cabo.

Administración: Él se encargará de realizar funciones propias de administración y control económico del sector de la construcción.

Contabilidad: llevará el control y registros de los gastos e ingresos y demás operaciones económicas que se realizará en la construcción.

Área Técnica: Desempeña la planificación, gestión, control y documentación del proyecto, asegurando que la construcción se realice de manera eficiente, conforme a la normativa, y dentro del presupuesto y cronograma establecidos.

Ingeniero Residente: El será el encargado de dirigir por parte del Contratista, la ejecución, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el proyecto.

Maestro de obra: Los maestros de obra serán los responsables de la ejecución material del proyecto. Además, están en la capacidad de exigir calidad, de acuerdo a las características del proyecto.

Fiscal: realizara los trabajos de imponer multas al contratista por incumplimiento. Su deber es supervisar que se cumplan los trabajos especificados en el contrato, revisar y aprobar el pago de planillas de avance de obra del contratista.

Obreros: estos estarán encargados de todo el trabajo físico, se encargarán de limpiar y preparar el terreno, cavar zanjas, entre otros trabajos que requiera trabajo físico.

IV. CAPITULO. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL PROYECTO: ASPECTOS FINANCIEROS Y SOCIOECONÓMICOS

Este capítulo tiene como finalidad evaluar la viabilidad del proyecto desde un enfoque financiero, por medio de las herramientas de análisis económico que permitan determinar si la ejecución del puente vehicular representa una inversión socialmente rentable. En el capítulo anterior se abordó el estudio de mercado y el análisis socioeconómico, donde identificamos una alta demanda social y un impacto positivo en las condiciones de vida de la población. Por otra parte, este apartado se centrará en los aspectos cuantificables del proyecto, tomando como base su presupuesto estimado y proyectando los beneficios económicos que se generarían a corto y mediano plazo.

4.1. Inversión de activos fijos

El activo fijo está en consideración de la inversión inicial indispensable para garantizar la operación del proyecto, por ejemplo: el terreno, la construcción que contempla cada etapa y sub etapa, los equipos y maquinarias que se utilizarán. Estos activos fijos mencionados tienen la característica de que son depreciables a excepción del terreno.

Se presenta una tabla de inversión inicial de activos fijos de la construcción del puente vehicular. La inversión total se obtuvo de la tabla de obras físicas de las etapas del proyecto reflejada en la tabla número 13, pág. 80.

Tabla 14. Inversión Activos fijos

Concepto	Monto
Terreno	C$ 0.00
Obras Fisicas	C$ 4,830,353.34
Inversión Total	C$ 4,830,353.34

Fuente: PROCAD.SA

4.2. Inversión inicial en activos diferidos

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se eche a andar, entre estos se consideran los gastos de formulación y supervisión del proyecto correspondientes a un 4 % del costo total de la obra reflejada en la tabla 14, pág. 86.

Tabla 15. Inversión en activos diferidos

Descripción	Monto
Formulación del proyecto 4%	C$ 193,214.13
Supervisión del proyecto 4%	C$ 193,214.13
Total	C$ 386,428.27

Fuente: Elaboración propia

4.3. Ingresos/Beneficios

En este tipo de obra de carácter social no existen ingresos debido a que no hay una remuneración por el uso del puente vehicular, por lo tanto, se analizará los beneficios económicos y sociales que tendrá la comunidad al ejecutarse la obra en el sitio.

4.4. Costos Fijos

Los Costos fijos incluyen el pago de trabajo de personal especificado en el balance de personal siendo el total **397,363.20 córdobas** mensuales y que se extenderá durante los tres meses de duración del proyecto a ejecutar, reflejado en la tabla No. 12, pág. 79.

4.5. Financiamiento

El financiamiento del proyecto se realizará mediante el aporte del presupuesto de la alcaldía municipal a través del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). La alcaldía municipal cubrirá el 100% de la inversión respaldada por el presupuesto gubernamental de obras públicas del país.

4.6. Inversión total

La inversión total incluye los costos de la inversión fija y la inversión diferida necesarios para que el proyecto se desarrolle.

Tabla 16. Inversión total

Descripción	Monto
Activos fijos	C$ 4,830,353.34
Activos diferidos	C$ 386,428.27
Total	C$ 5,216,781.61

Fuente: Propia

4.7. Costos de operación

Los costos de operación del proyecto están sujetos a los costos de mantenimiento que llevará a cabo la puesta en funcionamiento de la obra una vez esta esté culminada.

4.7.1. Costos de mantenimiento

Los primeros 10 años del proyecto se estiman de 1 % del costo inicial y los siguientes 10 años se eleva a 1.5 % anual del costo inicial. El promedio histórico de inflación en

Nicaragua (1993-2024) es considerablemente alto (alrededor del 8.06% según el BCN), pero las proyecciones a largo plazo de organismos económicos sugieren una convergencia hacia el 3.0% - 3.5%. estos porcentajes coinciden con el límite superior del rango de proyección oficial del BCN que se encuentra en el rango del 2% al 4% y con las proyecciones de modelos a largo plazo que se encuentra entre el 3% y el 3.5%.

Para proyectar los costos de mantenimiento se aplicará un aumento anual acumulativo del 3%. (Gracia, 2016)

Tabla 17. Costos de mantenimiento

Año	Porcentaje	Costo Base (C$)	Factor Inflación (1+0.03)^t-1	Costo Proyectado (C$)
2025	1%	48,303.53	1.000	$ 48,303.53
2026	1%	48,303.53	1.030	$ 49,752.64
2027	1%	48,303.53	1.061	$ 51,245.21
2028	1%	48,303.53	1.093	$ 52,782.72
2029	1%	48,303.53	1.126	$ 54,366.11
2030	1%	48,303.53	1.159	$ 55,996.83
2031	1%	48,303.53	1.194	$ 57,676.83
2032	1%	48,303.53	1.230	$ 59,407.06
2033	1%	48,303.53	1.267	$ 61,189.46
2034	1%	48,303.53	1.305	$ 63,025.00
2035	1.50%	72,455.30	1.344	$ 97,374.13
2036	1.50%	72,455.30	1.384	$ 100,294.80
2037	1.50%	72,455.30	1.426	$ 103,303.87
2038	1.50%	72,455.30	1.469	$ 106,402.78
2039	1.50%	72,455.30	1.513	$ 109,595.16
2040	1.50%	72,455.30	1.558	$ 112,883.18
2041	1.50%	72,455.30	1.605	$ 116,269.74
2042	1.50%	72,455.30	1.653	$ 119,759.19
2043	1.50%	72,455.30	1.702	$ 123,352.25
2044	1.50%	72,455.30	1.754	$ 127,051.09

Fuente: Elaboración propia

4.8. Estudio financiero del proyecto

A continuación, se presenta el análisis del Flujo de Caja Financiero, elaborado bajo una óptica de mercado.

Tabla 18. Flujo financiero del proyecto

Año	Inversión C$	Gasto de operación C$	Beneficios C$	Flujo de caja
2024	-3,719,792.11			3,719,792.11
2025		$ 37,197.92	-	-37,197.92
2026		$ 38,313.86	-	-38,313.86
2027		$ 39,463.27	-	-39,463.27
2028		$ 40,647.28	-	-40,647.28
2029		$ 41,866.63	-	-41,866.63
2030		$ 43,122.43	-	-43,122.43
2031		$ 44,416.18	-	-44,416.18
2032		$ 45,748.61	-	-45,748.61
2033		$ 47,121.21	-	-47,121.21
2034		$ 48,534.73	-	-48,534.73
2035		$ 74,986.54	-	-74,986.54
2036		$ 77,235.72	-	-77,235.72
2037		$ 79,552.96	-	-79,552.96
2038		$ 81,939.39	-	-81,939.39
2039		$ 84,397.80	-	-84,397.80
2040		$ 86,929.87	-	-86,929.87
2041		$ 89,537.81	-	-89,537.81
2042		$ 92,224.99	-	-92,224.99
2043		$ 94,991.96	-	-94,991.96
2044		$ 97,840.39	-	-97,840.39

Fuente: Elaboración Propia

4.8.1. Presupuesto de inversión y flujo de costos financieros

El flujo de caja financiero que se presenta ha sido estructurado con el propósito exclusivo de consolidar los egresos operativos y de capital a precios de mercado, sirviendo como insumo base para la posterior evaluación socioeconómica. Dado que el puente entre Masatepe y la Comarca El Pochote constituye un bien público de libre acceso, este flujo no contempla la generación de ingresos monetarios directos ni indicadores de rentabilidad privada, ya que su viabilidad no reside en la recuperación financiera del capital, sino en la creación de valor social. Por tanto, el cuadro refleja estrictamente el cronograma de desembolsos de la inversión inicial de **$3,719,792.11** y las proyecciones de gastos de mantenimiento, los cuales serán objeto de ajustes mediante factores de corrección para determinar el costo real del proyecto desde la perspectiva de la eficiencia social.

4.9. Beneficios del proyecto

Este proyecto de infraestructura vial al ser de carácter social no tiene fuentes de ingresos monetario.

Al ser un proyecto social sus beneficios se calculan en base a las retribuciones que aporta a la comunidad, como el ahorro en el transporte y tiempo de viaje, disminuir enfermedades y mejorar la calidad de vida de la misma.

4.9.1. Ahorro por costos de operación de los vehículos

Este apartado se enfoca en cuantificar el ahorro en costos operativos de los vehículos derivado de la implementación del puente. Para ello, se consideran factores como la reducción en la distancia recorrida, el tránsito promedio diario y el costo operativo por kilómetro, basándose en datos proporcionados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y otras fuentes oficiales. El análisis se proyecta a lo largo de la vida útil estimada del puente, aplicando una tasa de descuento para calcular el valor presente neto (VPN) de los ahorros generados.

Según el Programa de Integración Vial II (NI-L1097), desarrollado por el MTI en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se estimó que el costo promedio de operación vehicular en caminos rurales sin intervención es de US$ 0.62 por vehículo-kilómetro. (Gracia, 2016)

Este valor incluye gastos de combustible, mantenimiento, lubricantes y desgaste de neumáticos, y fue calculado utilizando el modelo HDM-4 (Highway Development and Management Model), una herramienta estándar para este tipo de análisis.

El costo de operación vehicular (COV) reflejado en el Programa de Integración Vial II (NI-L1097) es de 0.62 dólares, para hacer un uso efectivo de este valor como referencia en el presente proyecto, este dato se ha ajustado por la variación acumulada del IPC (Índice de Precios al Consumidor) de Nicaragua que se estima en 46.6% para actualizarlo a precios del periodo del año 2024-2025, dándonos como resultado un valor de costo de operación vehicular (COV) de 0.91 dólares. (Nicaragua, 2025)

IPC Base 2016= 215.00 córdobas

IPC 2024-2025= 315.20 córdobas

$\text{Variación acumulada} = (\frac{\text{IPC FINAL}}{\text{IPC BASE}} - 1)$*100

$\text{Variación acumulada} = (\frac{315.20}{215.00} - 1)$*100 = 46.6%

Variación acumulada de 46.6% entre el periodo 2016-2024/25

$COV_{2024-25} = 0.62 * (1 + 0.46)$= 0.91

Dado que el camino en cuestión es mayoritariamente natural y no pavimentado, es razonable utilizar este valor como base para nuestros cálculos.

Para convertir el costo de operación de dólares a córdobas, utilizamos el tipo de cambio promedio actual:

- Tipo de cambio: C$36.50 por US$1.00

Costo por km= U$ 0.91 * C$ 36.50 = 33.22 C$

- Ahorro de viaje en km: 3.33 km.

Figura 25. Rutas El Pochote-Masatepe



Fuente: imagen extraída de Google Maps 2024.

Ahorro por viaje:

3.33 km * 33.22 = C$ 110.62

- Ahorro diario: 210 vehículos/día año 2024 * C$ 110.62 COV 2024 = C$ 23,230.20

- Ahorro anual: para conocer los beneficios más realistas al ejecutarse la construcción de este puente vehicular se tomará en cuenta los periodos críticos donde el caudal del cauce natural hace imposible el cruce de vehículos y personas.

  Este periodo se ubica en la temporada de invierno, normalmente entre los primeros meses del invierno mayo-junio y las últimas lluvias fuertes que se pronuncias al final del invierno entre septiembre-octubre tomando como fuente la tabla de precipitación anual media proporcionada por INETER (ver anexos, página 111, Anexo No.7) y respaldado por las declaraciones de la comunidad entrevistada en la zona.

  Debido a que en la temporada seca el camino se usa con normalidad y regularidad a pesar del mal estado en el que se encuentra, es en el periodo crítico establecido, donde toda operatividad entre la comarca El Pochote y el municipio de Masatepe es suspendida, interrumpiendo las labores diarias, el asistir a los centros de educación y movilizarse libremente entre localidades, lo que provoca una afectación del comercio en la zona, obligando a que los pobladores realicen un viaje más largo que les permite conectar a la comarca y el municipio.

  Es por lo antes comentado que se tomó de manera conservadora para no sobreestimar los beneficios un periodo de afectación de 45 días con el fin de cuantificar el ahorro de costos de operación vehicular por distancia no recorrida en los días donde el acceso a este cruce es de alto riesgo teniendo que tomar un camino más largo para poder conectar estas zonas.

- C$ 23,230.20 * 45 días (periodo de días donde no hay acceso al cruce por las fuertes corrientes) = C$ 1,045,359

- Proyección a 20 años:

Para realizar la proyección a 20 años a futuro de una forma más realista de los ahorros por Costo de Operación Vehicular (COV) se utilizará los primeros 5 años el COV estimado para caminos de tierra el cual se estableció en 33.22 córdobas por kilómetro. Luego para los años posteriores a 2028 se aplicará un COV distinto correspondiente a caminos pavimentados, al establecer la construcción del puente la Alcaldía del Municipio de Masatepe tomaría el proyecto de mejoría de camino en este tramo que conecta al municipio de Masatepe con la comarca El Pochote de manera prioritaria para mejorar la ruta antes mencionada. Estos proyectos están bajo la formulación PIA para los próximos años en este municipio.

Debido a la mejora sustancial del camino, se establecerá un cambio en el COV de forma conservadora para el periodo del año 2029 hasta el año 2044 este cambio se establecerá en 25 córdobas por kilómetro para camino de pavimento en buen estado tomado como referencia el procedimiento para Cálculo de los Costos de Operación Vehicular correspondientes al año 2016 en los 15 Corredores de la Red Carretera Federal impartido por M. en I.S.D Noelia Villegas Villegas, Dr. Alberto Mendoza Díaz y M. en I. Emilio Abarca Pérez. (Villegas, 2018)

Mantendremos el tráfico (TPDA) creciendo al 3% y los costos (COV) creciendo con la inflación al 3% de forma moderada en cada régimen. El COV bajo de $25.00 es una estimación de una reducción del 24.7% en costos al mejorar la superficie.

Este enfoque es metodológicamente sólido y utiliza referencias pertinentes al sector vial en Nicaragua.

Tabla 19. Flujo de caja de beneficios de Costos de Operación Vehicular COV

Año	TPDA (veh/día) (Crec.3%)	COV Aplicado (C$/Km) (Crec.3%)	Ahorro Anual (C$)
2025	216	34.22	1,107,509.22
2026	222	35.24	1,174,956.53
2027	229	36.30	1,246,511.39
2028	236	37.39	1,322,423.93
2029	243	25	910,750.47
2030	250	25.75	966,215.18
2031	258	26.52	1,025,057.68
2032	266	27.32	1,087,483.70
2033	274	28.14	1,153,711.45
2034	282	28.98	1,223,972.48
2035	290	29.85	1,298,512.40
2036	299	30.75	1,377,591.81
2037	308	31.67	1,461,487.15
2038	317	32.62	1,550,491.72
2039	327	33.60	1,644,916.66
2040	337	34.61	1,745,092.09
2041	347	35.64	1,851,368.20
2042	357	36.71	1,964,116.52
2043	368	37.81	2,083,731.22
2044	379	38.95	2,210,630.45

Fuente: Elaboración propia

4.9.2. Aumento del valor de las viviendas

Uno de los beneficios que se derivan de la construcción de este puente vehicular es el aumento en el valor de las viviendas por el mejoramiento al acceso de la comarca El Pochote que serán directamente beneficiadas por el proyecto.

Tras consultar a la Oficina de Urbanismo y Catastro de Masatepe, se constató que los valores en la Comarca El Pochote se rigen por las Tablas de Valores Unitarios de Suelo y Mejoras, fundamentadas legalmente en el Decreto No. 455 (Plan de Arbitrios Municipal). Aunque estos datos institucionales sitúan el valor fiscal por debajo de los precios comerciales debido a la naturaleza rural y los accesos de tierra, se identificó una brecha significativa entre la base imponible y el mercado inmobiliario local.

Ante esta discrepancia, la investigación adopta un precio promedio de equilibrio de \$6,000.00 dólares para un lote estándar de 600.00 m^2 (858.70 v^2). Este valor, equivalente a \$7.00 USD/v^2, establece un marco financiero realista que reconoce la plusvalía de la zona y garantiza la coherencia técnica del proyecto con la normativa municipal vigente.

Se establece una tasa de plusvalía del 5% anual, este porcentaje se fundamenta en la Ley No. 509 (Ley General de Catastro Nacional) y los manuales de valuación del INETER, que condicionan el incremento del valor del suelo a la calidad de su infraestructura. Si bien la construcción del puente vehicular mejora la conectividad conforme al Decreto No. 455, la ausencia de vías revestidas (asfalto/adoquín) y el entorno rural de la comarca El Pochote actúan como factores limitantes. Por tanto, se asume un crecimiento conservador que cubre el deslizamiento de la moneda y la mejora puntual de acceso, sin incurrir en sobrevaloraciones del activo. (INETER)

Tabla 20. Plusvalía de viviendas

Descripción	Unidad	Monto
Viviendas beneficiadas en la zona de influencia	c/u	58
Valor unitario promedio (en dólares)	$	6,000
Valor unitario promedio (en córdobas)	C$	219,000
Valor total	C$	12,702,000
Incremento de valor	%	5
Nuevo valor de las propiedades (en dólares)	$	6,300
Nuevo valor de las propiedades (en córdobas)	C$	229,950
Incremento de valor	C$	10,950
Nuevo valor total	C$	13,337,100
Beneficio de plusvalía de viviendas	C$	635,100

Fuente: Elaboración propia

Considerando un valor promedio de las viviendas de 6,000 dólares y un incremento de valor en 5 %, se tiene un beneficio total de C$ 635,100 córdobas.

4.9.3. Beneficios Totales

Los beneficios totales del proyecto es la suma de los beneficios individuales considerados en el análisis.

Tabla 21. Flujo de beneficios totales del proyecto

Año	Plusvalía C$	Costos de operación vehícular C$	Total
2024			
2025	635,100	1,107,509.22	1,742,609.22
2026		1,174,956.53	1,174,956.53
2027		1,246,511.39	1,246,511.39
2028		1,322,423.93	1,322,423.93
2029		910,750.47	910,750.47
2030		966,215.18	966,215.18
2031		1,025,057.68	1,025,057.68
2032		1,087,483.70	1,087,483.70
2033		1,153,711.45	1,153,711.45
2034		1,223,972.48	1,223,972.48
2035		1,298,512.40	1,298,512.40
2036		1,377,591.81	1,377,591.81
2037		1,461,487.15	1,461,487.15
2038		1,550,491.72	1,550,491.72
2039		1,644,916.66	1,644,916.66
2040		1,745,092.09	1,745,092.09
2041		1,851,368.20	1,851,368.20
2042		1,964,116.52	1,964,116.52
2043		2,083,731.22	2,083,731.22
2044		2,210,630.45	2,210,630.45

Fuente: Elaboración Propia

4.10. Determinación de los precios sociales

El Sistema Nacional de Inversión Pública, en el proceso de asegurar una distribución óptima de los recursos incluye el cálculo y uso de los precios sociales en la evaluación socioeconómica de los proyectos de inversión pública.

En atención de esto la Unidad de Inversiones Públicas (UIP) ha venido realizando esfuerzos para determinar precios sociales de factores básicos de producción: Tasa Social de Descuento (TSD), Mano de Obra y Precio Social de la Divisa.

Los precios sociales deben ser usados por los proponentes en la evaluación socioeconómica del proyecto, representan valores oficiales que reflejan el costo real para la sociedad de usar unidades adicionales de los factores de producción en la generación de unidades de bienes y servicios.

Los precios sociales que actualmente la UIP exige se usen en las evaluaciones económica son los siguientes. (Ordeñana, 2022)

Tabla 22. Factores de conversión

Descripción	Valor
Precio social de la divisa	1.02
Mano de obra calificada	0.82
Mano de obra no calificada	0.54
Tasa social de descuento	8%

Fuente: SNIP

Con los factores anteriores se calculan los precios sociales para los costos involucrados en el proyecto.

4.10.1. Transformación a precios sociales

Los costos de inversión fija, diferida y mantenimiento se han desagregado en sus componentes primarios los cuales son mano de obra calificada (MOC) y mano de obra no calificada (MONC). A cada componente de la tabla de costos de obra que podemos observar en anexos pág. 111, anexo N.6, se le aplicó su respectivo factor de conversión a precios sociales, según los lineamientos metodológicos del Sistema Nacional de Inversión Pública en Nicaragua. Específicamente se utiliza el factor 0.82 para la mano de obra calificada y 0.54 para la mano de obra no calificada

Tabla 23. Inversión fija a precios sociales

SUB-ETAPA	DESCRIPCIÓN	TOTAL
02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	C$ 147,600.00
03	EXCAVACION ESPECIAL	C$ 151,803.65
05	ESTRUCTURA DE PUENTE	C$ 3,042,561.50
06	OTRAS OBRAS	C$ 102,286.80
	MONTO SIN IVA	C$ 3,444,251.95
	IVA(15%)	C$ 0.00
	TOTAL	C$ 3,444,251.95

Fuente: Propia

Los valores de inversión a precios sociales para la inversión diferida que se usan en el análisis económico son los siguientes.

Tabla 24. Inversión diferida a precios sociales

Descripción	Monto
Formulación del proyecto 4%	C$ 137,770.08
Supervisión del proyecto 4%	C$ 137,770.08
Total	C$ 275,540.16

Fuente: Propia

Tabla 25. Inversión total a precios sociales

Descripción	Monto
Activos fijos	C$ 3,444,251.95
Activos diferidos	C$ 275,540.16
Total	C$ 3,719,792.11

Fuente: Propia

Tabla 26. Costos de mantenimiento a precios sociales

Año	Porcentaje	Costo Base (C$)	Factor Inflación (1+0.03)^t-1	Costo Proyectado (C$)
2025	1%	37,197.92	1.000	$ 37,197.92
2026	1%	37,197.92	1.030	$ 38,313.86
2027	1%	37,197.92	1.061	$ 39,463.27
2028	1%	37,197.92	1.093	$ 40,647.28
2029	1%	37,197.92	1.126	$ 41,866.63
2030	1%	37,197.92	1.159	$ 43,122.43
2031	1%	37,197.92	1.194	$ 44,416.18
2032	1%	37,197.92	1.230	$ 45,748.61
2033	1%	37,197.92	1.267	$ 47,121.21
2034	1%	37,197.92	1.305	$ 48,534.73
2035	1.50%	55,796.88	1.344	$ 74,986.54
2036	1.50%	55,796.88	1.384	$ 77,235.72
2037	1.50%	55,796.88	1.426	$ 79,552.96
2038	1.50%	55,796.88	1.469	$ 81,939.39
2039	1.50%	55,796.88	1.513	$ 84,397.80
2040	1.50%	55,796.88	1.558	$ 86,929.87
2041	1.50%	55,796.88	1.605	$ 89,537.81
2042	1.50%	55,796.88	1.653	$ 92,224.99
2043	1.50%	55,796.88	1.702	$ 94,991.96
2044	1.50%	55,796.88	1.754	$ 97,840.39

Fuente: Elaboración propia

4.11. Flujo de caja a precios sociales

El flujo de caja del proyecto considera la inversión, el valor de salvamento, el costo de operación y los beneficios que el proyecto genera. El flujo de caja del proyecto considera la inversión, el valor de salvamento, el costo de operación y los beneficios que el proyecto genera.

Tabla 27. Flujo de caja a precios sociales

Año	Inversión C$	Gasto de operación C$	Beneficios C$	Flujo de caja	Tasa de descuento
2024	3,719,792.11			-3,719,792.11	8%
2025		$ 37,197.92	1,742,609.22	1,705,411.30	
2026		$ 38,313.86	1,174,956.53	1,136,642.68	
2027		$ 39,463.27	1,246,511.39	1,207,048.11	
2028		$ 40,647.28	1,322,423.93	1,281,776.65	
2029		$ 41,866.63	910,750.47	868,883.84	
2030		$ 43,122.43	966,215.18	923,092.75	
2031		$ 44,416.18	1,025,057.68	980,641.51	
2032		$ 45,748.61	1,087,483.70	1,041,735.09	
2033		$ 47,121.21	1,153,711.45	1,106,590.24	
2034		$ 48,534.73	1,223,972.48	1,175,437.75	
2035		$ 74,986.54	1,298,512.40	1,223,525.86	
2036		$ 77,235.72	1,377,591.81	1,300,356.09	
2037		$ 79,552.96	1,461,487.15	1,381,934.19	
2038		$ 81,939.39	1,550,491.72	1,468,552.33	
2039		$ 84,397.80	1,644,916.66	1,560,518.86	
2040		$ 86,929.87	1,745,092.09	1,658,162.22	
2041		$ 89,537.81	1,851,368.20	1,761,830.38	
2042		$ 92,224.99	1,964,116.52	1,871,891.53	
2043		$ 94,991.96	2,083,731.22	1,988,739.26	
2044		$ 97,840.39	2,210,630.45	2,112,790.06	

Fuente: Propia

El flujo considera el monto de inversión total a precios sociales y los costos y beneficios del proyecto, en el periodo de vida del puente de veinte años

4.12. Evaluación económica del proyecto

La presente sección abordar la evaluación financiera del proyecto un análisis crucial para determinar la su viabilidad económica y su potencial para generar valor a través de uso de indicadores financieros clave como lo son VANE, TIRE y la relación costó beneficio. Se realizará un análisis en base a una proyección de los flujos efectivos futuros esperados contrastándolos con la inversión inicial requerida para este proyecto con el objetivo de que este análisis nos permita tener una perspectiva cuantitativa sobre la rentabilidad y el atractivo financiero del proyecto a lo largo de su vida útil. Utilizando el programa Excel se procedió a calcular los indicadores económicos VANE, TIRE y la relación Costo / beneficio considerando una tasa de descuento del 8%, aplicando las fórmulas correspondientes para cada indicador económico.

Tabla 28. Cálculo de indicadores económicos del proyecto

Año	Inversión C$	Gasto de operación C$	Beneficios C$	Flujo de caja	Tasa de descuento
2024	3,719,792.11			-3,719,792.11	8%
2025		$ 37,197.92	1,742,609.22	1,705,411.30	
2026		$ 38,313.86	1,174,956.53	1,136,642.68	
2027		$ 39,463.27	1,246,511.39	1,207,048.11	
2028		$ 40,647.28	1,322,423.93	1,281,776.65	
2029		$ 41,866.63	910,750.47	868,883.84	
2030		$ 43,122.43	966,215.18	923,092.75	
2031		$ 44,416.18	1,025,057.68	980,641.51	
2032		$ 45,748.61	1,087,483.70	1,041,735.09	
2033		$ 47,121.21	1,153,711.45	1,106,590.24	
2034		$ 48,534.73	1,223,972.48	1,175,437.75	
2035		$ 74,986.54	1,298,512.40	1,223,525.86	
2036		$ 77,235.72	1,377,591.81	1,300,356.09	
2037		$ 79,552.96	1,461,487.15	1,381,934.19	
2038		$ 81,939.39	1,550,491.72	1,468,552.33	
2039		$ 84,397.80	1,644,916.66	1,560,518.86	
2040		$ 86,929.87	1,745,092.09	1,658,162.22	
2041		$ 89,537.81	1,851,368.20	1,761,830.38	
2042		$ 92,224.99	1,964,116.52	1,871,891.53	
2043		$ 94,991.96	2,083,731.22	1,988,739.26	
2044		$ 97,840.39	2,210,630.45	2,112,790.06	
VANE	$12,075,464.32				
TIRE	34%				
Costo/Beneficio	3.37				
VAN DE BENEFICIOS:	$13,287,008.11				
VAN DE LOS EGRESOS:	$3,947,113.08				

Fuente: Elaboración propia

El análisis económico del proyecto de la construcción de este puente vehicular demuestra una viabilidad financieramente sobresaliente con un valor actual neto (VANE) positivo de 12,075,464.32 Córdobas, una tasa interna de retorno (TIRE) del 34 % y una relación beneficio-costo de 3.37, lo que resalta en gran medida su alta rentabilidad siendo este un proyecto clave que mejoraría exponencialmente la calidad de vida de la población, este proyecto representa una inversión importante para el desarrollo social de la región al mejorar la conectividad y el acceso entre las comunidades afectadas. La construcción de este puente no sólo reducirá los costos de transporte y facilitará el comercio, sino que también promoverá la cohesión social Inclusión e igualdad de las oportunidades para sus habitantes, es por eso que este proyecto se presenta como una iniciativa integral que no sólo traerá beneficio económico directo, sino que contribuirá al bienestar social y el fortalecimiento de la comunidad a largo plazo.

V. CAPITULO. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El presente estudio de Prefactibilidad para la construcción de puente vehicular entre el municipio de Masatepe y la comarca El Pochote ha revelado resultados extremadamente positivos que no sólo respaldan la viabilidad económica del proyecto, sino que también subraya su trascendental importancia para el bienestar de las personas que habitan en esta zona.

A partir de los resultados de los estudios de demanda, técnico y socioeconómico se puede concluir que:

- El estudio de mercado confirma que la construcción del puente vehicular entre Masatepe y la Comarca El Pochote es una inversión estratégica esencial para responder al crecimiento del volumen de tráfico esperado (TPDA), aportando beneficios en el ámbito poblacional y comercial de la zona, la cual carece actualmente de alternativas de conectividad viables.

- A partir del estudio técnico se logró determinar la ingeniería y el proceso de desarrollo del proyecto del puente vehicular, se definieron las secciones longitudinales y un sistema de cimentación basado en pilotes y zapatas, estableciendo así las características físicas y estructurales del puente y sus costos preliminares.

- A partir de los resultados obtenidos en el análisis del estudio socioeconómico se pudo constatar que los criterios de evaluación VANE>0 (12,075,464.32), TIRE> TSD (34 %) y la relación costo beneficio es igual a 3.37, se puede concluir que la inversión es viable económicamente, y que la rentabilidad del mismo se asegurará mediante los beneficios sociales que se obtendrán en la población beneficiaria del proyecto.

5.2. Recomendaciones

Considerando que el presente estudio se encuentra en una etapa de prefactibilidad, las recomendaciones aquí planteadas buscan orientar los siguientes pasos hacia etapas futuras del proyecto y una eventual ejecución, partiendo de los resultados preliminares obtenidos y reconociendo que aún existen aspectos técnicos que deben ser profundizados en fases futuras.

- Se recomienda a las entidades gubernamentales y de planificación vial (como el Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI y la alcaldía de Masatepe) la ejecución prioritaria e inmediata de la construcción del puente vehicular propuesto.

- Se recomienda que la construcción del puente se acompañe de una planificación integral de la infraestructura vial complementaria en ambos extremos accesos y vías de distribución.

- Desarrollar estudios técnicos complementarios en la fase de factibilidad: Si bien el análisis realizado ha mostrado indicadores económicos sumamente favorables, se recomienda avanzar hacia una fase de factibilidad en la que se desarrollen estudios técnicos más detallados. Esto incluye análisis geotécnicos, hidrológicos, estructurales, ambientales y de impacto social más profundos que permitan reducir la incertidumbre y fortalecer la toma de decisiones.

VI. Referencias

(MTI)., M. d. (2023). *Informe de proyectos de infraestructura vial. .* Managua.

conagua/7587303

Alvares, E. (2017).

Blas, I. M. (2021). *FORMULACIÓN A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE 363.42 MTS DE CALLE, UBICADA EN .*

Blas, I. M. (2021). *FORMULACIÓN A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE 363.42 MTS DE CALLE, UBICADA EN LA COMARCA SAN JOSÉ DE LA CAÑADA, DISTRITO III MANAGUA.* MANAGUA.

Blas, I. M. (2021). FORMULACIÓN A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN. Managua.

Espinoza, M. J. (2017). *Diagnostico del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Masatepe.*

FISE, N. (2007). *Supervision, control y mantenimiento social en la fase de ejecucon*. Obtenido de https://www.yumpu.com/es/document/read/62733193/manual-de-administracion-nuevo-fise-supervision-de-proyectos

Gadea, J. C. (2017). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO "CONSTRUCCION DE UN PUENTE VEHICULAR ENTRE LOS BARRIOS LOS ENCUENTROS Y VILLA EL CARMEN, EN EL MUNICIPIO DE JINOTEGA.*

García., R. T. (2013). *Propuesta del Anteproyecto; Complejo Habitacional de.*

Glickman. (2009).

González, L. A. (2021). *Estudio de Factibilidad del Proyecto: Construcción de Tramo de carretera Masatepe-Mata de Guayabo-Niquinohomo,6270 km Departamento de Masaya, 2020-2021.* Managua.

Gracia, D. T. (2016). *PROGRAMA DE INTEGRACIÓN VIAL II (NI-L1097).* Managua.

Hernandez Sampieri, F. C. (2014). *Metodologia De La Invvetigacion*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2023, de https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Hernández, X. d. (2019). *Evaluación de planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, departamento de Masaya.*

INETER. (s.f.). *https://sjnavarro.wordpress.com/.* Obtenido de https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-procedimientos-catastro.pdf: https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/manual-procedimientos-catastro.pdf

INIDE. (2005). *IV Censo Nacional de Población.*

INIDE, I. N. (2008). *Masaya en cifras: proyecciones de población al 30 de junio por sexo, según año calendario y tasa de crecimiento (2005–2020).* Obtenido de www.inide.gob.ni: https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/CifrasMun/Masaya/masatepe.pdf

Jarquín, R. (2013). *Propuesta del Anteproyecto; Complejo Habitacional de.*

Lacayo, R. (2020). *Repositorio Institucional RIUMA*. Obtenido de https://repositorio.unan.edu.ni/

Montejos, A. (2002). *Manual de Ingeniería de Pavimentos para Carreteras.*

Morales. (2015). *Ingeniería Económica y Evaluación de Proyectos de Inversión.*

MTI, M. d. (2008). *Manual para la revisión de estudios de tránsito.* Managua.

Nicaragua, B. C. (2025). *Banco Central de Nicaragua*. Obtenido de Banco Central de Nicaragua: https://www.bcn.gob.ni/base-de-datos-estadisticos

Nicaragua., P. d. (1989). *Decreto No. 455: Plan de Arbitrios Municipal*. Obtenido de http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/42A072C45FF3AD8A06257D5B005B7C6C

Ordeñana, B. J. (2022). ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE 450 METROS LINEALES DE CALLES ADOQUINADAS EN EL BARRIO NÓRLAN RAMÍREZ, MUNICIPIO DE TEUSTEPE, DEPARTAMENTO DE BOACO”.

Peña, L. F. (2015). *Reconstrucción cualitativa de algunos cambios limnológicos recientes (últimos 130 años) del lago de Masaya, Nicaragua. .* Managua.

Sandoval Carrillo, E. y. (Junio de 2022). *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de http://ribuni.uni.edu.ni/4650/

Villegas, M. e. (14 de 11 de 2018). *youtube.com.* Obtenido de IMTMexico: https://www.youtube.com/watch?v=Jk3SjG4gwXc

Zambrano, M. C. (2005). *Formulación y evaluación de proyectos.* McGraw-Hill.

VII. Anexos

Anexo No1. Formato Encuesta para el Estudio de la Demanda Social del Proyecto de Construcción de un Puente Vehicular entre el municipio de Masatepe y la comarca el Pochote.

Encuesta para el Estudio de la Demanda Social del Proyecto de Construcción de un Puente Vehicular entre el municipio de Masatepe y la comarca el Pochote.

Objetivo: Esta encuesta tiene como finalidad recopilar información sobre la percepción, necesidades y nivel de aceptación de la población respecto al proyecto de construcción de un puente vehicular en la zona de estudio. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente con fines académicos.

1. Datos generales del encuestado

1.1 Sexo:
☐ Masculino ☐ Femenino

1.2 Edad:
☐ Menor de 18 ☐ 18–25 ☐ 26–35 ☐ 36–50 ☐ Más de 50

1.3 Nivel educativo:
☐ Primaria incompleta
☐ Primaria completa
☐ Secundaria
☐ Técnico
☐ Universitario

1.4 Ocupación:
☐ Estudiante ☐ Empleado ☐ Comerciante ☐ Agricultor ☐ Otro: _____

1.5 ¿Desde hace cuántos años vive en la comunidad?
☐ Menos de 1 año ☐ 1–5 años ☐ Más de 5 años ☐ Más de 10 años

2. Sobre el proyecto

2.1¿Considera necesaria la construcción del puente vehicular?
☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

2.2 ¿Cuál considera usted que sería el principal beneficio de este puente?
☐ Mejorar la conectividad vial
☐ Reducir tiempos de traslado
☐ Facilitar el comercio y transporte de productos
☐ Otro: _____

2.3 ¿Cómo se traslada comúnmente dentro de su comunidad?

☐ A pie ☐ Bicicleta ☐ Caponera ☐ Motocicleta ☐ Vehículo particular ☐ Transporte público

2.4 ¿Ha tenido dificultades para trasladarse en épocas de lluvia o crecida de ríos?

☐ Sí ☐ No

2.5 ¿Cree usted que este proyecto impactará positivamente en la economía local?

☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

2.6 ¿Apoyaría usted la ejecución del proyecto?

☐ Sí ☐ No ☐ Tal vez

Anexo No. 2. Formato de conteo vehicular realizado en el cruce del cauce natural de la ruta entre Masatepe y El Pochote. Fuente: elaboración propia.







Anexo No.3. Estación de mayor cobertura Nº329, NIC-74 El Pochote-Masatepe

329	NIC-74	7402	ECD	El Pochote - Masatepe

2010	314	7	3	32	5		8	7	4	5	**385**
2004	45	8	5	41	0	12	12	8	3	2	**135**
1998	27		4	22			4	6	4		**67**
2020	603	13	6	61	10		15	13	8	10	**739**

EMC:1802
Tasa Crecimiento: 6,74%

Anexo N.4. Tabla actualizada de salarios mínimos, 2024

Sector de Actividad	Porcentaje	Salario Mínimo Mensual C$
Agropecuario (más Alimentación)	3.00%	4,414.91
Pesca	3.00%	6,713.01
Minas y Canteras	3.00%	7,929.01
Industria Manufacturera	3.00%	5,936.34
Industria Sujeta a Régimen Especial (Vigente a partir del 1ro Enero 2021, aplica para Zonas Francas)	**8.25%**	**6,926.99**
Micro y Pequeña Industria Artesanal y Turística Nacional Artesanal	1.00%	4,651.47
Electricidad, gas y agua; Comercio, Restaurantes-Hoteles; Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	3.00%	8,097.84
Construcción, Establecimientos Financieros y Seguros	3.00%	9,880.17
Servicios Comunales, Sociales y Personales **(incluyendo los trabajadores domésticos y de la salud)**	**3.00%**	**6,189.23**
Gobierno Central y Municipal	3.00%	5,505.57
Notas:		
1. Los Salarios Mínimos aplican para aquellas pensiones de jubilación que así lo contemple la Ley de Seguridad Social. 2. En los casos que el salario sea estipulado en base a producción o rendimiento, el valor unitario debe incrementarse en la proporción mencionada para cada rubro. 3. Mensualmente los trabajadores deben como mínimo ganar estos valores. 4. El no pagar **como mínimo** estos salarios expone al empleador a **una sanción por parte del MITRAB de entre 40 a 80 salarios mínimos del Sector Productivo al que pertenezca el negocio del Empleador**. Base Legal: Arts. 46.a, 52 y 57.c de la Ley 664 Ley General de Inspección del Trabajo.		

Fuente: Ministerio del Trabajo.

Anexo N.5. Tabla de remuneraciones

Rango salarial anual		Impuesto	Porcentaje	Sobre
Desde	Hasta	base	aplicable	exceso de
C$ 0.01	C$ 100,000.00	C$ 0.00	0%	0
C$ 100,000.01	C$ 200,000.00	C$ 0.00	15%	C$ 100,000.00
C$ 200,000.01	C$ 350,000.00	C$ 15,000.00	20%	C$ 200,000.00
C$ 350,000.01	C$ 500,000.00	C$ 45,000.00	25%	C$ 350,000.00
C$ 500,000.01	a más	C$ 82,500.00	30%	C$ 500,000.00

Fuente: Dirección General de Ingresos (DGI)

Anexo No.6. Tabla de costo y presupuesto del puente vehicular El Pochote.

SUB- ETAPA	DESCRIPCION	UM	CANTIDAD	C/U	TOTAL
02	**MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**				**C$ 180,000.00**
2.1	Movilización/Desmovilización/Equipo (Inc. Modulo)	Gbl	1.00	150,000.00	C$ 180,000.00
03	**EXCAVACION ESPECIAL**				**C$ 185,126.40**
3.1	Excavación en Suelo Mixto	m³	56.96	1,800.00	C$ 123,033.60
3.2	Excavación en lecho de rio	m³	18.48	2,800.00	C$ 62,092.80
05	**ESTRUCTURA DE PUENTE**				**C$ 3,710,440.85**
5.1	**PILOTE CENTRAL P-1**				***C$ 683,530.12***
1	Parrilla Doble para Z-1, de Var. # 6 @ 0.20 m	Lbs	1,252.71	70.00	C$ 105,227.64
2	Acero de Refuerzo Principal en Pilote P-1, de Var. # 6 @ 0.20 m	Lbs	963.86	70.00	C$ 80,964.24
3	Acero para Estribos Externos e Internos, de Var. # 4, Ver Detalle de Planos	Lbs	806.78	70.00	C$ 67,769.52
4	Formaleta de Madera (Area de Contacto), con Alfajillas de madera de 2" x 4" para Soportes	m2	44.40	1,800.00	C$ 95,904.00
5	Concreto de 3,500 PSI en Pilote P-1, TMA 3/4", Aditivo acelerante 3 Dias	m3	17.76	15,656.19	C$ 333,664.72
5.2	**PILOTES LATERALES P-2**				***C$ 991,062.86***
1	Parrilla Doble para Z-1, de Var. # 6 @ 0.20 m	Lbs	2,505.43	70.00	C$ 210,456.12
2	Acero de Refuerzo Principal en Pilote P-2, de Var. # 6 @ 0.20 m	Lbs	1,242.36	70.00	C$ 104,358.24
3	Acero para Estribos Externos e Internos, de Var. # 4, Ver Detalle de Planos	Lbs	752.97	70.00	C$ 63,249.48
4	Formaleta de Madera (Area de Contacto), con Alfajillas de madera de 2" x 4" para Soportes	m2	69.48	1,800.00	C$ 150,076.80
5	Concreto de 3,500 PSI en Pilote P-2, TMA 3/4", Aditivo acelerante 3 Dias	m3	24.64	15,656.19	C$ 462,922.22
5.3	**VIGAS DE SOPORTES Y TIRANTES**				***C$ 620,070.72***
1	Acero de Refuerzo Principal de Viga Soporte de Var. # 7, Ver Detalle de Plano	Lbs	2,219.74	70.00	C$ 186,458.16
2	Acero de Refuerzo Principal de Viga Tirante de Var. # 6, Ver Detalle de Plano	Lbs	440.00	200.00	C$ 105,600.00
3	Acero para Estribos de Var. # 3, Ver Detalle de Planos	Lbs	499.68	70.00	C$ 41,973.12
4	Formaleta de Madera (Area de Contacto), con Barules Metalicos ó Alfajillas de maderade 2" x 4" para Soportes	m2	40.50	1,800.00	C$ 87,480.00
5	Concreto de 4,000 PSI en VIGAS DE SOPORTE Y TIRANTES, TMA 3/4", Aditivo acelerante 3 Dias, Adicion Microfibra	m3	10.26	16,127.31	C$ 198,559.44
5.4	**LOSA DE CONCRETO DE 3,500 PSI**				***C$ 700,784.46***
1	Acero de Refuerzo en Parrilla Inferior de Var. # 5, Ver Detalle de Plan	Lbs	2,148.30	70.00	C$ 180,457.20
2	Acero de Refuerzo en Parrilla Inferior de Var. # 4, Ver Detalle de Plan	Lbs	1,103.76	70.00	C$ 92,715.84
3	Formaleta de Madera (Area de Contacto), con Barules Metalicos ó Alfajillas de maderade 2" x 4" para Soportes	m2	67.50	1,800.00	C$ 145,800.00
4	Losa de Concreto de 3,500 PSI TMA 3/4", Aditivo acelerante 3 Dias, Adicion Microfibra	m3	15.00	15,656.19	C$ 281,811.42
5.5	**MUROS DE CONCRETO (ALETONES)**				***C$ 714,992.69***
1	Acero para Parrillade Z-1, de Var. # 6 @ 0.20 m	Lbs	623.02	70.00	C$ 52,333.68
2	Acero de Refuerzo Principal en Muros de Aletones, de Var. # 3 @ 0.25 m	Lbs	1,342.75	70.00	C$ 112,791.00
3	Formaleta de Madera (Area de Contacto)	m2	112.88	1,800.00	C$ 243,820.80
4	Concreto de 3,500 PSI en Muros de Aletones (M1)	m3	16.29	15,656.19	C$ 306,047.21
06	**OTRAS OBRAS**				**C$ 124,740.00**
	Formaleta de Madera (Area de Contacto)	m2	9.00	1,800.00	C$ 19,440.00
	Concreto Reforzado de 3,000 PSI en VIGA DE GUARNICIONES	m3	0.90	8,500.00	C$ 9,180.00
	Platinas de 6" x 6" x 1/4"	C/U	18.00	1,200.00	C$ 25,920.00
	Pintura Amarillo Trafico en Viga de Guanicion	ml	30.00	450.00	C$ 16,200.00
	Barandal Metalico de Tubo de 2" x 1/8", Incluye Pintura FastDry (Ver Detalles de Planos)	ml	30.00	1,500.00	C$ 54,000.00
	MONTO SIN IVA				**C$ 4,200,307.25**
	IVA (15%)				**C$ 630,046.09**
	TOTAL				**C$ 4,830,353.34**

Fuente: PROCAD.SA

Anexo No.7. Tabla de precipitación anual media proporcionada por INETER.

Estación:	**CAMPOS AZULES /**							**Código:**	**690129**
Departamento: MASAYA								Municipio:	MASATEPE
Latitud:	11°53'59"							Longitud:	86°08'59"
Años:	1983-2021							Elevación:	470 msnm
Parámetro:	Precipitación (mm)							Tipo:	AG

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma	Precipitación anual media
2015	7.7	2	11.6	4.4	79.2	215.5	69.4	54.4	109	300.9	149.2	0.6	1003.9	83.66
2016	0	3	1.7	40.5	156.4	189.5	102.2	101	157.1	204.6	54.4	40.6	1051	87.58
2017	5.2	2.3	4	0.6	316.5	212.9	114.1	195.7	398.6	477.7	82.1	46.1	1855.8	154.65
2018	2	20.8	0	18.4	317.8	145.5	68.1	119.7	185.9	498.6	22.6	11.6	1411	117.58
2019	0	0.2	0.2	33.5	546	207.4	110.5	70.1	187.2	431.6	35.7	11.7	1634.1	136.18
2020	11.7	13.9	1.2	47.9	139.5	284.4	56.6	268.7	313.1	179.4	502.6	14.8	1833.8	152.82
2021	42.6	11.6	5.6	42.4	57.9	156	172.5	250.1	236.7	130.8	71.5	18.2	1195.9	99.66
Suma	69.2	53.8	24.3	187.7	1613.3	1411.2	693.4	1059.7	1587.6	2223.6	918.1	143.6	9985.5	832.13
Media	9.9	7.7	3.5	26.8	230.5	201.6	99.1	151.4	226.8	317.7	131.2	20.5	1426.5	118.9

Fuente: INETER

Anexo No.8. Detalles de diseño y cimentación del puente “El Pochote”

Anexo No.9. visita al sitio, aforo vehicular en la zona de estudio.



Fuente: Foto tomada por Agustín Núñez.



Fuente: Foto tomada por Agustín Núñez.

Anexo No.10. visita al sitio, entrevista a pobladores en la zona de estudio.



Fuente: Foto tomada por Francisco Núñez.



Fuente: Foto tomada por Francisco Núñez.