



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL PROYECTO “MEJORAMIENTO DEL  
TRAMO DE CARRETERA GRANADA KM 8 – KM 18, RUTA HACIA  
MALACATOYA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. María Fernanda Gutiérrez Martínez.  
Br. Matty Auxiliadora Chavarría Guevara.

**Tutor**

Ing. Ana Rosa López Olivas

Managua, Nicaragua  
Octubre 2019



Managua, Octubre 2019

**Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba**

**Decano Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC)**

**Su despacho**

Estimado Dr. Gutiérrez

Tengo el agrado de informarle que ha concluido la tutoría del trabajo monográfico titulado **"ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL TRAMO DE CARRETERA GRANADA KM 8 – KM 18, RUTA HACIA MALACATOYA"**, el cual fue debidamente revisado por el suscrito y considero que presenta los requisitos legalmente establecidos por los reglamentos de culminación de estudios vigente por nuestra institución para ser sometida a pre defensa, a fin que los bachilleres María Fernanda Gutiérrez Martínez, Matty Auxiliadora Chavarría Guevara, opten al grado de ingeniero civil.

La presente ha completado los objetivos planteados en el protocolo existiendo correspondencia metodológica y técnica, durante el desarrollo del estudio los sustentantes mostraron independencia e iniciativa para la realización del mismo. Por lo tanto considero que el documento reúne los requisitos para ser defendido ante los miembros del tribunal examinador que usted delegue.

Sin más que agregar le expreso mis muestras de consideración y aprecio.

Atentamente

---

**Ing. Ana Rosa López Olivas**

**Tutor**

Cc: / Sustentantes

Archivo cronológico

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente le doy gracias a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día, por su infinita bondad y amor.

A mi abuela Sra. Adilia Chavarría por ser la persona que me ha acompañado durante toda mi vida y mi trayectoria estudiantil, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor. A mi Madre Sra. Amelia Martínez por su apoyo y darme aliento para seguir estudiando y cumplir mis metas.

A mi mejor amigo Ing. Jeffry Toruño por apoyarme incondicionalmente cuando más lo necesite durante mi trayectoria universitaria, por sus consejos a diario y palabras de alientos para que no me diera por vencida y siguiera siempre adelante. Y a cada uno de mis compañeros de clase y amigo/as que de una u otra manera me apoyaron.

A mi tutor Ing. Ana Rosa Olivas por la disposición de su tiempo, orientación y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis.

**Br. María Fernanda Gutiérrez Martínez**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por darme la sabiduría, fuerzas y oportunidad de culminar esta meta.

A mi abuela por ser mi primer motor para salir siempre adelante, a mi Madre por inculcarme día a día el deseo de superación y porque estará orgullosa de verme culminar esta etapa de mi vida.

**Br. María Fernanda Gutiérrez Martínez**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por guiarme en mi camino, por bendecirme con salud, sabiduría, fortaleza, capacidad y sobre todo fe, ayudándome a solucionar todos los problemas de la adversidad y permitirme concluir con mi objetivo

Agradeciéndole con amor y gratitud a mi madre Sra. Matilde Guevara, por sus oraciones, generosidad y su inalcanzable ayuda en todo momento, gracias por sus consejos y paciencia. Por haber luchado y hacerme una persona de bien, por corregir mis faltas y celebrar mis triunfos, por demostrarme que no hay que rendirse ante los obstáculos de la vida, gracias infinitas porque por ti he llegado a culminar un peldaño más de mi vida.

A mi padre Sr. Henry Chavarría que siempre lo he sentido presente en mi vida, quien me ha apoyado en cada decisión que he tomado y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

A mi hermano Henry Antonio, por llenarme de alegría día tras día, por todas las lecciones manifestadas, por el aporte que le ha proporcionado a mi vida.

A mi esposo Carlos, quien siempre ha sabido comprenderme, apoyarme y aconsejarme para salir adelante a pesar de los problemas que se me presenten.

A mi tutor Ing. Ana Rosa López, quien desde el primer momento me brindo su honestidad y fue de gran sustento para realizar mi mayor anhelo, ya que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

Al Ing. Gustavo Espinoza, quien me brindo su confianza, amistad y comprensión, ayudándome a cumplir mí sueño y no quiero dejar de reconocer su colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Gracias a todos por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

**Br. Matty Auxiliadora Chavarría Guevara**

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios en primer lugar, él me ha dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mi mayor tesoro que amo tanto, mi hija Jimena, que en el transcurso de mi vida ha sido uno de los obsequios más grandiosos y el pilar más fuerte para mi lucha del día a día y así poder vencer todo obstáculo para que la vida nos depare un mejor futuro.

A mis padres Matilde y Henry, que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla mis ideales, ofreciéndome amor incondicional. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía de no temer a las adversidades porque Dios está siempre conmigo

A mis hermanos Henry y Cristhel, pues han sido un cimiento para la construcción de mi vida y siempre me han demostrado su amor.

A mi cuñada Raquel, mis sobrinos Eduardo y Hendrick, quienes tienen un papel importante en mi vida; que me dan amor y ánimos de salir siempre adelante.

A mi esposo Carlos, por creer en mi capacidad, por estar en los momentos más importantes, que con su amor y respaldo me ayuda alcanzar uno de mis metas en la vida.

Pero sobre todo dedico especialmente esta tesis a mi abuelita +Francisca García, quien se ha convertido en un ángel que me cuida desde el cielo, y aunque nos faltaron muchos momentos por vivir juntas, sé que este esfuerzo hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. Por eso este triunfo es tuyo!

**Br. Matty Auxiliadora Chavarría Guevara**

## Contenido

1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	ANTECEDENTES .....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4	OBJETIVOS.....	4
1.4.1	Objetivo General.....	4
1.4.2	Objetivos Específicos .....	4
1.5	MARCO TEÓRICO.....	5
1.5.1	Carretera .....	5
1.5.2	Elementos de una carretera.....	5
1.5.3	Clasificación de las carreteras .....	5
1.5.4	Estudio Geotécnico .....	9
1.5.4.1	Suelo.....	9
1.5.4.2	Exploración del suelo.....	10
1.5.4.3	Sondeos de línea .....	10
1.5.4.4	Caracterización de los suelos .....	10
1.5.4.5	Propiedades físico-mecánicas del suelo.....	12
1.5.5	Estudio de tránsito .....	13
1.5.5.1	Volumen de tránsito .....	13
1.5.5.2	Clasificación del volumen de tránsito .....	14

<b>1.6 DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.6.1 Metodología para el estudio de demanda .....</b>	<b>16</b>
<b>1.6.2 Metodología para el estudio técnico.....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.2.1 Metodología del estudio topográfico .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.2.2 Metodología del estudio de tránsito .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6.2.3 Metodología del estudio hidrológico .....</b>	<b>21</b>
<b>1.6.2.4 Metodología del diseño geométrico .....</b>	<b>22</b>
<b>1.6.2.5 Metodología para el estudio financiero .....</b>	<b>23</b>
<b>1.6.2.6 Metodología para el estudio económico .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Identificación del proyecto .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Situación que da origen al proyecto .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Organización territorial .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 Población de la zona de influencia .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6 Economía municipal.....</b>	<b>31</b>
<b>2.7 Necesidades básicas.....</b>	<b>32</b>
<b>2.8 Número de encuestas .....</b>	<b>37</b>
<b>2.8.1 Resultado de las encuestas.....</b>	<b>37</b>
<b>2.8.2 Análisis de las encuestas.....</b>	<b>38</b>
<b>2.9 Estudio de tránsito.....</b>	<b>47</b>
<b>2.9.1 Análisis del Comportamiento del Tráfico.....</b>	<b>47</b>
<b>2.9.1.1 Tasa de Crecimiento del tráfico normal y generado para el período de vida útil del proyecto (20 años).....</b>	<b>48</b>

2.9.2 Tráfico generado.....	50
2.10 Beneficios sociales del proyecto .....	52
3.1 Localización .....	55
3.1.2 Micro localización .....	55
3.2 Tamaño del proyecto.....	56
3.3 Estudio topográficos.....	57
3.4 Estudio de Tránsito .....	61
3.4.1 Tipos de tránsito.....	61
3.4.2 Características del tránsito.....	61
3.5 Estudios hidrológicos .....	64
3.5.1 Cálculo de las avenidas de diseño: .....	67
3.6 Diseño Geométrico .....	72
3.6.1 Definición de criterios de diseño .....	72
4.1 Inversión en el proyecto.....	75
4.1.1 Inversión en infraestructura.....	75
4.1.2 Inversión fija .....	76
4.1.3 Inversión diferida .....	77
4.1.4 Inversión total.....	77
4.2. Costos de Operación.....	78
4.2.1 Costos de Mantenimiento.....	78
4.3. Análisis de los beneficios económicos del proyecto.....	79

4.3.1 Flujo de beneficios neto del proyecto .....	80
4.3.2 Ahorro de costos de operación vehicular .....	81
4.3.3 Ahorro en los tiempos de viajes de los pasajeros .....	83
4.3.4 Beneficios indirectos: excedente del productor .....	86
4.3.5 Beneficios totales .....	93
4.4. Ajuste de precios financieros a precios sociales .....	94
4.4.1 Costos de inversión a precios sociales .....	95
4.4.2 Costos de mantenimiento a precios sociales.....	97
4.4.3 Costos de operación vehicular .....	98
4.5 Flujo de caja del proyecto.....	99
Fuente: Propia.....	100
4.6 Evaluación económica del proyecto.....	101
5.1 Conclusiones .....	105
5.2 Recomendaciones .....	107

## **Bibliografía**

## **Anexos**

## Índice de cuadros:

<b>Cuadro 1. Comunidades zona Influencia</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 2. Pobreza del municipio</b>	<b>30</b>
<b>Cuadro 3. Sexo de la población encuestada</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro 4. Edad de la población entrevistada</b>	<b>39</b>
<b>Cuadro 5. Medios de transporte que utilizan los entrevistados</b>	<b>40</b>
<b>Cuadro 6. Dificultades que poseen para trasladarse</b>	<b>41</b>
<b>Cuadro 7. Dificultades que poseen los entrevistados</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 8. Opinión sobre estado de la vía</b>	<b>43</b>
<b>Cuadro 9. Problemas por el mal estado del tramo</b>	<b>44</b>
<b>Cuadro 10. Beneficios por la construcción del tramo</b>	<b>45</b>
<b>Cuadro 11. Opinión merecida del mejoramiento del tramo</b>	<b>46</b>
<b>Cuadro 12. Tráfico normal histórico</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 13. Tráfico proyectado al 2018</b>	<b>48</b>
<b>Cuadro 14. Tasa de Crecimiento del Tráfico</b>	<b>49</b>
<b>Cuadro 15. Tráfico proyectado</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro 16. Tráfico generado</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 17. Tráfico normal y generado</b>	<b>52</b>
<b>Cuadro 18. Puntos Cartografiados</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 19. Valores de "c" para uso en la formula racional</b>	<b>71</b>

<b>Cuadro 20. Inversión fija</b>	<b>76</b>
<b>Cuadro 22. Inversión Total</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro 23. Costo de mantenimiento</b>	<b>78</b>
<b>Cuadro 24.. Costo total de mantenimiento</b>	<b>79</b>
<b>Cuadro 25. Costo de operación vehicular</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro 26. Proyección de los beneficios por costos operativos</b>	<b>83</b>
<b>Cuadro 27. Velocidad de referencia</b>	<b>84</b>
<b>Cuadro 28. Valor social del tiempo de viaje</b>	<b>84</b>
<b>Cuadro 29. Beneficio por tiempo de ahorro en los tiempos de viajes de los pasajeros</b>	<b>85</b>
<b>Cuadro 30. Proyección para la actividad: Ganado Bovino</b>	<b>87</b>
<b>Cuadro 31. Proyección para la actividad: Granos básicos (Frijol)</b>	<b>88</b>
<b>Cuadro 32. Proyección para la actividad: Granos básicos (Maíz)</b>	<b>89</b>
<b>Cuadro 33. Proyección para la actividad: Productos lácteos (Queso fresco)</b>	<b>90</b>
<b>Cuadro 34. Proyección para la actividad: Turismo</b>	<b>91</b>
<b>Cuadro 35. Proyección consolidada de beneficios indirectos (\$)</b>	<b>92</b>
<b>Cuadro 36. Flujo de beneficios</b>	<b>93</b>
<b>Cuadro 37. Precios sociales de Nicaragua</b>	<b>94</b>
<b>Cuadro 38. Costos de inversión fija a precios sociales</b>	<b>96</b>
<b>Cuadro 39. Costos de inversión diferida a precios sociales</b>	<b>96</b>

<b>Cuadro 40. Inversión Tota a precios sociales</b>	<b>97</b>
<b>Cuadro 41. Costo de mantenimiento a precios sociales</b>	<b>97</b>
<b>Cuadro 42. Flujo de tráfico sin proyecto</b>	<b>98</b>
<b>Cuadro 43. Flujo de tráfico con proyecto: Alternativa adoquinado</b>	<b>99</b>
<b>Cuadro 44. Flujo de caja</b>	<b>100</b>
<b>Cuadro 45. Criterios de decisión</b>	<b>102</b>
<b>Cuadro 46. Indicadores para la evaluación</b>	<b>103</b>

***Índice de figuras:***

<b>Figura 1. Localización del proyecto</b>	<b>55</b>
<b>Figura 2. Micro localización del proyecto</b>	<b>56</b>
<b>Figura 3. Tipos de morfología fluvial</b>	<b>66</b>

***Índice de gráficos:***

<b>Grafico 1. Sexo de la población encuestada</b>	<b>38</b>
<b>Grafico 3. Formas de transporte</b>	<b>40</b>
<b>Grafico 4. Dificultad de traslado.</b>	<b>41</b>
<b>Grafico 5. Tipo de dificultades</b>	<b>42</b>
<b>Grafico 6. Opinión sobre el sistema vial</b>	<b>43</b>
<b>Grafico 7. Problemas Provocados por el sistema vial</b>	<b>44</b>
<b>Grafico 8. Beneficios</b>	<b>45</b>
<b>Grafico 9. Opinión</b>	<b>46</b>

## RESUMEN

La presente monografía titulada "***Estudio a nivel de perfil del proyecto: Mejoramiento del tramo de carretera Granada km 8 - km 18, ruta hacia Malacatoya***" se estructura de la siguiente forma.

**Capítulo I:** Este capítulo aborda las generalidades del tema, tales como: Introducción, marco teórico, justificación, objetivos y diseño metodológico.

**Capítulo II:** Consiste en un estudio de mercado donde se analiza la demanda del proyecto y las necesidades que tienen los pobladores aledaños a la zona.

Comprende además un aforo vehicular en el cual se presentó el estudio y análisis del tránsito. Describe la recopilación de datos, clasificación de vehículos, procesamiento de la información, tasas de crecimiento, período de diseño, proyección del tránsito, factor de crecimiento entre otros datos.

**Capítulo III:** Aquí se presenta el estudio técnico que abarca toda la información para los estudios pertinentes además de la localización y tamaño del proyecto.

Se realizó un estudio topográfico, donde se analizaron las características del terreno para la determinación de su utilidad en la vía.

También incluye un estudio hidrológico en el cual se tienen presente las limitaciones y condiciones de desarrollo de las metodologías empleadas con el objetivo de determinar el caudal que debe evacuar cada elemento del desagüe superficial

Por ultimo presenta el diseño geométrico del cual se obtienen las condiciones adecuadas en el diseño a realizar regido por normas y procedimientos para asegurar su coherencia y uniformidad funcional.

**Capítulo IV:** El estudio económico determino la viabilidad del proyecto mediante el cálculo de costos directos e indirectos.

**Capítulo V:** Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas del estudio, así mismo se realizan las recomendaciones pertinentes.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

La comunicación terrestre es parte fundamental en el desarrollo económico y social de un país. El hombre desde sus inicios tuvo la necesidad de desplazarse por grandes distancias para garantizar su subsistencia siendo esto un paso decisivo en el establecimiento de la cultura tal como la conocemos hoy en día. El transporte terrestre por carreteras ha sido y será el principal medio de locomoción de personas y mercancías, desde y hacia los distintos orígenes y destinos de la república y la región Centroamericana.

El monitoreo continuo del estado de las carreteras permitirán identificar, cuantificar y evaluar los diversos daños que presente un determinado sitio y a partir de esto proceder a planificar las medidas ya sean preventivas o correctivas que se amerite según las condiciones de pérdida de serviciabilidad que presente una determinada carretera.

El tramo Granada - Malacatoya, se localiza en el departamento de Granada, dicha carretera es una colectora principal perteneciente a la NIC-39, en el km 8 ruta Granada hasta km 18 hacia el poblado Panaloya (Malacatoya), formando así parte de las carreteras adoquinadas según la clasificación funcional del MTI. Cuyo estado de conservación es bastante deficiente de terreno predominantemente plano, conformado por una superficie de material de arena muy fina en el tramo restante, con un índice de rugosidad internacional (IRI) de 13.8 y daños que sin lugar a duda afecta la circulación por esta zona.

## **1.2 ANTECEDENTES**

De acuerdo a la publicación hecha por Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) a través del Plan de Inversión Pública (PIP) en 2016, la red vial de Nicaragua tiene aproximadamente un total de 24,171.66 km de caminos y carreteras, de los cuales 3,883.78 km están distribuidos de la siguiente manera: 63.39% asfalto, 32.69 adoquinado y 3.92% de concreto hidráulico.

El tramo comprendido de la estación 8+000 ruta Granada hacia paso Panaloya y finaliza en la estación. 18+000 hacia el poblado de Panaloya (Malacatoya) paso de ser un camino revestido a una carretera adoquinada con obras básicas de drenaje menor, fue diseñada y ejecutada por la alcaldía de Granada y el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), en el año 2018.

El tramo en estudio topográficamente transcurre sobre terreno en su mayoría plano, con algunos subtramos conformados por una superficie de material de arena muy fina, posee una sección estándar de dos carriles de circulación, uno por sentido, con un ancho de 3 metro cada carril.

Las malas condiciones en las que se encuentra la vía han producido atrasos en el tiempo de viaje de los usuarios. Cabe señalar que esta vía es el único acceso para los habitantes del tramo en estudio y estos son los mayores afectados en cuanto a circulación, el estado a través de empresas dedicadas a ejecución de obras viales ha realizado diversos estudios para el acondicionamiento de esta y así mejorar su funcionalidad.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La comunicación terrestre es parte fundamental en el desarrollo económico y social de un país. Los productores agrícolas y ganaderos de Nicaragua demandan todos los años la apertura, rehabilitación y reparación de nuevas vías de carretera para sacar sus productos a lo interno y externo del país.

Además el crecimiento del parque vehicular ha aumentado considerablemente en los últimos años. Ante tal situación, se refleja la necesidad a mayor escala de carreteras rehabilitadas y en óptimas condiciones.

El presente estudio tiene como objetivo realizar un mejoramiento vial mediante un estudio a nivel de perfil esperando así que esta información sea útil para las autoridades competentes cuya función se basa en el mejoramiento vial de nuestro país.

Así mismo el presente proyecto se elaborara con la finalidad de permitir la integración de los pobladores del municipio de Granada - Malacatoya y zonas aledañas a los demás municipios y departamentos del país, así como también promover el desarrollo agrícola y turístico de la zona.

Es de gran relevancia destacar que la actividad económica de la zona de influencia se caracteriza por la explotación del el frijol y el maíz. La explotación de la ganadería es para doble propósito: Carne y lácteos.

Por lo tanto la rehabilitación de la carretera beneficiara a los pobladores como al sector económico del país, creará las facilidades para el desarrollo de bienes, servicios básicos, educación salud y la cultura permitiendo ahorros a los productores y transportistas locales.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar un estudio a nivel de perfil del proyecto de mejoramiento del tramo de carretera Granada km 8 – km 18, ruta hacia Malacatoya.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un estudio de mercado que determine la demanda, el área de influencia y los beneficios y beneficiarios del proyecto.
- Realizar un estudio técnico del proyecto que considere la localización, el tamaño y la ingeniería del proyecto.
- Realizar la evaluación económica y social del proyecto con el fin de determinar su factibilidad económica.

## **1.5 MARCO TEÓRICO.**

### **1.5.1 Carretera**

Las carreteras se pueden definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

### **1.5.2 Elementos de una carretera**

- Calzada: La parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos, esta puede estar compuesta de uno o varios carriles.
- Corona: Conjunto formado por la calzada y las bermas.
- Cuneta o drenaje: Es una zanja o canal localizada a los lados de la calle y debido a su menor nivel recibe las aguas pluviales y las conducen hacia un lugar que no provoquen daños o inundaciones.
- Acera: Es una superficie pavimentada a la orilla de una calle para uso de personas que se desplazan de un lugar a otro.

### **1.5.3 Clasificación de las carreteras**

Su clasificación está en dependencia de su nivel de servicio y de la rentabilidad que ofrezca.

❖ **Clasificación funcional de la red vial.**

**a. Carreteras longitudinales:** Sistema compuesto por aquellas carreteras que unen las capitales de departamento a lo largo de la nación, de norte a sur o viceversa.

**b. Carreteras transversales:** Lo constituyen las carreteras que unen las capitales de departamento a través del país de este a oeste o viceversa.

**c. Carreteras colectoras:** Son aquellas que unen las capitales de provincia, y alimentan a las vías transversales y/o longitudinales.

**d. Carreteras locales:** La componen las vías que unen los distritos, pueblos o caseríos con las carreteras colectoras y/o con otros distritos, pueblos o caseríos.

❖ **Clasificación según sus características.**

- **Autopista:** Vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (ingresos y salidas). Que proporciona flujo vehicular completamente continuo. Se le denominará con la sigla AP.

- **Carretera multi-carril:** Vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control parcial de los accesos (ingresos y salidas). Se le denominará con la sigla MC.

- **Carretera de dos carriles:** Vía de calzada única con dos carriles, uno por cada sentido de circulación. Se le denominará con la sigla DC

En la práctica vial se pueden distinguir varias clasificaciones dadas en otros países. Ellas son: clasificación por transitabilidad, clasificación por su aspecto administrativo y clasificación técnica oficial.

❖ **Clasificación por su transitabilidad.**

La clasificación por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

**a. Terracerías:** Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de sub-rasante transitable en tiempo de secas.

**b. Revestida:** Cuando sobre la sub-rasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.

**c. Pavimentada:** Cuando sobre la sub-rasante se ha construido ya totalmente el pavimento.

❖ **Clasificación administrativa.**

Por el aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

- **Federales:** Cuando son costeadas íntegramente por la federación y se encuentran por lo tanto, a su cargo.

- **Estatales:** Cuando son construidos por el sistema de cooperación a razón 50% aportado por el estado donde se construye y el 50% por la federación. Estos caminos quedan a cargo de las antes llamadas juntas locales de caminos.
- **Vecinales o rurales:** Cuando son construidos por la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la federación y el tercio restante el estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.
- **De cuota:** Las cuales quedan algunas a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada caminos y puentes federales de ingresos y servicios y conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

❖ **Clasificación de técnica oficial.**

Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del período económico los mismos (20 años) y las especificaciones geométricas aplicadas.

**Tipo especial:** Para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% de T.P.D.), estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoles A2 y A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4, S.

**Tipo A:** Para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 equivalentes a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).

**Tipo B:** Para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% de T.P.D.)

**Tipo C:** Para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% del T.P.D.)

#### **1.5.4 Estudio Geotécnico**

Para la obtención de información geotécnica básica deben efectuarse investigaciones de campo y laboratorio que determinen su distribución y propiedades físicas.

##### **1.5.4.1 Suelo**

En la ingeniería de pavimentos se considera como una roca a un agregado natural de granos minerales, unidos por grandes y permanentes fuerzas de cohesión. Por otra parte, se considera que un suelo es un agregado natural de granos minerales con o sin componentes orgánicos, que pueden separarse por medios de mecánicos comunes.

#### **1.5.4.2 Exploración del suelo**

Este permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

#### **1.5.4.3 Sondeos de línea**

La primera labor por llevar a cabo en la investigación de los suelos, consiste en la ejecución sistemática de perforaciones en el terreno, con el objetivo de determinar la cantidad y extensión de los diferentes tipos de suelo, la forma como éstos están dispuestos en capas y la detección de la posición del agua freática.

Teniendo en cuenta que es imposible realizar un estudio que permita conocer el perfil de los suelos en cada punto del proyecto, es necesario acudir a la experiencia para determinar el espaciamiento entre las perforaciones con base en la uniformidad que presenten los suelos.

#### **1.5.4.4 Caracterización de los suelos**

Visualmente se clasifica a los suelos en grupos básicos tales como: Grava, arena, limos y arcillas, generalmente el método empleado es la observación directa de las propiedades en campo, tales como: Textura, forma de los granos, granulometría y plasticidad.

- ❖ **Gravas:** Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas que tienen más de 2 mm de diámetro hasta un tamaño máximo de 3 pulgadas, la forma de las partículas de gravas y relativa frescura mineralógica depende de la historia de su formación, encontrándose en variaciones desde redondas a poliédricas.
- ❖ **Arena:** Es un material de grano fino relativo procedente de la desintegración de las rocas o de su trituración artificial, su diámetro varía desde los 2 mm hasta 0.05 mm. Suelen encontrarse en los mismos depósitos de las gravas, su origen es similar al de las gravas; son poco comprensibles y no son plásticas.
- ❖ **Limos:** Son suelos con poca o ninguna plasticidad, pueden ser orgánicos o inorgánicos, el diámetro de sus partículas está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm, su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta.
- ❖ **Arcillas:** Se da el nombre de arcilla a las partículas con diámetro menor a 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua; las arcillas poseen la propiedad de ser plásticas, contraerse al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son comprensibles y al aplicárseles cargas estáticas se comprimen lentamente

#### **1.5.4.5 Propiedades físico-mecánicas del suelo**

Las propiedades se determinan con los siguientes ensayos:

##### **1.5.4.5.1 Análisis granulométrico**

Se llama también análisis mecánico y consiste en la determinación de los porcentajes de: piedra, grava, arena, limo y arcilla que hay en una cierta masa de suelo; es decir, el análisis granulométrico se refiere a determinar la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo.

Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo.

##### **1.5.4.5.2 Determinación del límite de consistencia**

La noción de los límites de consistencia de un suelo nace del concepto de que si el suelo puede existir en cualquiera de cuatro estados arbitrarios, dependiendo de su contenido de humedad.

##### **1.5.4.5.3 Limite líquido (LL)**

Se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De esta forma los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte y según Atterberg es de 25 g/cm<sup>3</sup>

##### **1.5.4.5.4 Limite plástico (LP)**

Este se refiere al contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

#### **1.5.4.5.5 Capacidad de soporte (CBR)**

Es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedades controladas, y se expresa como un tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, respecto a la presbicia para que el mismo pistón penetre a la mínima profundidad de una muestra de piedra triturada (carga unitaria patrón).

Para determinar el CBR de diseño se hace necesario realizar varias pruebas cuyo número depende de la importancia del proyecto y de la longitud del mismo.

#### **1.5.5 Estudio de tránsito**

Para determinar el tránsito existente, el índice medio de tránsito y la proyección de tránsito en el futuro. Se debe determinar la capacidad de tráfico que es el máximo número de vehículos que puede pasar razonablemente por una sección de un carril a un lado del camino en un sentido, o en ambos sentidos, si así se indica, durante un tiempo determinado, en las condiciones prevaleciente de ese lado de la calle y del tránsito.

##### **1.5.5.1 Volumen de tránsito**

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un tiempo determinado.

## 1.5.5.2 Clasificación del volumen de tránsito

### 1.5.5.2.1 Volúmenes de tránsito absoluto

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado, dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tiene los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

- **Tránsito Anual (TA):** Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso,  $T= 1$  año.
- **Tránsito Mensual (TM):** Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso,  $T= 1$  mes.
- **Tránsito Semanal (TS):** Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso,  $T= 1$  semana.
- **Tránsito Diario (TD):** Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso,  $T= 1$  día.
- **Tránsito Horario (TH):** Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso,  $T= 1$  hora.

### 1.5.5.2.2 Volúmenes de tránsito promedio diario

Se define el volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período. De acuerdo al número de días de este período. Se presentan los siguientes volúmenes promedios diarios, dados en vehículos por día:

### **1.5.5.2.3 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), es la unidad de medida habitual para indicar el uso o importancia de la carretera y se expresa en número de vehículos por día.

## 1.6 DISEÑO METODOLÓGICO.

En el desarrollo de este trabajo investigativo se utilizará la información recopilada de todas las fuentes de información existentes, medición de las variables de interés en campo, así como el procesamiento y el análisis de los datos obtenidos. Se abordarán de manera amplia las diversas teorías, analizando profundamente las distintas situaciones y casos específicos que se presenten al momento de ejecutar el estudio a nivel de perfil.

### 1.6.1 Estudio de demanda

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:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Siendo  $n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$  sabiendo que:

$\sigma^2$ : es la varianza de la población respecto a determinadas variables.

$s^2$ : es la varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad como  $s^2 = p(1 - p)$

$se$  : es error estándar que está dado por la diferencia entre  $(\mu - \bar{x})$  la media poblacional y la media muestral.

$(se)^2$  : es el error estándar al cuadrado, que nos servirá para determinar  $\sigma^2$ , por lo que  $\sigma^2 = (se)^2$  es la varianza poblacional.

Proyección de los datos

Mecánica de proyección: Puede realizarse formulando hipótesis a base de experiencia anteriores o recurriendo a métodos matemáticos.

Método matemático: El método más común es el método de los mínimos cuadrados.

Desarrollo del método: El método se basa en la ecuación de la línea recta o tendencia ajustada.

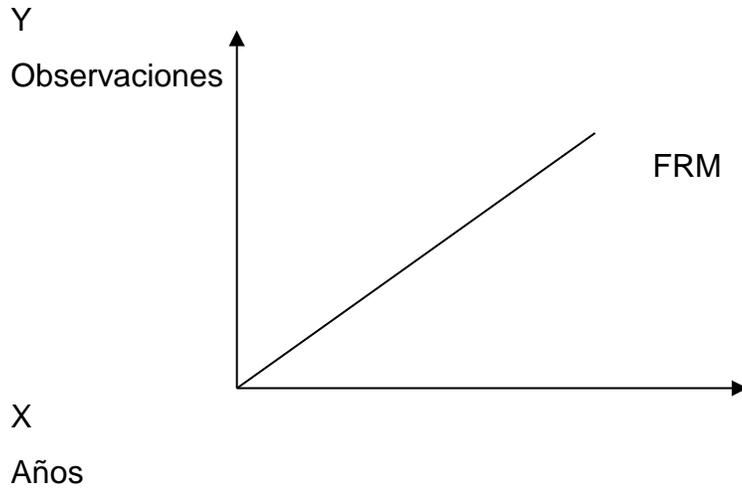
$$ye = a + bx \quad (\text{Ecuación 2})$$

y e: es la variable dependiente, es la información que obtenemos vía registros estadísticos o producto de la investigación de campo.

a y b: son coeficientes constantes cuyo valor se debe encontrar para obtener las proyecciones.

X: es la variable independiente cuyo valor correspondiente quiere buscarse en cada uno de los años, para los que se pretende encontrar el comportamiento futuro de la variable o variables estudiadas.

Representación gráfica de la línea de tendencia. Observaciones



Para ajustar una “línea recta” por el método de los mínimos cuadrados, es preciso obtener y resolver dos ecuaciones normales (de primer grado), ya que hay que encontrar dos constantes o incógnitas “a” y “b”

$$\sum y = Na + b \sum x \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2$$

### 1.6.2 Estudio técnico

Para el estudio técnico se aplican una serie de técnicas para determinar las mejores alternativas a desarrollar.

#### 1.6.2.1 Estudio topográfico

Los estudios topográficos son un elemento esencial en la mayoría de los proyectos debido al nivel de detalle y exactitud exigido actualmente.

En el campo de la ingeniería civil, el conocimiento de las características topográficas del terreno es prácticamente indispensable. El diseño de vías de carreteras, vías férreas, puentes, terracerías, etc. requiere de un riguroso estudio topográfico que permita formular correctamente un determinado proyecto. Específicamente en el diseño vial de carreteras, el topógrafo debe de proporcionar al ingeniero o arquitecto toda la información topográfica necesaria.

El levantamiento fue realizado con taquímetro electrónico. El método de registro de datos fue por radiación, se construyó una poligonal auxiliar en la que se le chequean las precisiones lineales, angulares y verticales. De los PI de las poligonales auxiliares se toman los datos y objetivos encontrados en la trayectoria del levantamiento.

El desarrollo de este estudio comprendió las siguientes actividades:

- **Amojonamientos y referencias:** Se colocaron mojones los que servirán de base para el replanteo o restablecimiento tanto de manera vertical como horizontal de la línea central de la vía. Los mojones son a su vez referidos a árboles u objetos inmóviles y están colocados en las laderas de la vía, en lugares accesibles para definición angular en un replanteo futuro.

- **Altimetría:** Nivelación

Todos los puntos levantados están referidos a una elevación geodésica establecido por INETER.

- **Planimetría y levantamientos de detalles:** Con el objetivo de registrar los datos del terreno, se procedió a los levantamientos de los detalles y resto de puntos, los cuales fueron recopilados bajo el sistema de radiación. Colocados desde un PI (Punto de intersección) o vértice de la poligonal auxiliar, se procedió a tomar información de los restos de puntos, los cuales son representativos del terreno.

### **1.6.2.2 Estudio de tránsito**

Determinación de la proyección del tránsito.

La proyección del tránsito de una carretera 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 geométrico, tales como: El número de carriles, el ancho de carril, la velocidad de diseño y el vehículo de diseño.

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, sin embargo, no es fácil calcular tales cargas, puesto que en el tránsito futuro intervienen factores muy complejos que guardan estrecha relación con indicadores de las múltiples actividades humanas, que tienen incidencia en el transporte automotor.

Para proyectar el 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, para el cálculo de las proyecciones de tránsito:

$$\text{TPDA final} = \text{TPDA inicial} * (1 + i)^n \quad (\text{Ecuación. 4})$$

Donde:

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

TPDA inicial = Tránsito Promedio Diario Anual al inicio del período de diseño

n = Período de diseño

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito

### **1.6.2.3 Estudio hidrológico**

En el análisis hidrológico debe tenerse muy presente las limitaciones y condiciones de desarrollo de las metodologías que se utiliza. Este es un aspecto de gran importancia, ya que en nuestro medio es común la utilización de formulaciones desarrolladas en otros países con condiciones hidrológicas y topográficas diferentes al nuestro; sin embargo, son las herramientas disponibles ya que no existe la instrumentación adecuada para obtener datos confiables de la relación lluvia escorrentía en la cuenca de estudio.

El objetivo del estudio hidrológico, es determinar el caudal que debe evacuar cada elemento del desagüe superficial, ya sea longitudinal o transversal. Este caudal se debe determinar para cada una de las cuencas cruzadas por el trazo (desagüe transversal), así como para cada uno de los recintos hidrológicos que vierten al sistema de desagüe longitudinal (procede del desagüe de la plataforma y de la afluencia de aguas hacia ellas desde los desmontes). Para esta determinación se puede partir de datos de precipitaciones (lo que es adecuado para cuencas pequeñas e inevitable siempre que no exista datos de caudales) o de caudales aforados (en cuenca importantes).

#### **1.6.2.4 Diseño geométrico**

Comprende el diseño óptimo de la línea definitiva, la cual estará sujeta a las alineaciones verticales, horizontales y al derecho de la vía, además del criterio del ingeniero diseñador y de las especificaciones establecidas para la misma.

La conformación y aprobación de la red de carreteras y/o vías nacionales lleva la implícita necesidad de que su diseño, construcción, mantenimiento y operación se rija por normas y procedimientos para asegurar su coherencia y uniformidad funcional.

Las normas de diseño implementadas serán las contenidas en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (Normas SIECA, 2da Edición 2004) o en su defecto la Guía de Diseño Geométrico de la AASHTO (A Policy On Geometric Design of Highways and Streets, Quinta Edición 2004).

Para obtener las condiciones adecuada en el diseño a realizar se tomará en consideración los siguientes aspectos:

- **Tipo de área:** urbano
- **Condiciones de terreno:** Plano
- **Volumen de tránsito :** Liviano
- **Condiciones ambientales**
- **Consistencias en el diseño de carreteras similares**

Los criterios básicos a considerarse en el diseño de la vía son: Los anchos y número de carriles requeridos, el diseño de ambos depende de la composición vehicular, volúmenes de tránsito, velocidad de diseño y niveles de servicio requerido.

#### **1.6.2.5 Estudio financiero**

En esta etapa se hace uso de los indicadores necesarios para efectuar la evaluación financiera del proyecto, los cuales son:

Tasa Mínima de Rendimiento Aceptable (TMR): Para iniciar un proyecto o empresa se debe realizar una inversión inicial, esta inversión puede venir de varias fuentes: De inversionistas, de otras empresas, de bancos, o una combinación de estos, como sea que haya sido, cada uno de ellos tiene un costo asociado al capital que aporte, de tal forma que la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto está dado por:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1+i)^t$$

Donde

B<sub>t</sub> y C<sub>t</sub>: son ingresos y costos incluyendo las inversiones en cada año t,

i: es la tasa de descuento y n es la vida del proyecto.

Para una empresa, la correcta tasa de descuento es el costo promedio en el cual cada fondo adicional puede ser obtenido de todas las fuentes, los costos de capital de la empresa.

En el caso cuando VPN = 0, la tasa de descuento tiene un nombre especial, la Tasa Interna de Retorno (TIR). Si el valor presente neto, es positivo entonces el proyecto puede cubrir todo sus costos financieros con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados, esta debe compararse con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado o la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR). Ahora si tomamos en cuenta el análisis que nos proporciona la TIR podría ser de mucha ayuda para una toma de decisión correcta, para ello se presentan a continuación tres condiciones bajo las cuales se evaluarán en este proyecto.

$TIR > TMAR$  El proyecto se acepta

$TIR = TMAR$  Es Indiferente realizar el proyecto  
 $TIR < TMAR$  El proyecto se rechaza

#### **1.6.2.6 Estudio económico**

La evaluación financiera y la económica presentan sus diferencias, el análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad. Estos conceptos diferentes se reflejan en las diferentes partidas consideradas como costos y beneficios así como en su valoración. Así, el análisis económico incluye en el flujo de costos y beneficios del cálculo de las externalidades, pero excluye los impuestos y transferencias del gobierno.

Precios de mercado y precios económicos – sociales.

En la evaluación financiera / privada se utilizan los precios de mercado; en la evaluación económica en contraste, se utilizan precios económicos (sociales), los cuales incluyen el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad.

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado.

Los precios económicos más utilizados son:

- Mano de obra no calificada
- Tasa social de descuento
- Precio social de la divisa

Ajustes para pasar de la valoración financiera a la económica

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que está dividido: Financiero y económico. No es conveniente comenzar con el flujo de caja económico, ya que la determinación de dichos precios se deriva de los precios de mercado. Por lo tanto, el comienzo de toda evaluación es la financiera.

Para transformar un flujo financiero en flujo económico es necesario establecer factores de conversión de precios financieros a precios económicos, para ello, es necesario subdividirlo en rubros de inversión y de operaciones. A la maquinaria, equipo y materiales importados se le deduce los impuestos de introducción y se ajusta por el precio económico de la divisa, según el porcentaje de componente importado que tiene el rubro.

# **CAPITULO II**

## **ESTUDIO DE MERCADO**

## **2.1 Identificación del proyecto**

El proyecto en estudio se encuentra localizado en el municipio de Granada, departamento de Granada. El municipio tiene una extensión territorial de 531 Km<sup>2</sup> con una población total de 177.6 Hab/Km<sup>2</sup>.

El municipio presenta un clima semi-húmedo con temperatura promedio que varía entre los 27° y 27.5 °C con dos estaciones; invierno y verano. Su clima es ardiente en verano y un poco fresco en invierno.

Las temperaturas más altas se presentan durante los meses de Abril y Mayo, y las más bajas en el mes de Diciembre. La precipitación anual varía de un mínimo de 1,200 y 1,400mm. Se caracteriza por una buena distribución de las lluvias.

Está ubicado en los 11° 55' 48" de latitud y 85° 57' 22" de longitud a una altura 269 msnm.

El municipio de granada está ubicado en la zona suroeste del país a 45 Km sureste de la capital de la República, Managua, abrazando el gran lago de Nicaragua el lago de agua dulce Cocibolca, el municipio de Granada es la cabecera del departamento de Granada.

## **2.2 Situación que da origen al proyecto**

La falta de accesos a la zona en estudio, es una restricción significativa al crecimiento económico en la zona; en particular para la agricultura y la ganadería; los pequeños y medianos productores rurales no pueden sacar al mercado la producción debido a los costos elevados de transporte y a las malas condiciones del tramo que comprende la carretera Granada - Malacatoya

La movilidad de los habitantes se ve afectada significativamente afectando directamente sectores como: economía, transporte, educación, salud y cultura.

### **2.3 Organización territorial**

En la zona de influencia directa del proyecto se localizan las siguientes comunidades:

**Cuadro 1. Comunidades zona Influencia**

<b>No</b>	<b>Nombre de la comunidad</b>
1	Cauloa
2	Panaloya
3	El Guayabo
4	El Hatillo
5	Los Laureles
6	Osaguay
7	Los Cocos
8	La Virgen

Fuente: Propia

### **2.4 Población de la zona de influencia**

Para el 2005 el municipio contaba con aproximadamente 77,495 habitantes, según datos estadísticos de proyección oficial INIDE.

La población de Granada sigue siendo mayoritariamente urbana, por lo tanto, debido a los antecedentes mencionados ubican la proyección poblacional actual, distribuidos de la siguiente manera:

La población femenina es de 25,753 habitantes y la población masculina es de 51,742.

La población en la zona rural es de 58,248 habitantes y la población en la zona urbana es de 79,418 habitantes. Es decir que la población urbana representa el 64 % y la población rural representa tan solo el 36 % de acuerdo a censo del INIDE del 2005.

Las comunidades identificadas en el área de influencia del proyecto son directamente afectadas por cualquier intervención de la red vial de la zona y está constituida por pequeños grupos de poblaciones rurales que utilizan la red ya sea para transportarse por satisfacer necesidades básicas, para comercio o recreación.

## **2.5 Categoría del índice de pobreza de municipio**

De acuerdo al mapa de pobreza elaborado en base a la metodología de necesidades básicas insatisfechas (NBI), según los resultados del VIII censo nacional de población y IV censo de vivienda 2005, está ubicado en un nivel de pobreza baja.

A continuación se detallan indicadores de pobreza del municipio:

***Cuadro 2. Pobreza del municipio***

### **Granada – Malacatoya**

<b>Municipios</b>	<b>Total de Población en Pobreza Extrema</b>	<b>Índice Población en Extrema Pobreza</b>	<b>Total de Hogares en Pobreza Extrema</b>	<b>Índice de Hogares en Extrema Pobreza</b>	<b>Nivel de Pobreza</b>
Granada	33,914	32.2	5,621	25.9	P. Baja

Fuente: INIDE

La tasa de crecimiento anual INIDE 2005-2010 según datos del censo de población y vivienda del municipio es de 1 % anual. Para el INIDE 2005-2020 se tiene una Proyección de 0.8 % la tasa de crecimiento poblacional

## **2.6 Economía municipal**

La actividad económica de la zona de influencia se caracteriza por la explotación del arroz, fundamentalmente cultivándose también el frijol, maíz, sorgo industrial y sorgo blanco.

La explotación de la ganadería es para doble propósito: carne y leche y subproductos como quesos, crema y mantequilla artesanal, forraje y otros.

Así mismo, a lo largo del tramo de camino, se encuentran casas de playa y centros de diversión, lo cual constituye una forma de ingresos económicos en la zona por turismo, rubro muy importante en el municipio al contar con recursos naturales muy preciados. Es muy importante señalar que Granada se ha convertido en la ciudad turística por excelencia de Nicaragua por estar ubicada a orillas del gran lago de Nicaragua y contar con las Isletas de Granada, además de tener fácil acceso a la Isla de Ometepe y por las caminatas que se pueden realizar al volcán Mombacho.

Es importante señalar que en la ciudad de Granada se concentra el 11% del total de oferta hotelera a nivel nacional, con un total de 55 hoteles. A este número, hay que sumarles los hospedajes de menor calidad, que en muchos casos son casas habitadas, cuyos dueños han encontrado en este tipo de negocio una forma de subsistencia.

La generación de empleo en el sector turístico en esta ciudad tiene un efecto multiplicador de generación de empleo en otros sectores asociados al turismo. Específicamente, se concluyó que por cada empleo generado en el sector turístico se generan 2 empleos en otros sectores.

## **2.7 Necesidades básicas**

### **❖ Salud**

El municipio cuenta con las siguientes unidades de salud: 2 Hospitales que brindan cobertura Municipal con 148 camas y 50 consultorios, 5 Centros de Salud, con un total de 21 consultorios atendiendo 156 consultas promedio por día. 11 Puestos de salud, 4 urbanos, 7 rurales con 35 consultorios totales.

La población circundante al proyecto, cuenta con tres unidades de salud donde son atendidos a través de los diversos programas que impulsa el Ministerio de Salud. Estos son: Puestos de Salud en el Paso de Panaloya y comunidad de Tepalón respectivamente, establecimientos donde se atiende consulta externa y programas establecidos; en Malacatoya se cuenta con un Centro de Salud con camas. En el caso de los embarazos y partos, éstos se atienden directamente en el Hospital Amistad Japón Nicaragua, en Granada, ciudad donde existe una Casa Materna que alberga a las mujeres rurales que llegan a dar a Luz.

Las enfermedades más frecuente en el municipio son las siguientes

:

- Infecciones renales
- Catarro común
- Artritis
- Asma
- Bronquitis
- Amigdalitis
- Diarreas

A nivel del municipio, en los puestos de salud se realizan atenciones básicas como: morbilidad general, atención Prenatal, VPCD, planificación familiar, inmunización, promoción de la lactancia materna, educación popular (charlas, coordinación comunitaria y actividades preventivas en general), visita de terreno a las comunidades, capacitación de brigadistas y parteras y vigilancia epidemiológica del sector.

Dentro de los principales problemas que se dan en el sector salud son:

- Falta de abastecimiento de medicinas, de un 50 a 55%.
- Faltas de medios de comunicación
- Problemas de presupuesto para la capacitación de los brigadistas y parteras del municipio y falta de personal de salud.
- Las enfermedades más comunes que padece la población son enfermedades respiratorias (en invierno) más que todo a pacientes crónicos, asma, diabetes, epilepsia, insuficiencia renal.

## ❖ Educación

En el sector se ubican dos escuelas primarias. En su totalidad (todo el tramo desde Malacatoya) las escuelas primarias atienden un total de 10,243 estudiantes, en 163 aulas. En educación secundaria se cuenta con 8 centros de los cuales 5 son privados y 3 estatales, atienden una población de 8,192 estudiantes en un total de 137 aulas. Existen además 3 escuelas técnicas, 3 universidades y 1 escuela de educación especial.

En el área rural el municipio está equipado con 34 escuelas de educación primaria que representan el 65% de la población estudiantil potencial en las edades comprendidas de 6 a 12 años, esta población es atendida en 88 aulas que en su mayoría no presentan buenas condiciones. Con respecto a educación secundaria existen 5 centros distribuidos en Malacatoya, El Guayabo, Capulín, El Diamante, El Hormigón atendiendo un total de 2,142 estudiantes en 30 aulas.

En el trayecto del proyecto se localizan dos centros escolares que atienden el nivel primario de educación, Escuela José Dolores Estrada (comunidad El Guayabo) y una escuela de reciente construcción, conocida como la “Escuelita Nueva”, en la comunidad de Osagay

La escolaridad de la población se relaciona con la posibilidad que ofrece el sistema educativo para dar respuesta a los que culminan enseñanza primaria y estos puedan acceder a la enseñanza media y posterior a la enseñanza superior.

### ❖ **Agua potable y alcantarillado sanitario:**

El municipio de Granada cuenta con servicio público de agua potable cuya administración está a cargo del ENACAL, según datos proporcionados por esta entidad, el casco urbano cuenta con 13,800 conexiones, de los cuales; 13,246 son conexiones domiciliarias, 300 son comerciales, 27 industriales, 113 conexiones de Gobierno y 114 conexiones urbanas progresivas. Se cuenta a nivel urbano con 6 tanques de acero.

En Malacatoya con 278 conexiones domiciliarias, 5 de Gobierno sumando un total de 283 conexiones. A nivel Rural hay 2 tanques de acero 10,000 Gal de capacidad. La problemática del servicio es la baja presión de la red de distribución, al noreste y sur oeste de la ciudad, la falta de tanques de almacenamiento, fallas en motores y obsolescencia de la red.

### ❖ **Energía Eléctrica:**

El municipio de Granada cuenta con el servicio de energía domiciliar, la cual está a cargo de la empresa GAS NATURAL, antes UNION FENOSA DISNORTE, interconectado al sistema nacional. En el ámbito urbano y rural se contabilizan 15,398 conexiones legales y aproximadamente 3,000 ilegales, el principal problema es la falta de cultura de pago, las conexiones ilegales, las amenazas a la infraestructura por parte de grupos delictivos, y la falta de alumbrado público en el 50% de la ciudad. Existen aproximadamente 1,500 conexiones ilegales.

El alumbrado público cubre el 50% de la ciudad, principalmente en el casco histórico. En algunos sectores existe la red, sin embargo, no se presta el servicio debido a destrucción de la infraestructura por parte de grupos delictivos, así como por la falta de cultura de pago de algunos pobladores, lo que no permite recuperar la inversión.

El servicio de la zona rural es cubierto en un 80%, principalmente en las zonas productivas, por ejemplo al norte del municipio, dada la importancia económica de Malacatoya, la energía eléctrica cubre la totalidad. El servicio de alumbrado público existe en algunas comunidades como Malacatoya, El Paso, La Laguna, Las Prusias, San Antonio Tepeyac, etc.

El principal problema es la falta de cultura de pago, las conexiones ilegales, las amenazas a la infraestructura por parte de grupos delictivos, y la falta de alumbrado público en el 50% de la ciudad.

#### ❖ **Transporte**

El Municipio cuenta con 131 Km de red vial en sus diferentes categorías, de estos solamente 17 Km son pavimentados, correspondiendo a las carreteras principales de acceso. La red vial urbana está compuesta de 120 km de vías, de estos unos 20 km corresponde a la red vial principal. El Municipio cuenta con vías de acceso interno (red vial urbana) de 122.8 km de los cuales 42.40 km están pavimentadas y en estado regular.

La posición geográfica del municipio ofrece ventajas para el fácil acceso comercial por tierra también existe potencial de comunicación con el mar a través del Lago.

La implementación de nuevas vías, reparación y mejoras de las vías de acceso existentes, estimularán el transporte colectivo de Granada en el área rural.

## **2.8 Número de encuestas**

El número de encuestas dirigidas a la población que transita en el tramo de Granada y Malacatoya fue definida tomando como base la cantidad de población del área de influencia directa.

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

$$N= 1032$$

$$z= 1.96 \text{ (para un grado de confianza del 95\%)}$$

$$q= 0.5$$

$$e= 10 \%$$

Por lo que el tamaño de la muestra es el siguiente:

Formula del cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{1.96^2 (1032) (0.5) (0.5)}{0.1^2 (1032 - 1) + 1.96^2 (0.5) (0.5)}$$

$$n = 97.09 = 97$$

### **2.8.1 Resultado de las encuestas**

Las encuestas se realizaron en el tramo del área de influencia tratando de distribuir su número entre toda la población: agricultores, estudiantes, transportistas, amas de casa y comerciantes que circulaban por el tramo.

## 2.8.2 Análisis de las encuestas.

De las encuestas realizadas se pueden obtener algunas conclusiones que ayuden a determinar el problema y como lo visualiza la mayoría de la población del área.

### 2.8.2.1. Género de población.

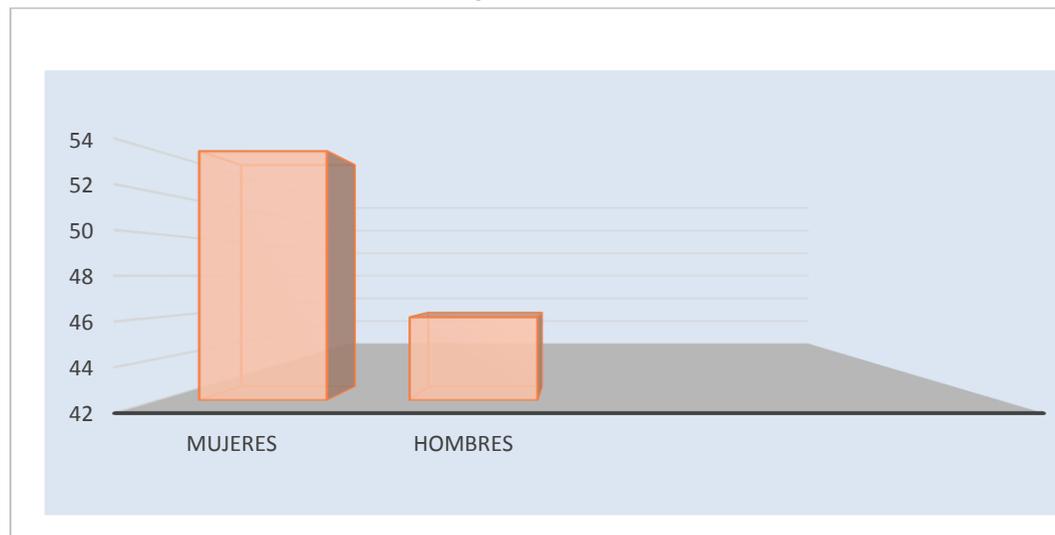
**Cuadro 3. Sexo de la población encuestada**

Sexo	Frecuencia
Femenino	45
Masculino	52
Total	97

Fuente: Propia

De las entrevistas realizadas, se logró observar que un 54% de los entrevistados son del sexo masculino y 46% son pertenecientes al sexo femenino.

**Grafico 1. Sexo de la población encuestada**



Fuente: Propia

### 2.8.2.2. Edades de población.

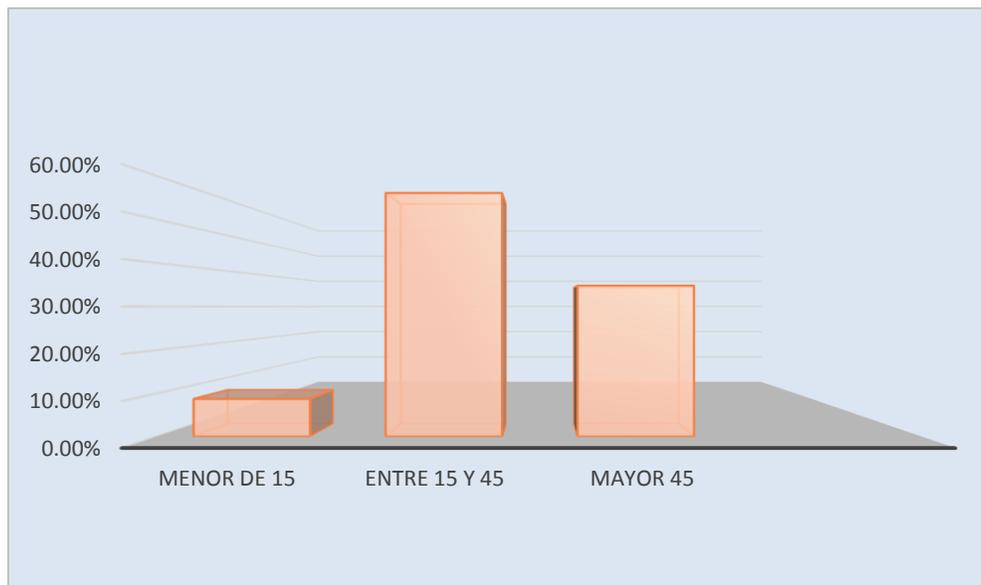
**Cuadro 4. Edad de la población entrevistada**

Edad	Frecuencia
Menor de 15 años	10
Entre 15 y 45 años	55
Mayor de 45 años	32
Total	97

Fuente: Propia

A partir de los resultados de las encuestadas realizadas podemos decir, que de los entrevistados el 8.70 % eran menores de edad, el 34.78% poseían una edad mayor a los 45 años y el 56.52% de estos poseían una edad que rondaba entre los 15 a 45 años.

**Grafico 2. Edad de la población**



Fuente: Propia

### 2.8.2.3. Medio de Transporte que se utiliza.

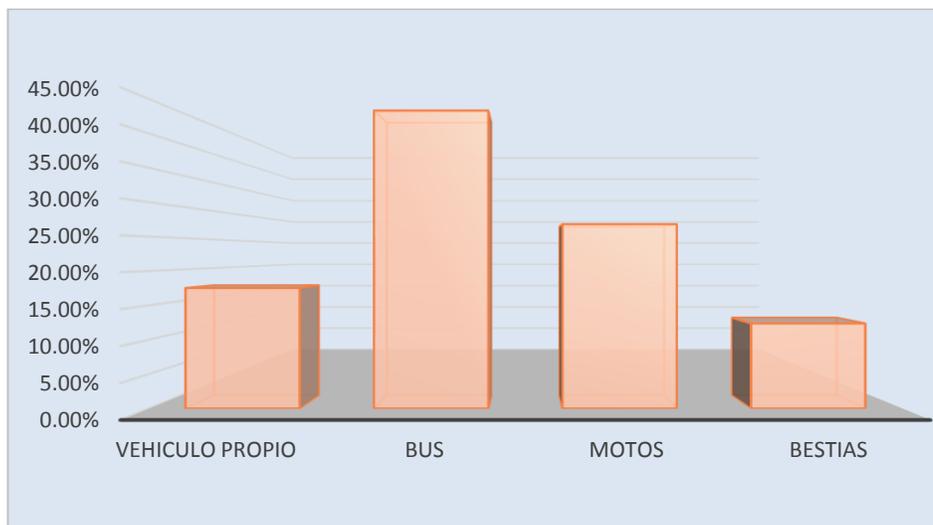
**Cuadro 5. Medios de transporte que utilizan los entrevistados**

Que medio utiliza para transportarse	Frecuencia
Vehículo propio	17
Transporte público(bus)	42
motos	26
bestias	12
Total	97

Fuente: Propia

Como resultado tenemos que 43.29% de los encuestados utilizan medios de transporte inter local y el 26.801% usa motos, mientras el 17.52% posee vehículo propio y un otro 12.37% usa medios tales como bestias.

**Grafico 3. Formas de transporte**



Fuente: Propia

#### 2.8.2.4. Dificultad para trasladarse por el tramo de carretera en estudio

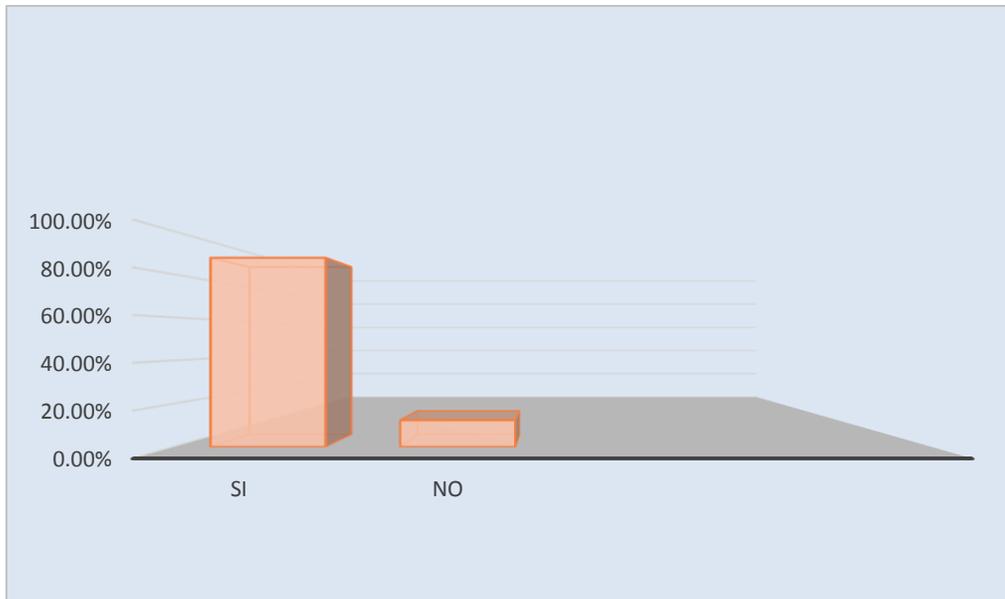
*Cuadro 6. Dificultades que poseen para trasladarse*

Tiene alguna dificultad para trasladarse por el tramo de carretera por la condición de las calles	Frecuencia
Si	85
No	12
Total	97

Fuente: Propia

Un total de 86.96% argumentaban que padecían dificultad de traslado, mientras un 13.04 % de estos no consideraban que poseían dificultad al trasladarse.

*Grafico 4. Dificultad de traslado.*



Fuente: Propia

### 2.8.2.5. Que Dificultades existen

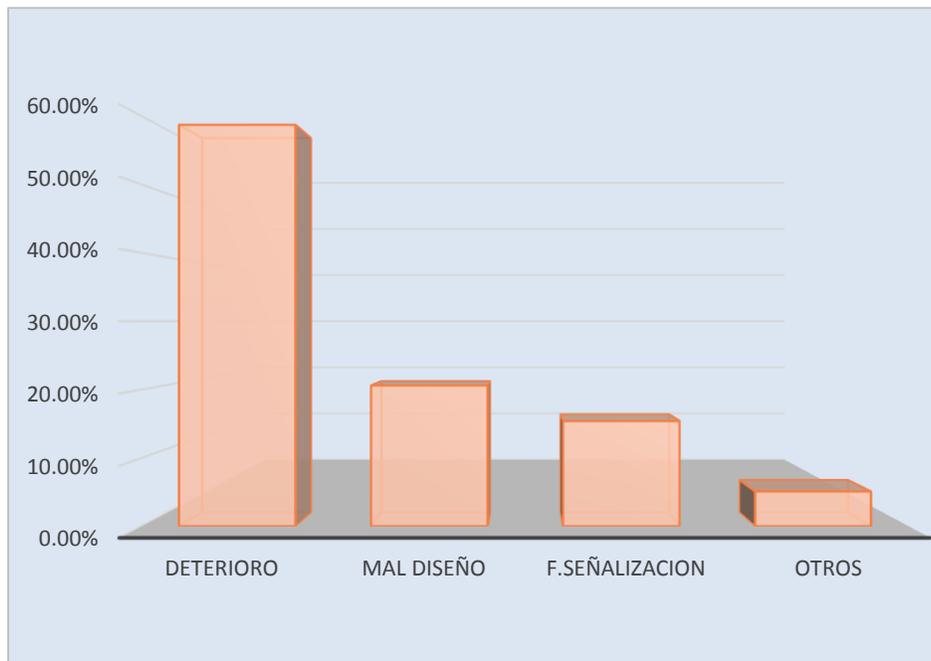
*Cuadro 7. Dificultades que poseen los entrevistados*

Si su respuesta es positiva, ¿Qué Dificultad tiene?	Frecuencia
Deterioro del tramo	57
Mal diseño de las vías	20
Falta de señalización	15
Otros	5
<b>Total</b>	<b>97</b>

Fuente: Propia

El 58.7% del grupo entrevistados aseguran que la principal dificultad que posee la vía es un total deterioró, mientras un 20% piensa que está mal diseñada un 15.4% dice que necesita más señalizaciones y un 5.1% restante piensa que esta posee otros problemas que no son mencionados anteriormente.

*Grafico 5. Tipo de dificultades*



Fuente: Propia

### 2.8.2.6. Opinión de la población sobre el estado de la vía

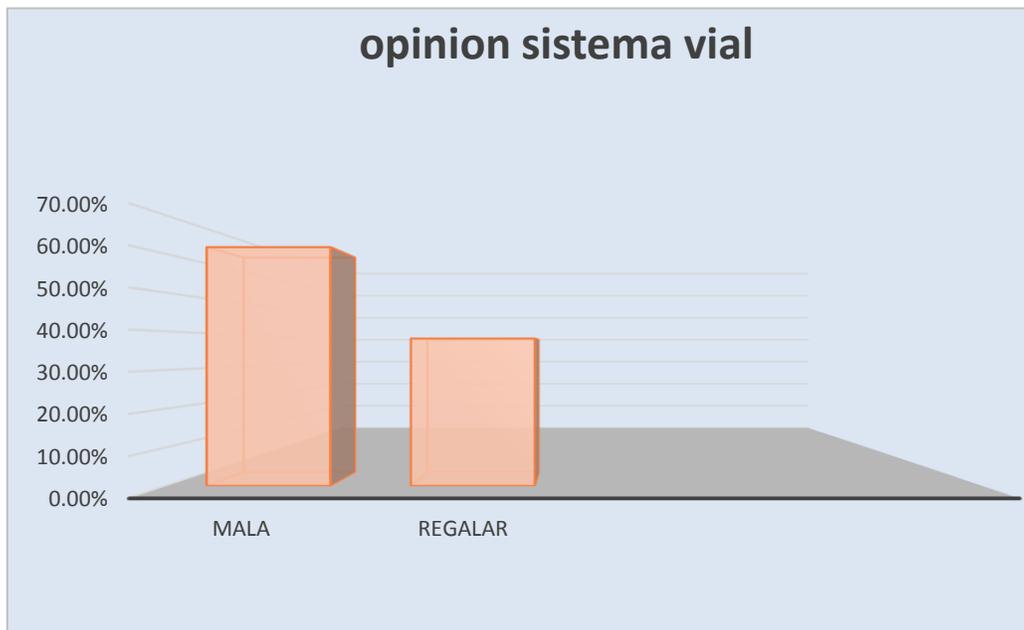
*Cuadro 8. Opinión sobre estado de la vía*

Qué opinión le merecen el sistema vial.	Frecuencia
Buenas Condiciones	0
Condiciones Regulares	37
Malas condiciones	60
<b>Total</b>	<b>97</b>

Fuente: Propia

El 61.8% de los entrevistados consideran que el tramo de carretera está en una condición mala y necesita reconstruirla nuevamente, mientras el 38.14% restante piensa que este tramo está, en una condición regular.

*Grafico 6. Opinión sobre el sistema vial*



Fuente: Propia

### 2.8.2.7. Problemas provocados por el mal estado del tramo

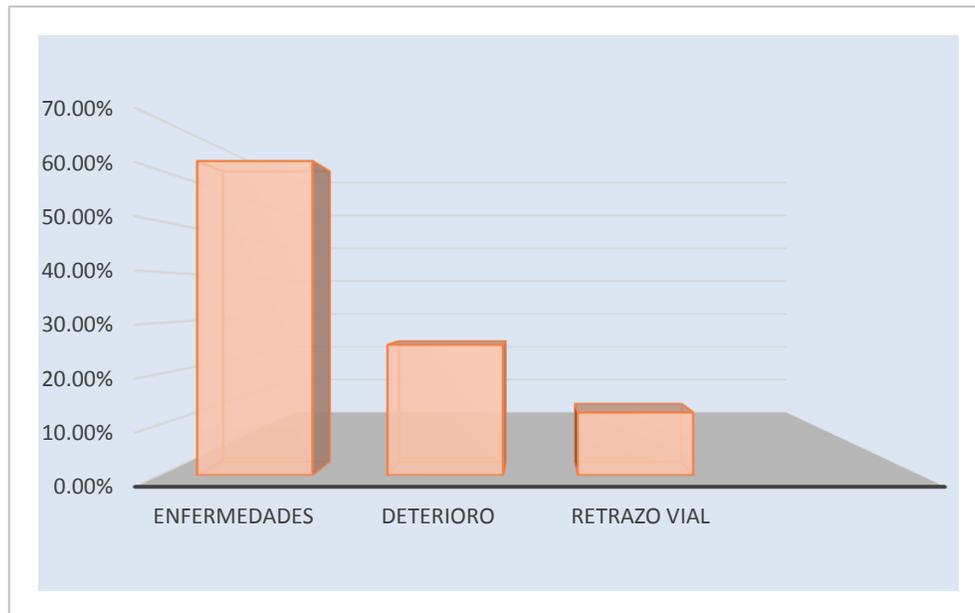
*Cuadro 9. Problemas por el mal estado del tramo*

Mencione que problemas trae consigo las condiciones del tramo.	Frecuencia
<b>Enfermedades</b>	<b>60</b>
<b>Deterioro de vehículos</b>	<b>25</b>
<b>Retraso en la circulación</b>	<b>12</b>
<b>Total</b>	<b>97</b>

Fuente: Propia

Según el 61.82% de los encuestados, el principal problema que provoca las malas condiciones del tramo es incrementos de enfermedades, el 25.7% piensa que es el deterioro de vehículos, mientras que el 12.37% piensa que provoca retrasos vial.

*Grafico 7. Problemas Provocados por el sistema vial*



Fuente: Propia

### 2.8.2.8. Beneficios que traerá la construcción del tramo.

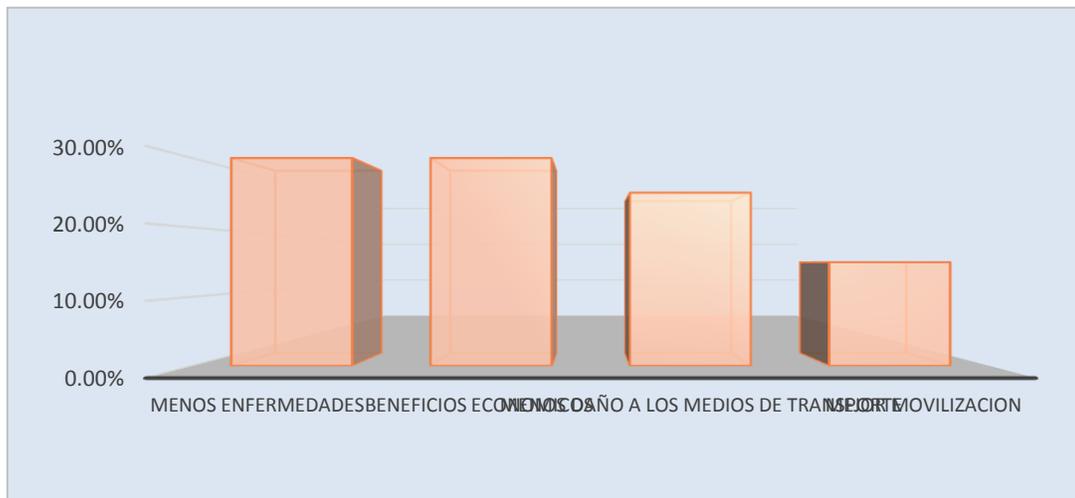
*Cuadro 10. Beneficios por la construcción del tramo*

Qué beneficios traería a su familia la construcción de la	Frecuenci
Menos enfermedades	30
Mayores beneficios económicos	30
Menos daños a los medios de	25
Mejor movilización	12
Todas las opciones anteriores	97
<b>Total</b>	<b>97</b>

Fuente: Propia

El 30% de los encuestados, llegaron a la conclusión que la construcción del tramo de carretera, disminuirá la cantidad de enfermedades, otro 30% que traerá beneficios económicos, el 25% que se aminorara el daño a los medios de transporte y el otro 12% que habrá mejor movilización.

**Grafico 8. Beneficios**



Fuente: Propia

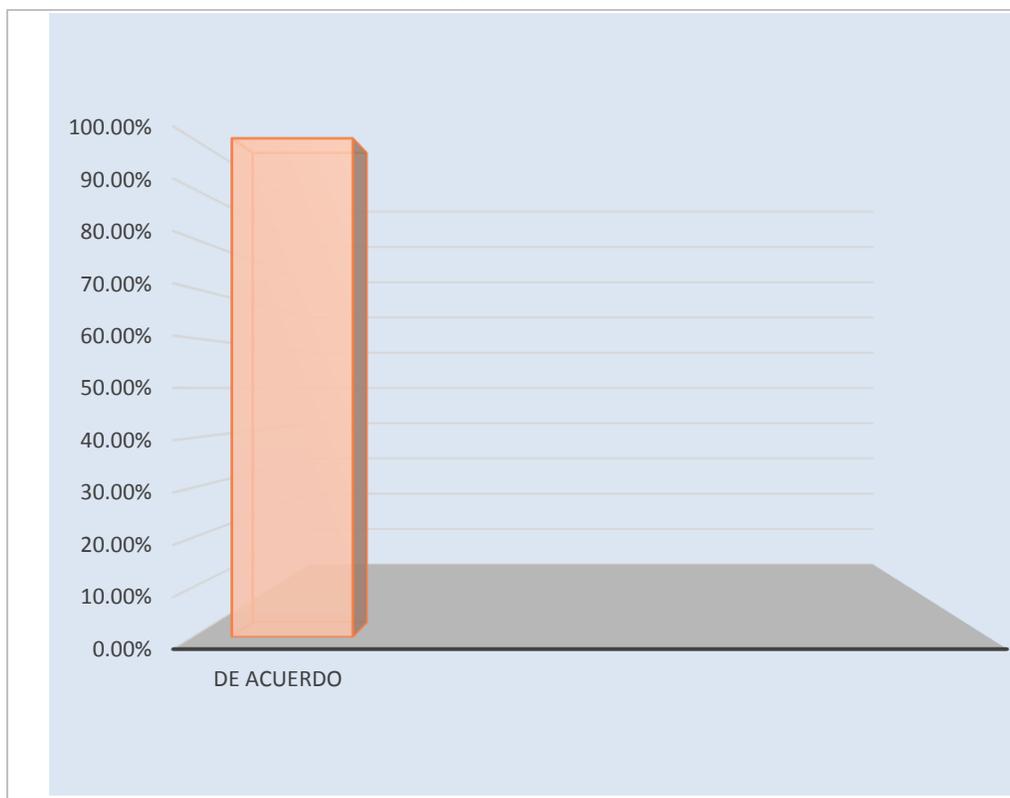
### 2.8.2.9. Qué opinión le merece la construcción del tramo de carretera en su municipio/Comunidad

*Cuadro 11. Opinión merecida del mejoramiento del tramo*

<b>Qué opinión le merece la construcción del tramo de carretera en su municipio/Comunidad</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Sera un paso grande para el desarrollo de la comunidad</b>	<b>97</b>
<b>Total</b>	<b>97</b>

Fuente: Propia

*Grafico 9. Opinión*



Fuente: Propia

## 2.9 Estudio de tránsito

El estudio de tránsito es el conjunto de actividades efectuadas, con el propósito de obtener información, relacionada con la cantidad de vehículos, composición, configuración de los ejes así como el análisis de las cargas que trasmiten al pavimento y proyección del mismo, en puntos o secciones específicos dentro de un sistema vial.

### 2.9.1 Análisis del Comportamiento del Tráfico

Para la determinación del tráfico en el tramo de carretera a evaluarse, se tomaron los datos suministrados por la Oficina de Conteo de Tráfico de la división de administración vial del Ministerio de Transporte e Infraestructura

*Cuadro 12. Tráfico normal histórico*

**TPDA del tramo Granada – Malacatoya**

NOMBRE DEL TRAMO	AÑO	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	CB <15 pas.	M Bus	Min Bus 15-30	Bus	Li 2 5 1 0 2	C2 5 + 1 0 2	C3	V.A	Otros	TPDA
Granada - Malacatoya	2002	42	18	25	128	0	1	20	8	23	0	1	0	18	<b>284</b>
	1999	42	18	25	128	0	1	20	8	23	0	1	0	18	<b>284</b>
	1997	23	23	17	76	2	0	14	12	13	3	2	2	2	<b>189</b>

Fuente: PMS

Cuadro 13. Tráfico proyectado al 2018

Año	Vehículos livianos				Vehículos pasajeros			Camiones			Camiones + remolques		Camiones + semirremolques		veh pesados		otros	total (vpd)
	moto	auto	jeep	Cmta	MicBus	Min Bus	Bus	C2L	C2	C3	CxRx≤4	CxRx≥4	TxSx≤4	TxSx≥5	VA	VC		
2015	101	43	60	307	0	2	48	19	55	0	0	0	0	2	0	0	45	680
2016	106	45	63	323	0	2	48	20	58	0	0	0	0	2	0	0	45	712
2017	112	47	66	339	0	2	49	21	61	0	0	0	0	2	0	0	47	746
2018	117	50	70	356	0	2	49	22	64	0	0	0	0	2	0	0	50	782

Fuente: PMS

### 2.9.1.1 Tasa de Crecimiento del tráfico normal y generado para el período de vida útil del proyecto (20 años).

A partir de las variables que se tomaron en consideración, en la siguiente tabla se muestran las tasas de crecimiento del tránsito normal para periodos de 5 años, tasas que se utilizaron al realizar la presente evaluación:

**Cuadro 14. Tasa de Crecimiento del Tráfico**

	Daily traffic 2019 (veh/day)	Traffic growth rate (%)			
		2019-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038
Motorcycle	127	8.42	5.1	5.1	5.1
car small	54	8.42	5.1	5.1	5.1
four-wheel drive	75	8.42	5.1	5.1	5.1
Delivery vehicle	386	8.42	5.1	5.1	5.1
bus light	2	6.2	0.8	0.8	0.8
bus heavy	52	6.2	0.8	0.8	0.8
truck light	24	9.15	5.1	5.1	5.1
truck medium	70	9.15	5.1	5.1	5.1
truck heavy	3	9.15	5.1	5.1	5.1
total	793				
weighted average		8.4	4.8	4.8	4.8

Fuente: Resultados software RED

**Cuadro 15. Tráfico proyectado**

Year	Annual normal daily traffic (veh/day)
2019	793
2020	859
2021	931
2022	1009
2023	1093
2024	1146
2025	1201
2026	1260
2027	1321
2028	1386
2029	1453
2030	1524
2031	1599
2032	1677
2033	1760
2034	1846
2035	1937
2036	2033
2037	2133
2038	2239

Fuente: Resultados software RED

### **2.9.2 Tráfico generado**

En lo que respecta al tráfico que se generará debido a la implementación del proyecto, éste es definido por el software RED, el cual calcula internamente los resultados a través de dos posibles métodos:

- 1.- Definiendo un porcentaje del tráfico normal.
- 2.- Estimando una elasticidad de precio de la demanda para transporte, el cual es una relación entre el porcentaje de crecimiento del tráfico y el porcentaje de decrecimiento en los costos de transporte.

La opción que se eligió fue la segunda, estimándose los siguientes factores de elasticidad de lo que supone que por cada porcentaje en que se reduzcan los costos de operación vehicular, en ese mismo porcentaje aparecerá un tráfico generado.

**Cuadro 16. Tráfico generado**

	Price Elasticity of Demand for Transport
Car Small	0,5
Four-Wheel Drive	0,5
Delivery Vehicle	0,5
Bus Light	0,3
Bus Medium	0,3
Truck Light	0,3
Truck Medium	0,3
Truck Heavy	0,3
Truck Articulated	0,3

Fuente: Resultados software RED

El Tráfico Normal y el Generado por la implementación del proyecto y el tráfico total que transitaría por el tramo en la situación con Proyecto se muestran en la siguiente tabla:

**Cuadro 17. Tráfico normal y generado**

<b>Year</b>	<b>Annual normal daily traffic (veh/day)</b>	<b>Annual generated daily traffic (veh/day)</b>	<b>TPDA TOTAL</b>
2019	793	0	793
2020	859	175	1034
2021	931	189	1120
2022	1009	205	1214
2023	1093	223	1316
2024	1146	234	1380
2025	1202	245	1447
2026	1260	257	1517
2027	1321	270	1591
2028	1386	284	1670
2029	1453	298	1751
2030	1524	313	1837
2031	1599	329	1928
2032	1677	345	2022
2033	1760	362	2122
2034	1846	381	2227
2035	1937	400	2337
2036	2033	420	2453
2037	2133	441	2574
2038	2239	463	2702

Fuente: Resultados software RED

### **2.10 Beneficios sociales del proyecto**

Proyectos como los de infraestructura vial no son generadores de ingresos debido a que hasta el momento de realización de este estudio, no se cobra peaje en el país, el cual sería la única fuente de ingreso monetario para este tipo de proyecto social.

El mejoramiento de una carretera, trae consigo una amplia gama de beneficios, los cuales son calculados de diferentes maneras, como es un proyecto social sus beneficios se calculan en base a los beneficios que le otorgarán a la comunidad beneficiaria, a continuación se describen los principales beneficios directos que se consideraron resultarán del mejoramiento del camino:

a) Plusvalía generada por la propiedad

Esto es literalmente el “valor agregado” que posee por motivos externos a ella, en este caso, por ejemplo, que se pavimenta una calle eleva el valor de las casas que se encuentran sobre la calle.

Este valor es difícil de cuantificar ya que solo en mercado puede definir a cuánto asciende el cambio de valor de las propiedades. Para el proyecto se usa una tasa de cambio en el valor agregado de 30%

b) Ahorro proveniente de la disminución de las consultas médicas y medicamentos.

Sin el proyecto, las condiciones ambientales que prevalecen ocasionan enfermedades en la población tales como: Infecciones respiratorias, intestinales, de piel, dengue, malaria, así como infecciones renales.

c) Mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio en general

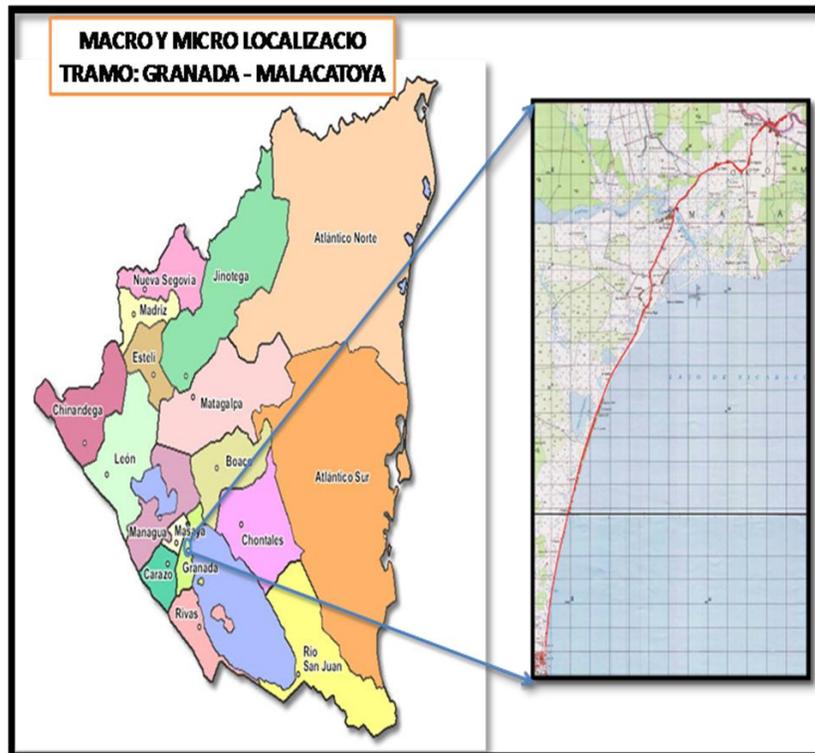
# **CAPITULO III**

## **ESTUDIO TECNICO**

### 3.1 Localización

Malacatoya se localiza en la zona del pacífico de Nicaragua en el departamento de Granada. Entre las comunidades que atraviesa esta comarca se encuentran: Cauloa, Panaloya, El Guayabo, el Hatillo, los Laureles, Osaguay, los Cocos.

*Figura 1. Localización del proyecto*



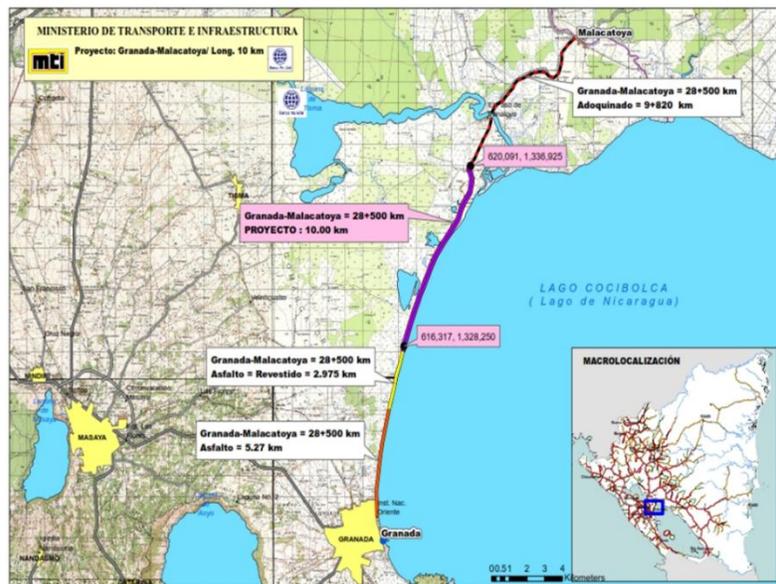
Fuente: INETER

#### 3.1.2 Micro localización

La comarca Malacatoya se localiza en el municipio de Granada, departamento de Granada. El sitio presenta un relieve plano, condicionado por la degradación de los procesos exógenos que actúan en áreas de erosión y sedimentación y la actividad antrópica del mismo hombre. La población directamente beneficiada por la ejecución de este proyecto es de 39,927 habitantes.

El tramo de carretera Granada – Malacatoya se caracteriza por poseer terrenos bajos, constituidos por material aluvial y lacustre, la comarca de Malacatoya se ubica en una amplia llanura aluvial o llanura de inundación del río Malacatoya, con una altitud promedio de 40 msnm, con una pendiente aproximada del 1%, hasta desembocar en el Gran Lago de Nicaragua.

**Figura 2. Micro localización del proyecto**



Fuente: Ministerio de transporte e infraestructura (MTI)

### 3.2 Tamaño del proyecto

El proyecto consistirá en la construcción del tramo de camino, con el objetivo de proveer los recursos necesarios para mejorar mediante la formación de una estructura de pavimento compuesta por adoquines, tipo tráfico de 3,500 psi, apoyados sobre una base estabilizada con cemento, las condiciones estructurales y físicas del tramo de carretera con el fin de mejorar el nivel de vida de los pobladores que circulan para comunicarse con otras áreas urbanas, mediante la reducción de los costos de transportes y costos de producción de la zona del proyecto.

1. Longitud del tramo: 10 km
2. Ancho de carretera: 6.92 m donde;
  - Ancho del carril: 3.31 m
  - Ancho de bordillos: 0.15 m
3. Número de carriles: 2
4. Vida útil: 20 años

En su recorrido el proyecto atraviesa por las siguientes comunidades: Cauloa, Panaloya, El Guayabo, el Hatillo, los Laureles, Osaguay, los Cocos. El Proyecto se localiza en el municipio de Granada, departamento de Granada, tiene su inicio en la Est. 8+000 ruta Granada hacia Paso Panaloya con coordenadas aproximadas de  $X=0616317$   $Y=1328250$  y finaliza en la est. 18+000 con coordenadas  $X= 06200091$   $Y=1336925$  hacia el poblado de Malacatoya. Esta carretera corresponde a la red vial básica, clasificada funcionalmente como colectora principal y pertenece a la NIC-39, con una longitud de 10 km.

Las principales actividades que se contemplan en el proyecto son preliminares, movimientos de tierra, estructuras de pavimento, estructuras de drenaje menor, señalización vertical y horizontal.

### **3.3 Estudio topográficos**

En la ingeniería civil, el conocimiento de las características topográficas del terreno es prácticamente indispensable, ya que por medio de estos pueden suministrar los datos necesarios para el diseño de carreteras, puentes, vías férreas, terracería, etc.

En el campo de la topografía comprenderá actividades de campo y gabinete que consistirán en la ejecución y planeación de los siguientes procesos.

#### ❖ **Proceso de Georreferenciación**

Esta primera etapa comprenderá el establecimiento de los puntos de control base a los cuales se les transferirá coordenadas desde la red geodésica mundial. Los GPS se ubicaran distribuidos en pares de puntos en todo el corredor de camino que constituye el proyecto; ubicados y establecidos cada par de puntos a una distancia promedio de 5 km uno de otro par, con referencia a estaciones de la red geodésica mundial para el traslado de sus coordenadas geográficas en el sistema geodésico WGS-84 Z16N.

La metodología empleada se detalla a continuación en diferentes etapas de trabajo para el tramo de camino, de manera secuencial tal a como se ejecutó en la realidad todo el proceso correspondiente a la georreferenciación de puntos para el proyecto

#### ❖ **Localización y ubicación de Puntos a Georreferenciar**

Consistirá en la localización de los sitios o lugares adecuados para instalar los puntos de control base, denominados como puntos GPS, los cual debían cumplir y contar con las siguientes características para su establecimiento:

- Contar con la debida intervisibilidad uno con otro y con los puntos de la línea base atrás y adelante.
- La existencia de una separación o distancia mínima de 200 m, de uno a otro punto que conforman el par.
- Estar ubicados en lugares estratégicos que resguarden su cuidado y evitar su deterioro.

❖ **Medición y Traslado de Coordenadas hacia los puntos GPS.**

Esta etapa comprenderá las mediciones necesarias para establecer las correspondientes coordenadas en los puntos GPS y se recurrirá al uso de estaciones GPS de la red geodésica mundial. De los sitios cartografiados en este tramo se muestran las coordenadas en el sistema WGS 84 en la zona 16 norte. Comprende un área de 29 km a escala 1:10 000 cubriendo un área de 5 km cubriendo más allá del área de interés.

**Cuadro 18. Puntos Cartografiados**

<b>Coordenada Este</b>	<b>Coordenada Norte</b>	<b>Altura</b>
624508	1345328	48
624969	1345731	46
627265	1342650	42
625267	1342167	42
623827	1341679	41
621361	1339722	40
621103	1338694	45
620417	1337555	45
620191	1336504	46
619911	1335638	43
619440	1334582	47
618604	1333434	43
618091	1332639	46
616785	1329628	48
616384	1328445	47
616074	1327329	46
615624	1325885	46
615529	1325411	45
651178	1324056	44
614971	1322959	44
614856	1322134	45
614798	1321484	46
614778	1321105	50
614788	1320701	52

Fuente: Informe de reconocimiento geológico del tramo: Granada – Malacatoya

### ❖ **Proceso de Levantamiento de la información topográfica**

El aspecto topográfico se ejecutara utilizando los equipos topográficos electrónicos (Leica Flexline TS02 y Leica Flexline TS06plus), en conjunto con todos sus elementos; estuvieron orientadas específicamente al levantamiento físico del estado y situación de la franja de terreno del corredor del camino, dicha información se obtiene sin tener que realizar cálculo alguno.

La ejecución de este proceso conllevara el desarrollo de las diferentes fases de trabajo que generalmente están establecidas y comprendidas en los levantamientos topográficos de caminos y carreteras, y que corresponden principalmente a las siguientes:

- ✓ Monumentación de puntos de línea base (BMs).
- ✓ Medición de poligonal de línea base (BMs).
- ✓ Nivelación de puntos de línea base (BMs).
- ✓ Levantamiento planialtimétrico o seccionamiento del camino.
- ✓ Levantamiento del drenaje.

### ❖ **Trazo, medición y establecimiento del eje de la poligonal base.**

Esta actividad consistirá en términos generales en el traslado de las coordenadas geodésicas de los puntos de control base (PCB) denominados de igual forma como puntos GPS.

Hemos considerado que se pueden mantener la mayoría de las características del trazado actual del camino, tratando de conservar en el trazado de la planta, el eje actual de la vía, rectificando y localizando dicho eje en los sectores más críticos

### **3.4 Estudio de Tránsito**

El estudio de tránsito provee información importante para el diseño geométrico y estructural de la carretera. Sin embargo, el peso de los vehículos influye de gran manera sobre la estructura de pavimento, por lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. El tipo de tránsito.
2. La carga máxima por rueda.
3. La intensidad media anual de lluvia.

#### **3.4.1 Tipos de tránsito**

El tránsito se divide en tres categorías:

- Tránsito liviano: cuando el número de vehículos comerciales por día fuera igual o inferior a 250, con un máximo de 20% de camiones, con carga por rueda igual a la máxima.
- Tránsito medio: cuando el número de vehículos comerciales estuviere comprendido entre 250-750, con máximo de 20% de camiones, con cargas por rueda igual a la máxima.
- Tránsito pesado: cuando el número de vehículos comerciales excediere de 750 o cuando hubiera más de 250 camiones por día, con carga por rueda igual a la máxima.

#### **3.4.2 Características del tránsito**

De las características del tránsito y la topografía del terreno depende el dimensionamiento de una carretera, entre las características se tiene.

## **1. Velocidad.**

Según la física se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, una relación de movimiento que se expresa para velocidad constante mediante la fórmula:

$$V = d / t \quad (\text{Ecuación. 5})$$

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a que se mueve varía constantemente, lo que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

## **2. Velocidad de marcha.**

La velocidad de marcha es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento.

En un viaje normal para obtener la velocidad de marcha, se descontará del tiempo total de recorrido todo aquel tiempo que el vehículo se hubiese detenido por cualquier causa.

## **3. Velocidad de proyecto.**

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada velocidad de proyecto o velocidad directriz, que es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Como su nombre lo indica, se utiliza para proyectar el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical y la sección transversal de un camino.

La selección de la velocidad de proyecto depende principalmente del tipo de camino, volúmenes de tránsito, configuración topográfica y uso del suelo.

Tomando en cuenta las características operacionales de los vehículos modernos y las condiciones físicas y psicológicas de los usuarios de las carreteras, así como la topografía de nuestro país, se pueden establecer como límites para la velocidad de proyecto 30 km/h a 110 km/h. La velocidad de proyecto varía normalmente en incremento de 10 km/h de acuerdo a las categorías de los caminos, volúmenes de tránsito y configuración del terreno.

#### **4. Capacidad vial.**

Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a la demanda vehicular es la capacidad vial.

La capacidad práctica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada.

La capacidad teórica de un camino ha sido determinada tomando en cuenta las velocidades promedio entre 70 y 80 kilómetros por hora y separaciones entre vehículos de aproximadamente 30 metros.

Las condiciones más importantes que afectan la capacidad de las carreteras son: el ancho de sección, visibilidad, pendiente, ancho de acotamientos (hombros), porcentaje de vehículos pesados en la vía y la obstrucción lateral.

En cuanto a la visibilidad y a la pendiente, íntimamente ligadas con el alineamiento y la velocidad de proyecto, se puede decir que afectan a la capacidad práctica de un camino.

## **5. Nivel de servicio.**

Debido a las consideraciones anteriores, las carreteras se diseñan para operar a volúmenes horarios por debajo de la capacidad. Entiéndase por nivel de servicio el volumen máximo horario del tránsito que una carretera acondiciona, dispuesto quizá a tolerar un mínimo de congestión. Conviene aclarar que al hablar de congestión en una carretera no se refiere a la paralización de todo el movimiento, sino cuando la corriente de tránsito empieza a perder su capacidad de flujo libre.

Los niveles de servicio se han definido subjetivamente por las letras de la "A" hasta la "F"; en el nivel de servicio "A" el volumen de tránsito es menor que la capacidad de la carretera, en el nivel de servicio "F" el volumen de tránsito es mayor que la capacidad de la carretera

### **3.5 Estudios hidrológicos**

Los estudios hidrológicos consistieron en el cálculo del caudal máximo probable que pueda presentarse sobre el origen y la magnitud de los caudales que llegan a la camino. Para esto; se hizo un análisis cuidadoso, tomaron en cuenta todos los factores que influyen en la formación de caudales que son las características físicas de la cuenca de aportación tales como: el área, longitud del cauce principal, la pendiente del cauce y la cobertura vegetal, los factores de las lluvias y el comportamiento hidráulico de las obras existentes y cruces natural. Con esta información se procedió a definir el método para determinar la avenida de diseño.

De acuerdo a las características morfológicas de los cauces, estos se han clasificado en tres grandes grupos. Ellos son: rectos, entrelazados y meándricos:

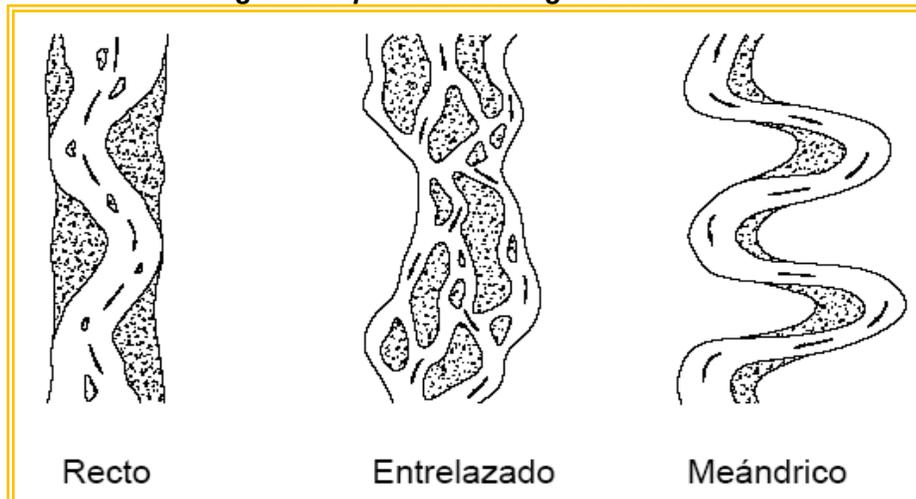
- a) **Ríos rectos.** Prácticamente no existen ríos rectos en la naturaleza. A veces sucede que existe un sistema de encauzamiento recto, constituido por diques paralelos, pero dentro de él, para caudales menores que el de diseño, el río desarrolla su propia sinuosidad. Para el caudal de diseño el río ocupa toda la sección transversal y se comporta como si fuese recto. En determinados encauzamientos ocurre que lo más peligroso para el sistema de defensas no es el caudal máximo, sino uno menor, para el cual el río desarrolla curvas, una de las cuales puede atacar casi frontalmente los diques de encauzamiento.
  
- b) **Ríos Entrelazados.** A veces se les llama ríos trenzados. Corresponden generalmente a ríos anchos, cuya pendiente es fuerte, lo que da lugar a pequeños tirantes (calados) y el río corre en forma de varios canales o brazos alrededor de pequeñas islas. LANE planteó que las dos causas que explican la existencia de un río entrelazado son:
  - ✓ Exceso de sedimentos que el río no puede transportar en su totalidad, una parte de los cuales deposita y da lugar a la formación de islas, y pendiente fuerte, lo que origina pequeños tirantes. Uno de estos factores, o los dos juntos, son causa de la aparición de ríos entrelazados.

- c) **Ríos Meándricos.** Están formados por una sucesión de curvas. La característica de estas curvas, que son muy dinámicas, es que no se deben esencialmente a las propiedades del terreno, sino a la naturaleza del comportamiento fluvial.

Esta clasificación es ilustrativa de las tres formas principales que suelen tener los ríos. Estas diferentes formas pueden presentarse en tramos sucesivos de un río o en un mismo tramo, en función de la pendiente y el caudal en un momento dado.

La figura siguiente ilustra los tres diferentes tipos de morfología fluvial bajo los que se han clasificado la totalidad de los cauces afectados por la reconstrucción de caminos que nos afecta.

**Figura 3. Tipos de morfología fluvial**



Fuente: Hidrología aplicada, E. Chow

Para la selección de la metodología a usar se tomaron en cuenta la disponibilidad de información hidrológica; la obtención de los datos de intensidades máximas anuales de la estación meteorológica más cercana a cada cuenca, la cartografía disponible como son los mapas geodésicos en escala 1:50,000 y los mapas de uso de suelos de la zona.

Cabe comentar en este estudio, que durante todo el proceso de cálculo se ha mantenido un criterio de mayoración de factores persiguiendo estar siempre del lado de la seguridad, y no comprometer así la estructura ante futuras avenidas, lo que no significa que se está sobre diseñando la obra.

### **3.5.1 Cálculo de las avenidas de diseño:**

La avenida de diseño, se refiere al volumen de esorrentía superficial por unidad de tiempo, que puede presentarse en un cruce, debido a cierta intensidad de lluvia asociada a un período de retorno previamente definido. La avenida de diseño se calcula por extrapolación de los datos históricos para unas condiciones definidas como críticas. Este cálculo es el principal objetivo de los estudios hidrológicos para el diseño de obras de drenaje mayor, y en él intervienen una serie de parámetros que deberán establecerse de acuerdo al tipo de obra a construirse, las características de la cuenca y los datos de precipitación.

A continuación se describen los parámetros que fueron utilizados para el cálculo de la avenida de diseño, los que son similares al drenaje menor:

### ➤ **Frecuencia de diseño**

En los estudios hidrotécnicos tiene vital importancia el cálculo de la frecuencia con que los caudales de una determinada magnitud, serán igualados o excedidos, o bien deducir el periodo medio de tiempo que transcurre entre dos crecidas que igualan o sobrepasan un determinado valor, este intervalo de tiempo se conoce como periodo de retorno o frecuencia de lluvia de diseño.

Para efectos de formulación de obras de drenaje mayor, se recomienda que la frecuencia de la lluvia de diseño sea establecida en función de las características e importancia de la vía donde se emplazará la nueva estructura y del tipo de obra a proyectarse. Deben considerarse también aspectos adicionales como el grado de incertidumbre existente en la estimación de algunos parámetros para el estudio de las cuencas, vida útil de la obra y riesgos permisibles.

En este estudio se ha fijado una frecuencia de diseño de 50 años, según lo establecido en los términos de referencia.

El consultor ha considerado que esta frecuencia de diseño es apropiada, si se toman en cuenta criterios económicos tales como la comparación de los costos anuales de la obra con los daños producidos por las crecientes, además esta frecuencia garantiza estructuras, que durante su vida útil, no permitan que las pérdidas económicas sobrepasen los costos de construcción.

### ➤ **Tiempo de concentración**

Se procedió a obtener el tiempo de concentración ( $T_c$ ), utilizando para esto la fórmula de Kirpich que se expresa como:

$$T_c = 0.0078K^{0.77} \text{ (Ecuación. 6)}$$

Siendo  $T_c$  = Tiempo de concentración (min.)

Haciendo:

$$K = 3.28 L / S^{0.5}; \text{ (Relación Longitud/Pendiente)}$$

Dónde:

$L$  = Longitud entre el punto más alejado de la cuenca y el punto de salida. (m)

$S$  = Pendiente del cauce en m/m.

➤ **Delimitación de las Áreas de Drenaje:**

La topografía de una cuenca son delimitados por dos tipos de divisorias o parte aguas; divisoria topográfica o superficial y divisoria freática o subterránea. Esta última establece los límites de los embalses de agua subterránea. Las dos divisorias difícilmente coinciden. La divisoria freática varía con la posición del nivel freático. En este tipo de estudios es recomendable definir el área de drenaje de una cuenca de acuerdo con su divisoria topográfica.

Para la estimación de las áreas de drenaje del proyecto, se utilizaron mapas geodésicos de la zona en estudio a escala 1: 50,000 elaborados por INETER. Estos mapas se digitalizaron y se procesaron con ayuda del programa AutoCAD 2009, de tal manera que fue posible el trazo del parte aguas con métodos computarizados que facilitaron la obtención de las áreas de drenaje de las cuencas.

El trazo del parte aguas se realizó siguiendo un conjunto de normas generales que mencionamos a continuación:

- a). La línea divisoria corta ortogonalmente a las curvas de nivel.
- b). Cuando la divisoria va aumentando su altitud, corta a las curvas de nivel por su parte convexa.
- C. Cuando la altitud va disminuyendo, la divisoria corta a las curvas de nivel por su parte cóncava.
- d). Si cortamos el terreno por el plano normal a la divisoria, el punto de intersección en ésta, ha de ser el punto de mayor altitud del terreno.
- e). Como comprobación, la línea divisoria nunca debe cortar a un río, arroyo o vaguada, excepto en el punto del que queremos obtener su divisoria.

➤ **Coefficiente de escorrentía:**

El coeficiente de escorrentía "**C**", para ser usado en la fórmula racional, se define como la razón entre la cantidad de agua que escurre y la precipitación, es importante mencionar que no toda el agua de lluvia precipitada llega a las obras de drenaje; parte se pierde por factores tales como evaporación, intercepción vegetal, detención superficial en cuneta, zanjas o depresiones, y por infiltración. De todos los factores anteriores, el de mayor importancia es el de infiltración, el cual está en función de la impermeabilidad del terreno y es por esto que en algunos casos se le llama coeficiente de impermeabilidad.

La determinación absoluta de este coeficiente es muy difícil ya que existen hechos que pueden hacer que su valor varíe con el tiempo. Por una parte, las pérdidas por infiltración disminuyen con la duración de la lluvia debido a la saturación paulatina de la superficie del suelo y por otra parte la infiltración puede ser modificada de manera importante por la intervención del hombre, por acciones tales como, quemas incontrolables, tala de los árboles y construcciones nuevas.

En la tabla modificada de Bernard para el uso de la fórmula racional, la cual se presenta a continuación, este valor " C ", está en dependencia de las características topográficas del terreno, tipo de suelo y cubierta vegetal.

**Cuadro 19. Valores de "c" para uso en la fórmula racional**

SUELOS	Con Velocidad de Infiltración	COBERTURA DE LA CUENCA		
		Cultivada	Pastos	Bosques
Casi siempre arena o suelo gravoso(cascajoso)	Arriba de lo Promedio	0.20	0.15	0.10
No capas de arcillas compactas; sí tierras arcillosas ligeras(mezclas de limos y/o arcillas con alguna materia orgánica -humus-) y suelos similares	Promedio	0.40	0.35	0.30
Suelos arcillosos densos o suelos con una capa de arcilla compacta cerca de la superficie; suelos poco profundos por encima de rocas impermeables.	Abajo de lo Promedio	0.50	0.45	0.40

Fuente: Hidrología aplicada, E. Chow

A este valor se le ha atribuido un valor equivalente a  $C = 0.33$  similar para el drenaje menor, el cual se ha escogido, basadas en las inspecciones directas de campo, complementado por los mapas topográficos e imágenes de satélites, se pudo observar que los suelos tienen una textura arcillosa con algo de limo, y de poca profundidad, con una cubierta de bosques que va de bosques de mediano a alto, con moderada quemas, pero no obstante la mayor parte de la vegetación ha sido desplazada por pastizales, con un grado de velocidad de infiltración moderada; el valor nos parece apropiado considerando el tipos de suelo, el áreas de pastos(ganado) y bosques en los márgenes de los ríos, con posibles quemas y una continua deforestación, así como la pendiente de las cuencas.

### **3.6 Diseño Geométrico**

#### **3.6.1 Definición de criterios de diseño**

##### **❖ Normas de diseño**

Las normas de diseño implementadas serán las contenidas en el manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de carreteras regionales (normas SIECA, 2da Edición 2004) o en su defecto la Guía de diseño geométrico de la AASHTO (A Policy On Geometric Design of Highways and Streets, Quinta Edición 2004)

##### **❖ Clasificación**

Atendiendo a los volúmenes de tráfico al que estará sujeta la carretera Granada - Malacatoya, NIC-39, (rango de 500 – 3000 TPDA), su posición geográfica y al hecho que esta carretera amplía la red vial, se da una clasificación de colectora principal (colectora rural según SIECA).

### ❖ **Características constructivas actuales**

Básicamente la estructura del camino no tiene sub base ni base, solo una superficie de material de arena muy fina. La superficie de rodamiento se encuentra con un grado de deterioro alto, presentando baches constantes.

Existen dificultades de drenaje. Se deben proyectar obras de drenaje menor y limpieza de las ya existentes. El drenaje longitudinal es pobre y no existen obras complementarias

### ❖ **Volumen de tráfico actual y esperado**

El volumen de tráfico registrado actualmente es bajo, proyectándose para el 2018 un volumen máximo horario de 34 vph y un TPDA de 782 vpd.

Lo anterior nos indica que actualmente la carretera no cumple con la especificaciones necesarias para ser considerada colectora principal (colectora rural según SIECA), con el mejoramiento geométrico, estructural e hidráulico, la proyección de tráfico se proyecta para el año 2038 un volumen máximo horario de 22 vph y un TPDA de 2,702 vpd.

### ❖ **Estructura de pavimento**

La estructura empleando adoquines de concreto de 10 cms de espesor y tipo tráfico de 3500 psi de resistencia a la compresión para la capa de rodamiento, colocadas sobre una capa base de material estabilizado con cemento hasta lograr la resistencia mínima a la compresión de 30 kg/cm<sup>2</sup>, estará soportada por una capa de sub-base conformada por el actual rodamiento ajustado.

Ver dimensiones y diseño de sección típica en anexos.

# **CAPÍTULO IV**

## **ESTUDIO ECONÓMICO.**

El estudio económico del proyecto, permitirá calcular los costos del mismo considerando e interrelacionando los objetivos, el tamaño, la tecnología, la localización, la infraestructura física.

Los costos de inversión incluyen:

- Mano de obra calificada y no calificada
- Equipos
- Materiales de construcción
- Costos indirectos

También se incluyen los costos de operación, mantenimiento de la obra, y costos de estudios preliminares de la obra, estos son: estudio hidrológico, estudio topográfico y estudio de suelos.

#### **4.1 Inversión en el proyecto.**

Dependiendo de la naturaleza de los proyectos, varían los tipos de inversión y los rubros o áreas de la misma. Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto, pueden dividirse en áreas tales como: inversión fija y en activos diferidos

##### **4.1.1 Inversión en infraestructura**

La infraestructura del proyecto se refleja como el presupuesto de construcción de la calles en sus dos opciones: adoquín y asfalto.

La inversión se analiza en sus tres componentes, mano de obra, maquinaria y equipo y materiales necesarios para el establecimiento del proyecto.

#### 4.1.2 Inversión fija

El resumen de los costos generales de la inversión y el análisis de la alternativa de selección tecnológica apuntan a la escogencia de la pavimentación con adoquinado como la mejor opción técnica.

**Cuadro 20. Inversión fija**

<b>Etapas</b>	<b>Costo total (C\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Trabajos administrativos	150,000.00	5,115.14
Movimiento de tierra	28,573,808.63	974,393.89
Estructura de pavimento	53,159,281.49	1,812,781.76
Estructura de drenaje menor transversa	6,372,847.84	217,320.13
Señalización	1,296,258.80	44,203.65
Misceláneos	18,891,518.11	644,218.63
Medidas ambientales	671,020.26	22,882.42
Total de costos directos	109,114,753.13	3,720,916.26
Costos indirectos	20,484,297.13	698,533.90
Sub total	129,599,032.26	4,419,449.55
Administración	6,479,951.61	220,972.47
Utilidades	10,367,922.58	353,555.96
Sub total	146,446,906.45	4,993,997.99
Impuesto al valor agregado	21,967,035.97	749,096.69
Costo total	168,413,942.42	5,743,074.69

Fuente: Propia

Por lo tanto, el monto de las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto de adoquinado del tramo de carretera Granada – Malacatoya es de C\$ 168, 413,942.42 (equivalente a \$ 5, 743,074.69 considerando una tasa de cambio de 29.3247 córdobas por dólar).

Los costos antes señalados corresponden a la construcción de la carpeta de rodamiento utilizando adoquines.

En los anexos al estudio económico se muestran el presupuesto general de obras con detalle de los costos antes expuestos.

#### **4.1.3 Inversión diferida**

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se inicie, entre estos se consideran los gastos de formulación y evaluación del proyecto.

**Cuadro 21. Inversión diferida**

Descripción	Monto (\$)
Formulación del proyecto	229,722.98
Supervisión del proyecto	420,000.00
Total	649,722.98

Fuente: Propia

Se considera una 4 % del monto de construcción para la formulación del y un 7 % más un escalonamiento de precios de 5% para a supervisión del proyecto.

#### **4.1.4 Inversión total**

La inversión total contempla los montos de inversión fija y diferida necesarios para que el proyecto se desarrolle.

**Cuadro 22. Inversión Total**

Descripción	Monto (\$)
Inversión fija	5,743,074.69
Inversión diferida	649,722.98
Inversión total	6,392,797.67

Fuente: Propia

La vida de cada alternativa se consideró de 20 años por el tipo de material a utilizar y considerando los mantenimientos adecuados, recomendada por la guía sectorial de calles.

## **4.2. Costos de Operación.**

Los costos de operación del proyecto están referidos a los costos de mantenimiento que llevará consigo la puesta en funcionamiento de la obra una vez que se encuentre culminada y en funcionamiento. El mantenimiento se inicia a partir del segundo año del proyecto.

### **4.2.1 Costos de Mantenimiento**

El mantenimiento adecuado a las vías es una labor esencial dentro de las tareas de la alcaldía de Granada. Las cantidades invertidas en la conservación se recuperan a través de la disminución de los costos en el transporte y mantenimiento de los vehículos.

Para la evaluación económica se estimaron los siguientes costos de mantenimiento para cada una de las alternativas de construcción evaluadas.

***Cuadro 23. Costo de mantenimiento***

	<b>Alternativa</b>	<b>Costo de Mantenimiento U\$ / km</b>
0	Sin Proyecto	15,570.0
1	Mezcla Asfáltica en Caliente	3,010.0
2	Adoquinado	6,600.0

Fuente: División pre inversión

**Cuadro 24. Costo total de mantenimiento**

	<b>Alternativa</b>	<b>Costo de Mantenimiento U\$ / km</b>	<b>Costo de Mantenimient o U\$ de 10 km</b>
0	Sin Proyecto	15,570.0	155,700
1	Mezcla Asfáltica en Caliente	3,010.0	30,100
2	Adoquinado	6,600.0	66,000

Fuente: División pre inversión

Siendo el adoquinado la alternativa elegida, por tanto el monto a destinar presupuestado corresponde a \$ 66,000 anuales durante 20 años de vida estimada del proyecto.

#### **4.3. Análisis de los beneficios económicos del proyecto.**

Los beneficios directos generados por la actividad del transporte debido a la presencia de una nueva carretera son descritos a continuación:

- ❖ Ahorro en los costos de operación vehicular: Este beneficio incluye los ahorros en los costos de operación vehicular del tráfico normal y generado. En este particular, se conoce que los costos de operación vehicular están en función del estado y rugosidad de la carretera, por ende al mejorar el estado de la misma se produce una reducción en estos costos.

- ❖ Ahorro en los costos de mantenimiento: Al ejecutarse el proyecto, se reducen los costos en el componente de conservación y mantenimiento de la carretera, en comparación con la alternativa “Sin proyecto”, ya que en esta situación se tiene que invertir mayores cantidades de dinero en mantenimiento debido al mal estado de la vía.
- ❖ Ahorro en el tiempo de viaje de los pasajeros. Esto se da como efecto del mejoramiento de la superficie de rodamiento de la carretera y da como resultado un aumento de la velocidad promedio de los vehículos que transitan por el tramo. Al ahorrar tiempo al desplazarse por el camino, los usuarios, pueden dedicar este tiempo a realizar otras actividades, ya sean productivas o de ocio.

Así mismo existen beneficios indirectos que son todos aquellos que se producen por la puesta en operación del proyecto.

La mejora de la carretera genera los incentivos para el incremento de la producción de algunas actividades o viene de la economía en la zona de influencia de la carretera.

#### **4.3.1 Flujo de beneficios neto del proyecto**

El beneficio neto se trata de una cifra que nos informa de los beneficios obtenidos por una empresa teniendo en cuenta únicamente su actividad principal ya que deja fuera de dicho resultado tres componentes, y son:

- La contabilidad referida a sus activos, como son, la amortización y depreciación contable de sus inversiones.
- La influencia de la estructura financiera en cuanto a los intereses que puede llegar a pagar por diferentes conceptos.
- La fiscalidad, es decir, los impuestos que paga.

#### **4.3.2 Ahorro de costos de operación vehicular**

Los proyectos de infraestructura vial no generan ingresos, por tanto no existen fuentes de ingreso monetario para este tipo de proyecto social. Sus beneficios se calculan en base a los beneficios que se obtienen por el ahorro de los costos de operación vehicular, para calcular dicho ahorro se utiliza la siguiente formula:

$$COVA=CK*IMD*CMC*D*30*12 \text{ (Ecuación. 7)}$$

Donde:

COVA: Costo de operación vehicular anual (\$)

CK: Costo por kilómetro (\$)

IMD: Índice medio diario (Tráfico)

CMC: Coeficiente de mayor costo

D: Distancia del tramo (Kilómetro)

El costo de operación por kilómetro ha sido obtenido a través del modelo de costos elaborado por la universidad del Pacífico (Bonifaz y Ramos, 1998), el cual ha sido actualizado a precios del año 2006. Este modelo arroja el costo de operación por cada tipo de vehículo en US \$/km, según el siguiente cuadro:

**Cuadro 25. Costo de operación vehicular**

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Costo por kilometro</b>
Automóvil	0.1553
Autobús	0.8761
Camión de dos ejes (C2E)	0.8163
Camión de tres ejes (C3E)	1.0872
Camión de más de tres (C+3E)	1.2895

Fuente: Bonifaz y Ramos 1998

Para la carretera en estudio se tendrá un ahorro total por este concepto. El estudio se debe realizar anualmente a través de todo el horizonte de vida del proyecto y sus resultados se muestran a continuación.

**Cuadro 26. Proyección de los beneficios por costos operativos**

<b>Años</b>	<b>Autos</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Micro bus</b>	<b>Costo \$</b>	<b>C2E-C3E</b>	<b>Costo \$</b>	<b>Total</b>
0	5.3	26.24	2.7	37.01	12	8,127.40	8,190.65
1	5.4	4,207.33	2.7	37.56	12.2	8,249.31	12,494.20
2	5.5	4,270.44	2.7	38.12	12.4	8,373.05	12,681.61
3	5.5	4,334.49	2.8	38.70	12.5	8,498.65	12,871.84
4	5.6	4,399.51	2.8	39.28	12.7	8,626.13	13,064.91
5	5.7	4,465.50	2.9	39.87	12.9	8,755.52	13,260.89
6	5.8	4,532.48	2.9	40.46	13.1	8,886.85	13,459.80
7	5.9	4,600.47	2.9	41.07	13.3	9,020.15	13,661.70
8	6	4,669.48	3	41.69	13.5	9,155.46	13,866.62
9	6.1	4,739.52	3	42.31	13.7	9,292.79	14,074.62
10	6.2	4,810.61	3.1	42.95	13.9	9,432.18	14,285.74
11	6.3	4,882.77	3.1	43.95	14.1	9,573.66	14,500.03
12	6.3	4,956.01	3.2	44.25	14.3	9,717.27	14,717.53
13	6.4	5,030.35	3.2	44.91	14.6	9,863.03	14,938.29
14	6.5	5,105.81	3.3	45.58	14.8	10,010.97	15,162.37
15	6.6	5,182.40	3.3	46.27	15	10,161.14	15,389.80
16	6.7	5,260.13	3,4	46.96	15.2	10,313.55	15,620.65
17	6.8	5,339.04	3.4	47.67	15.5	10,468.26	15,854.96
18	6.9	5,419.12	3.5	48.38	15.7	10,625.28	16,092.78
19	7	5,500.41	3.5	49.11	15.9	10,784.66	16,334.17
20	7.1	5,582.91	3.6	49.84	16.2	10,946.43	16,579.19

Fuente: Propia

#### **4.3.3 Ahorro en los tiempos de viajes de los pasajeros**

Para calcular el ahorro por tiempo adicional de viaje de los pasajeros, se utilizó la siguiente fórmula:

$$CT = TVE * VST \text{ (Ecuación. 8)}$$

Donde:

CT: costo en tiempo (US \$) de operación vehicular anual (US \$)

TVE: tiempo de viaje en exceso

VST: valor social de tiempo de viaje en carretera (US \$).

El tiempo en exceso puede calcularse como la diferencia entre la distancia virtual y la distancia real en un tramo de carretera dividido entre la velocidad promedio del vehículo en pista asfaltada. La distancia virtual de un tramo se calcula multiplicando la distancia real del mismo por el coeficiente de conversión, de acuerdo con los factores físicos que afectan al tramo en función de su estado. La velocidad del vehículo puede obtenerse a partir del siguiente cuadro:

**Cuadro 27. Velocidad de referencia**

<b>Pista / vehículo</b>	<b>Autobús / Camión</b>	<b>Automóvil</b>
Asfaltada	72	80
Afirmada	56	64
Sin afirmar	48	56

Fuente: Banco mundial 1975

Luego para calcular el valor social del tiempo de viaje se ha utilizado otro estudio elaborado por la universidad del Pacífico (Bonifaz, 2000), en US \$ por hora, para el modo carretero en auto y transporte público, según el siguiente cuadro:

**Cuadro 28. Valor social del tiempo de viaje**

<b>Modo de transporte</b>	<b>US \$ / pasajero</b>
Interurbano automóvil	0.97
Interurbano transporte público	0.51

Fuente: Bonifaz 2000

Se consideran 4 pasajeros en automóvil, 30 en autobús y 2 en camiones. Este trabajo se realizó en el tramo propuesto y proyectado para el horizonte de vida del proyecto. El resultado se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 29. Beneficio por tiempo de ahorro en los tiempos de viajes de los pasajeros**

Año	Buses	Personas	Autos	Personas	Directos
	Cantidades	Costo	Cantidades	Costo	Ahorro tiempo de viaje total \$
0	2.7	40.60	5.3	10.30	50.90
1	2.7	41.20	5.4	10.40	51.70
2	2.8	42.40	5.5	10.60	53.10
3	2.9	44.40	5.5	10.80	55.20
4	3.1	47.10	5.6	10.90	58.00
5	3.3	50.70	5.7	11.10	61.80
6	3.6	55.50	5.8	11.30	66.80
7	4	61.60	5.9	11.40	73.00
8	4.5	69.40	6	11.60	81.00
9	5.2	79.30	6.1	11.80	91.10
10	6	92.10	6.2	11.90	104.00
11	7.1	108.50	6.3	12.10	120.60
12	8.5	129.70	6.3	12.30	142.00
13	10.3	157.40	6.4	12.50	169.90
14	12.7	193.80	6.5	12.70	206.50
15	15.8	242.30	6.6	12.90	255.20
16	20.1	307.50	6.7	13.10	320.60
17	25.9	396.10	6.8	13.30	409.30
18	33.8	517.80	6.9	13.50	531.30
19	44.9	687.10	7	13.70	700.80
20	60.5	925.40	7.1	13.90	939.30

Fuente: Propia

#### **4.3.4 Beneficios indirectos: excedente del productor**

Los beneficios indirectos son todos aquellos que se producen por la puesta en operación del proyecto y distintos de los percibidos por los usuarios directos de la carretera. Así la mejora en la carretera genera los incentivos para el incremento de la producción de algunas actividades o bienes de la economía en la zona de influencia de la carretera.

Como es natural, realizar proyecciones a largo plazo y sobre nuevas actividades económicas y nuevos productos específicos, resulta muy laborioso e implica realizar una serie de supuestos que pueden afectar la precisión de los resultados. Si a lo anterior se suman los problemas de escasa información y poca confiabilidad de la misma, así como la reducida disponibilidad de tiempo para la realización de este estudio, resultaba inmanejable identificar, analizar y proyectar todas las actividades y productos que pueden desarrollarse. Por lo anterior, se tomaron las principales actividades económicas las cuales fueron proyectadas para 20 años y se muestran a continuación. Se utilizaron precios de la zona de estudio, y tasas para bienes y servicios sugeridos por Bonifaz 2000.

**Cuadro 30. Proyección para la actividad: Ganado Bovino**

<b>Año</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precios excedentes C\$</b>	<b>Diferencia C\$</b>
0	1,900.00	9.00	17,100.00
1	19,285.00	9.00	173,565.00
2	19,867.90	9.00	178,811.10
3	20,775.40	9.00	186,978.60
4	22,050.30	9.00	198,452.70
5	23,754.40	9.00	213,789.60
6	25,974.10	9.00	233,766.90
7	28,827.20	9.00	259,444.80
8	32,473.70	9.00	292,263.30
9	37,130.00	9.00	334,170.00
10	43,090.90	9.00	387,818.10
11	50,758.90	9.00	456,830.10
12	60,688.30	9.00	546,194.70
13	73,648.40	9.00	662,835.60
14	90,716.90	9.00	816,452.10
15	113,417.10	9.00	1020,753.90
16	143,924.70	9.00	1295,322.30
17	185,377.90	9.00	1668,401.10
18	242,352.10	9.00	2181,168.90
19	321,589.30	9.00	2894,303.70
20	433,134.20	9.00	3898,207.80

Fuente: Propia

**Cuadro 31. Proyección para la actividad: Granos básicos (Frijol)**

<b>Año</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precios excedentes C\$</b>	<b>Local C\$</b>	<b>Excedente C\$</b>	<b>Diferencia C\$</b>
0	500.00	50.00	500,000.00	525,000.00	25,000.00
1	507.50	50.00	507,500.00	558,250.00	50,750.00
2	522.80	50.00	522,839.20	575,123.10	52,283.90
3	546.70	50.00	546,721.60	601,393.80	54,672.20
4	580.30	50.00	580,270.40	638,297.50	58,027.10
5	625.10	50.00	625,116.00	687,627.60	62,511.60
6	683.50	50.00	683,528.90	751,881.80	68,352.90
7	758.60	50.00	758,611.10	834,472.20	75,861.10
8	854.60	50.00	854,569.80	940,026.70	85,456.90
9	977.10	50.00	977,106.50	1074,817.20	97,710.70
10	1,134.00	50.00	1133,972.00	1247,369.20	113,397.20
11	1,335.80	50.00	1335,761.10	1469,337.20	133,576.10
12	1,597.10	50.00	1597,060.20	1756,766.30	159,706.10
13	1,938.10	50.00	1938,116.40	2131,928.00	193,811.60
14	2,387.30	50.00	2387,285.90	2626,014.50	238,728.60
15	2,984.70	50.00	2984,661.40	3283,127.60	298,466.20
16	3,787.50	50.00	3787,492.20	4166,241.40	378,749.20
17	4,878.40	50.00	4878,492.20	5366,203.70	487,711.50
18	6,377.70	50.00	6377,687.40	7015,456.10	637,768.70
19	8,462.90	50.00	8462,877.10	9309,164.80	846,287.70
20	11,398.30	50.00	11398,268.30	12538,095.20	1139,826.90

Fuente: Propia

**Cuadro 32. Proyección para la actividad: Granos básicos (Maíz)**

<b>Año</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precios excedentes C\$</b>	<b>Local C\$</b>	<b>Excedente C\$</b>	<b>Diferencia C\$</b>
0	90.00	200.00	45,000.00	63,000.00	18,000.00
1	91.40	200.00	45,675.00	63,945.00	18,270.00
2	94.10	200.00	47,055.50	65,877.70	18,822.20
3	98.40	200.00	49,204.90	68,886.90	19,682.00
4	104.40	200.00	52,224.30	73,114.10	20,889.80
5	112.50	200.00	56,260.40	78,764.60	22,504.20
6	123.00	200.00	61,517.60	86,124.60	24,607.00
7	136.50	200.00	68,275.00	95,585.00	27,310.00
8	153.80	200.00	76,911.30	107,675.80	30,764.50
9	175.90	200.00	87,939.60	123,115.40	35,175.80
10	204.10	200.00	102,057.50	142,880.50	40,823.00
11	240.40	200.00	120,218.50	168,305.90	48,087.40
12	287.50	200.00	143,735.40	201,229.60	57,494.20
13	348.90	200.00	174,430.50	244,202.70	69,772.20
14	429.70	200.00	214,855.70	300,798.00	85,942.30
15	537.20	200.00	268,619.50	376,067.30	107,447.80
16	681.70	200.00	340,874.30	477,224.00	136,349.70
17	878.10	200.00	439,053.00	614,674.20	175,621.20
18	1,148.00	200.00	573,991.90	803,588.60	229,596.70
19	1,523.30	200.00	761,658.90	1066,322.50	304,663.60
20	2,051.70	200.00	1025,844.10	1436,181.80	410,337.70

Fuente: Propia

**Cuadro 33. Proyección para la actividad: Productos lácteos (Queso fresco)**

<b>Año</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precios excedentes C\$</b>	<b>Diferencia C\$</b>
0	850.00	10.00	8,500.00
1	862.80	10.00	8,628.00
2	888.80	10.00	8,888.00
3	929.40	10.00	9,294.00
4	986.50	10.00	9,865.00
5	1,062.70	10.00	10,627.00
6	1,162.00	10.00	11,620.00
7	1,289.60	10.00	12,896.00
8	1,452.80	10.00	14,528.00
9	1,661.10	10.00	16,611.00
10	1,927.80	10.00	19,278.00
11	2,270.80	10.00	22,708.00
12	2,715.00	10.00	27,150.00
13	3,294.80	10.00	32,948.00
14	4,058.40	10.00	40,584.00
15	5,073.90	10.00	50,739.00
16	6,438.70	10.00	64,387.00
17	8,293.30	10.00	82,933.00
18	10,842.10	10.00	108,421.00
19	14,386.90	10.00	143,869.00
20	19,377.10	10.00	193,771.00

Fuente: Propia

**Cuadro 34. Proyección para la actividad: Turismo**

<b>Año</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precios excedentes C\$</b>	<b>Local C\$</b>	<b>Excedente C\$</b>	<b>Diferencia C\$</b>
0	2,000.00	200.00	200,000.00	600,000.00	400,000.00
1	2,030.00	200.00	203,000.00	609,000.00	406,000.00
2	2,091.40	200.00	209,135.70	627,407.00	418,271.30
3	2,186.90	200.00	218,688.70	656,066.00	437,377.30
4	2,321.10	200.00	232,108.20	696,324.50	464,216.30
5	2,500.50	200.00	250,046.40	750,139.20	500,092.80
6	2,734.10	200.00	273,411.60	820,234.70	546,823.10
7	3,034.40	200.00	303,444.40	910,333.30	606,888.90
8	3,418.30	200.00	341,827.90	1025,483.70	683,655.80
9	3,908.40	200.00	390,842.60	1172,527.80	781,685.20
10	4,535.90	200.00	453,588.80	1360,766.40	907,177.60
11	5,343.00	200.00	534,304.40	1602,913.30	1068,608.90
12	6,388.20	200.00	638,824.10	1916,472.30	1277,648.20
13	7,752.50	200.00	775,246.50	2325,739.60	1550,493.10
14	9,549.10	200.00	954,914.40	2864,743.10	1909,828.70
15	11,938.60	200.00	1193,864.60	3581,593.70	2387,729.10
16	15,150.00	200.00	1514,996.90	4544,990.70	3029,993.80
17	19,513.50	200.00	1951,346.80	5854,040.40	3902,693.60
18	25,510.70	200.00	2551,075.00	7653,224.90	5102,149.90
19	33,851.50	200.00	3385,150.80	10155,425.50	6770,274.70
20	45,593.10	200.00	4559,307.30	13677,922.00	9118,614.70

Fuente: Propia

**Cuadro 35. Proyección consolidada de beneficios indirectos (\$)**

<b>Año</b>	<b>Ganado</b>	<b>Frijol</b>	<b>Maíz</b>	<b>Queso</b>	<b>Turismo</b>	<b>Total C\$</b>	<b>Total \$</b>
0	17,100.00	25,000.00	18,000.00	8,500.00	400,000.00	468,600.00	15,979.70
1	173,565.00	50,750.00	18,270.00	8,628.00	406,000.00	657,213.00	22,411.58
2	178,811.10	52,283.90	18,822.20	8,888.00	418,271.30	677,076.50	23,088.95
3	186,978.60	54,672.20	19,682.00	9,294.00	437,377.30	708,004.10	24,143.61
4	198,452.70	58,027.10	20,889.80	9,865.00	464,216.30	751,450.90	25,625.19
5	213,789.60	62,511.60	22,504.20	10,627.00	500,092.80	809,525.20	27,605.57
6	233,766.90	68,352.90	24,607.00	11,620.00	546,823.10	885,169.90	30,185.13
7	259,444.80	75,861.10	27,310.00	12,896.00	606,888.90	982,400.80	33,500.80
8	292,263.30	85,456.90	30,764.50	14,528.00	683,655.80	1106,668.50	37,738.44
9	334,170.00	97,710.70	35,175.80	16,611.00	781,685.20	1265,352.70	43,149.72
10	387,818.10	113,397.20	40,823.00	19,278.00	907,177.60	1468,493.90	50,077.03
11	456,830.10	133,576.10	48,087.40	22,708.00	1068,608.90	1729,810.50	58,988.17
12	546,194.70	159,706.10	57,494.20	27,150.00	1277,648.20	2068,193.20	70,527.34
13	662,835.60	193,811.60	69,772.20	32,948.00	1550,493.10	2509,860.50	85,588.62
14	816,452.10	238,728.60	85,942.30	40,584.00	1909,828.70	3091,535.70	105,424.29
15	1020,753.90	298,466.20	107,447.80	50,739.00	2387,729.10	3865,136.00	131,804.79
16	1295,322.30	378,749.20	136,349.70	64,387.00	3029,993.80	4904,802.00	167,258.39
17	1668,401.10	487,711.50	175,621.20	82,933.00	3902,693.60	6317,360.40	215,427.96
18	2181,168.90	637,768.70	229,596.70	108,421.00	5102,149.90	8259,105.20	281,643.30
19	2894,303.70	846,287.70	304,663.60	143,869.00	6770,274.70	10959,398.70	373,725.86
20	3898,207.80	1139,826.90	410,337.70	193,771.00	9118,614.70	14760,758.10	503,355.81

Fuente: Propia

### 4.3.5 Beneficios totales

Estos serán la suma de todos los beneficios individuales considerados

*Cuadro 36. Flujo de beneficios*

<b>Año</b>	<b>Ahorro operación vehicular \$</b>	<b>Ahorro tiempo de viaje total \$</b>	<b>Beneficios indirectos \$</b>	<b>Beneficios totales \$</b>
2019	8,190.65	50.90	15,979.70	24,221.25
2020	12,494.20	51.70	22,411.58	34,957.48
2021	12,681.61	53.10	23,088.95	35,823.66
2022	12,871.84	55.20	24,143.61	37,070.65
2023	13,064.91	58.00	25,625.19	38,748.10
2024	13,260.89	61.80	27,605.57	40,928.26
2025	13,459.80	66.80	30,185.13	43,711.73
2026	13,661.70	73.00	33,500.80	47,235.50
2027	13,866.62	81.00	37,738.44	51,686.06
2028	14,074.62	91.10	43,149.72	57,315.44
2029	14,285.74	104.00	50,077.03	64,466.77
2030	14,500.03	120.60	58,988.17	73,608.80
2031	14,717.53	142.00	70,527.34	85,386.87
2032	14,938.29	169.90	85,588.62	100,696.81
2033	15,162.37	206.50	105,424.29	120,793.16
2034	15,389.80	255.20	131,804.79	147,449.79
2035	15,620.65	320.60	167,258.39	183,199.64
2036	15,854.96	409.30	215,427.96	231,692.22
2037	16,092.78	531.30	281,643.30	298,267.38
2038	16,334.17	700.80	373,725.86	390,760.83
2039	16,579.19	939.30	503,355.81	520,874.30

Fuente: Propia

#### 4.4. Ajuste de precios financieros a precios sociales

El análisis de proyectos de enfoque social debe considerarse tomando en cuenta el ajuste de los valores financieros a precios sociales.

Para ello se cuenta con la tabla de factores de conversión que utiliza el sistema nacional de inversiones públicas (SNIP). En el siguiente cuadro se muestran dichos factores de conversión:

**Cuadro 37. Precios sociales de Nicaragua  
Vigentes desde 2011**

Ítem	Factor de conversión
Tasa social de descuento	8%
Precio social de la divisa	1.015
Precio social de la mano de obra	
Calificada con desempleo involuntario	0.82
No calificada con desempleo involuntario	0.54
Calificada con pleno empleo	1.00
No calificada con pleno empleo	0.83

Fuente: [www.snip.gob.ni](http://www.snip.gob.ni)

- 1) Para el caso de la mano de obra calificada se considerará que el precio económico es igual al precio financiero
- 2) Para el caso de la mano de obra calificada con desempleo involuntario el precio económico es el ochenta y dos por ciento del precio financiero el factor de ajuste para la mano de obra no calificada con desempleo

involuntario es el cincuenta y cuatro por ciento del precio financiero.

- 3) Para el caso de los precios de los insumos se considerará el factor de divisa en los productos de exportación para el caso de los ingresos y en el caso de los costos para el porcentaje de los mismos que corresponde a transables. De igual manera se procederá con los rubros de inversión en los cuales se considerará porcentajes de insumos importados. El factor de ajuste a la divisa es 1.015.
- 4) La tasa de descuento para el análisis económico es de 8 %

#### **4.4.1 Costos de inversión a precios sociales**

De acuerdo a los factores de ajustes estimados en el cuadro 5.4-2, se estiman los costos de construcción y mantenimiento a precios sociales presentados a continuación:

**Cuadro 38. Costos de inversión fija a precios sociales**

<b>Etapa</b>	<b>Costo total (C\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Trabajos administrativos	132,000.00	4,501.32
Movimiento de tierra	25,716,427.77	8,76,954.50
Estructura de pavimento	43,590,610.82	1,486,481.05
Estructura de drenaje menor transversal	5,225,735.22	178,202.51
Señalización	1,140,707.74	38,899.21
Misceláneos	17,002,366.30	579,796.77
Medidas ambientales	509,975.39	17,390.64
Total de costos directos	93,317,823.24	3,182,226.02
Costos indirectos	15,772,908.79	537,871.10
Sub total	109,090,732	3,720,097.12
Administración	5,831,956.44	198,875.23
Utilidades	9,123,771.87	311,129.25
Sub total	124,046,460.30	4,230,101.60
Impuesto al valor agregado	0.00	0.00
Costo total	124,046,460.30	4,230,101.60

Fuente: Propia

La inversión diferida se ajusta descontando el impuesto a los montos considerados.

**Cuadro 39. Costos de inversión diferida a precios sociales**

<b>Descripción</b>	<b>Monto (\$)</b>
Formulación del proyecto	195,264.53
Supervisión del proyecto	357,000.00
Total	552,264.53

Fuente: Propia

La inversión total es la siguiente

**Cuadro 40. Inversión Tota a precios sociales**

Descripción	Monto (\$)
Inversión fija	4,230,101.60
Inversión diferida	552,264.53
Inversión total	4,782,366.13

Fuente: Propia

#### 4.4.2 Costos de mantenimiento a precios sociales

El costo de mantenimiento ajustado a precios sociales se muestra en el siguiente cuadro. Se realiza descontando el impuesto de los precios de los materiales, la mano de obra se considera que no es afectada

**Cuadro 41. Costo de mantenimiento a precios sociales**

Descripción	Costo Total (C\$)	Costo Total (\$)
Preliminares	9,996.90	340.90
Movimiento de tierra	39,577.58	1,349.63
Carpeta de rodamiento	67,889.50	2,315.10
Limpieza y entrega	9,890.00	337.26
Costo Total Directo	127,353.98	4,342.89
Costo Total indirecto	11,500.00	392.16
Directo + Indirecto	138,853.98	4,735.05
Administración	10,105.76	344.62
Sub total	148,959.74	5,079.67
Utilidades	11,750.00	400.69
Sub – Total	160,709.74	5,480.35
IVA - 15%	19,979.99	681.34
IMI - 1%	6,849.06	233.56
Monto Total	187,538.79	6,395.25

Fuente: Propia

#### 4.4.3 Costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular para el flujo de tráfico proyectado con y sin proyecto se muestran a continuación:

**Cuadro 42. Flujo de tráfico sin proyecto**

	2019 Daily traffic (veh/day)	Without project		
		VOC (M\$/YEAR)	TIME (M\$/YEAR)	TOTAL (M\$/YEAR)
Motorcycle	127	0.097	0.005	0.102
car small	54	0.048	0.004	0.053
four-wheel drive	75	0.1	0.006	0.106
delivery vehicle	386	0.387	0.064	0.451
bus light	2	0.004	0.006	0.01
bus heavy	52	0.158	0.865	1.022
truck light	24	0.047	0	0.047
truck medium	70	0.205	0	0.205
truck heavy	3	0.011	0	0.011
total	793	1.057	0.95	2.007

Fuente: Resultados software RED

**Cuadro 43. Flujo de tráfico con proyecto: Alternativa adoquinado**

	2019 Tráfico Diario (veh/día)	Costos Financieros Anuales de Viaje (M/ Dólares)		
		Con Proyecto		
		VOC (M\$/año)	TIEMPO (M\$/año)	TOTAL (M\$/año)
Motorcycle	127	0.053	0.003	0.056
Car Small	54	0.029	0.002	0.031
Four-Wheel Drive	75	0.055	0.003	0.059
Delivery Vehicle	386	0.230	0.034	0.264
Bus Light	2	0.002	0.004	0.006
Bus Heavy	52	0.093	0.584	0.677
Truck Light	24	0.027	0.000	0.027
Truck Medium	70	0.129	0.000	0.129
Truck Heavy	3	0.007	0.000	0.007
<b>Total</b>	<b>793</b>	<b>0.627</b>	<b>0.630</b>	<b>1.257</b>

Fuente: Resultados software RED

#### 4.5 Flujo de caja del proyecto.

El flujo de caja del proyecto considera la inversión, el valor de salvamento, el costo de operación y los beneficios que el proyecto genera, así como un valor de salvamento del 10 % del valor de la inversión en el periodo de vida de las calles.

**Cuadro 44. Flujo de caja**

<b>Año</b>	<b>Inversión \$</b>	<b>Salvamento \$</b>	<b>Gastos de operación \$</b>	<b>Beneficios \$</b>	<b>Flujo de caja \$</b>
2019	4782,366.13		0.00	0.00	-4782,366.13
2020			0.00	34,957.48	34,957.48
2021			6,395.25	35,823.66	29,428.41
2022			6,395.25	37,070.65	30,675.40
2023			6,395.25	38,748.10	32,352.85
2024			6,395.25	40,928.26	34,533.01
2025			6,395.25	43,711.73	37,316.48
2026			6,395.25	47,235.50	40,840.25
2027			6,395.25	51,686.06	45,290.81
2028			6,395.25	57,315.44	50,920.19
2029			6,395.25	64,466.77	58,071.52
2030			6,395.25	73,608.80	67,213.55
2031			6,395.25	85,386.87	78,991.62
2032			6,395.25	100,696.81	94,301.56
2033			6,395.25	120,793.16	114,397.91
2034			6,395.25	147,449.79	141,054.54
2035			6,395.25	183,199.64	176,804.39
2036			6,395.25	231,692.22	225,296.97
2037			6,395.25	298,267.38	291,872.13
2038			6,395.25	390,760.83	384,365.58
2039		478,236.61	6,395.25	520,874.30	992,715.66

Fuente: Propia

#### 4.6 Evaluación económica del proyecto.

La evaluación económica de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

Para el análisis de la evaluación económica del proyecto “Mejoramiento del tramo de carretera Granada km 8 – km 18, ruta hacia Malacatoya” se ha tomado como referencia toda la información generada en el estudio económico, correspondiente a costos de inversión, costos de operación y beneficios.

Los beneficios económicos, tal como se ha señalado anteriormente, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos, las externalidades negativas.

Con toda la información obtenida se ha procedido a la estructuración del flujo económico, para este escenario se han realizado los cálculos del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR).

El VAN se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (\text{Ecuación. 9})$$

Dónde:

Bt. = beneficio del año t del proyecto.

Ct. = costo del año t del proyecto.

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n.

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión.

r = tasa social de descuento.

Criterios de decisión

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

**Cuadro 45. Criterios de decisión**

Resultado	Decisión
Positivo (VAN > 0)	Se acepta
Nulo (VAN = 0)	Indiferente
Negativo (VAN < 0)	Se rechaza

Fuente: SNIP

Utilizando una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales y con base en el flujo del proyecto se tienen los siguientes indicadores para la evaluación económica respecto a las siguientes alternativas:

**Cuadro 46. Indicadores para la evaluación**

<b>Alternativa</b>	<b>V.A.N. (Millones US\$)</b>	<b>T.I.R. (%)</b>
<b>Adoquinado</b>	6.328	15

Fuente: Resultados software RED

El proyecto cubre todos sus costos, y después de ello, genera una utilidad por encima de las expectativas del costo de oportunidad social del capital para la sociedad (VAN positivo); por lo tanto, el proyecto es rentable desde la perspectiva del uso de los recursos para la sociedad (económico- social).

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

La ejecución del proyecto de mejoramiento del camino Granada - Malacatoya, tendrá un efecto positivo sobre las actividades económicas del sector, tales como la actividad ganadera, comercial y la turística que está tomando mayor fuerza en el municipio de Granada. Este efecto positivo se verá reflejado en la mejora de los ingresos y la calidad de vida de los pobladores, favoreciendo también la inversión nacional y externa en estos rubros.

El estudio de mercado identificó los problemas que causa la situación actual como son: daños a los vehículos y enfermedades, además de estudiar la organización territorial y las necesidades básicas de la población aledaña, así mismo reveló que con la ejecución del proyecto se beneficiaran los pobladores del radio de influencia directo del proyecto mejorando su calidad de vida.

El estudio técnico muestra que existen las condiciones para que el proyecto se lleve a cabo, además de establecer los puntos topográficos, bancos de materiales del tramo carretero de diez kilómetros de adoquinado, permitiendo establecer que el proyecto es técnicamente viable.

Finalmente de la evaluación económica se obtuvieron todos los costos para desarrollar los flujos financieros necesarios para determinar la viabilidad del proyecto, demostrando así que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico, ya que una vez completado el flujo económico se obtuvieron los siguientes resultados:

- Un valor actual neto económico VANE de \$ 6,328,000
- Una tasa interna de retorno económica de 15%

El proyecto cumple con los parámetros financieros (VAN, TIR) para su aprobación, siendo VAN positivo y la TIR es mayor que la Tasa Social de Descuento (TSD) de los proyectos sociales del país.

## **5.2 Recomendaciones**

- Debido a que el presente estudio se encuentra a nivel de perfil, puede servir como base para futuros estudios, donde se haga énfasis en los beneficios cualitativos a los habitantes de la zona.
- Seguir estrictamente las especificaciones técnicas. Sin, embargo las mismas podrán ser modificadas con el consentimiento del Supervisor y el Contratista.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anuario de Aforos de Tráficos (2016). Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
2. Badillo, E. J. (2005). Mecánica de Suelos, Fundamento de la Mecánica de suelos. México: Limusa.
3. Baca Urbina, Gabriel. Fundamentos de Ingeniería Económica. Mc Graw Hill, México, 1999, 2da Ed.
4. Chow et al. (1994). Hidrología aplicada. Bogotá: McGraw Hill
5. Fonseca, A. M. (2010). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras 2da Edición .Bogotá.
6. Fontaine, Ernesto. Evaluación Social de Proyectos. Alfa Omega Ed. 1999.
7. Gallardo Cervantes, Juan. Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Mc Graw Hill, México, 1998.
8. Guía Metodológica General Para formular y evaluar proyecto a nivel de perfil, pre factibilidad y factibilidad
9. Ministerio de Transporte e Infraestructuras. (2014). Red Vial de Nicaragua.
10. Reyes, R. C. (1994). Ingeniería de Tránsito. México, D.F: Alfaomega, S. A.
11. Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

# **ANEXOS**

## Anexo A: Fotos del sitio en estudio

Foto Numero 1: Inicio del tramo



Fuente: Ministerio de transporte e infraestructura (MTI)

Foto Numero 2: sector donde se estima el fin del proyecto



Fuente: Ministerio de transporte e infraestructura (MTI)

Foto Numero 3: Mmorfología de terrenos planos de llanuras de inundación



Fuente: Informe geológico granada – Malacatoya

Foto Numero 4: Litología típica de los suelos arcillosos de color negro en el subsuelo de Malacatoya.



Fuente: Informe geológico granada – Malacatoya

Foto Numero 5: depósitos de Pómez de Apoyo insitu.



Fuente: Informe geológico granada – Malacatoya

Foto Numero 6: depósitos de Pómez de Apoyo insitu



Fuente: Informe geológico granada – Malacatoya

## Anexo B: Estudio técnico

### Anexo B1: Macro localización



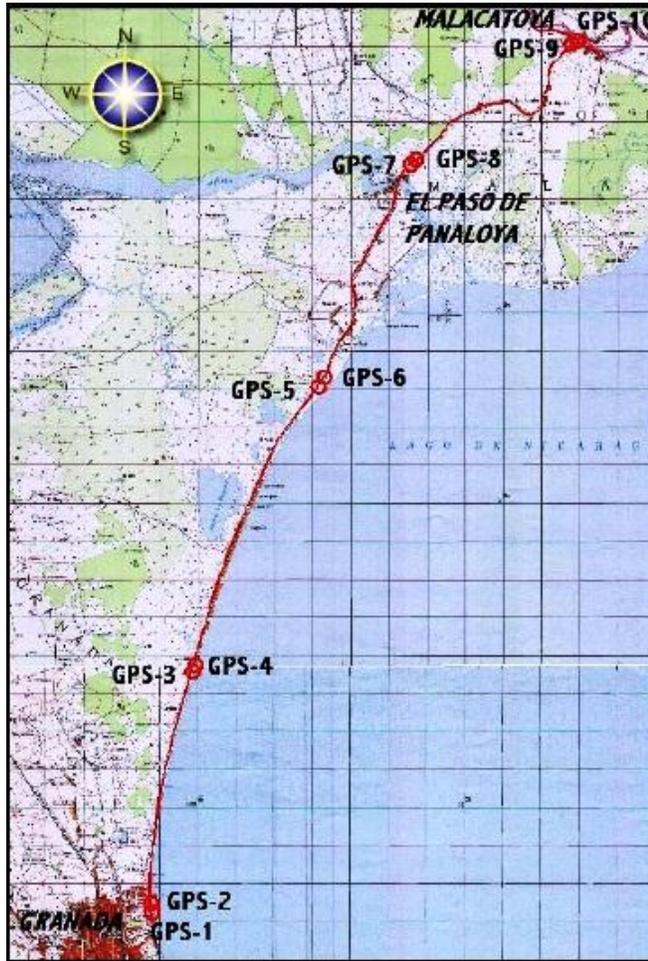
Fuente: Ministerio de transporte e infraestructura (MTI)

### Anexo B2: Bancos de materiales

Nº	Banco	Tipo de material	Ubicación	Volumen aprox. (m <sup>3</sup> )	Propietario
1	Emiliano Chamorro	A-2-a	Portón de TURISMO 1000 mts hacia Sabaneta	154,239	Emiliano Chamorro
2	Manuel Santa María	A-2-4	estación 37+500, 1 km hacia El Chilamate	73,586	Manuel Santa María
3	Carlos Manuel Rodríguez	A-2-4	37+500, 1000 mts hacia la Laguna de Apoyo	42,702	Carlos Manuel Rodríguez
4	La Barranca	A-2-4, A-1-b	km 27+500	329,036	Augusto Lacayo
5	Fernando Valenzuela	A-7-5, A-2-4	estación 14+920, 750 mts hacia La Laguna, Camino Real	13,673	Fernando Valenzuela

Fuente: Informe geológico granada – Malacatoya

Anexo B3: Monumentación de puntos control base (GPS)



Fuente: Ministerio de transporte e infraestructura (MTI)

Anexo B4: Resumen de la relación de resultados de la nivelación diferencial y las elevaciones ortométricas

TRAMO DE PROYECTO: GRANADA						
TABLA RESUMEN DE LA RELACIÓN DE RESULTADOS DE LA NIVELACIÓN DIFERENCIAL Y						
N°	PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO (GPS).	ESTACIÓN DE UBICACIÓN PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO (GPS) RESPECTO AL ESTACIONADO FINAL DE DISEÑO DEL PROYECTO.-	ELEVACIÓN GPS EN EL PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO (ORTHOMÉTRICA).	ELEVACIÓN RESULTANTE DE LA NIVELACIÓN DIFERENCIAL EN msnm (Corrida de BMS)	DIFERENCIAS DE ELEVACIONES ENTRE LOS PUNTOS INICIO Y FINAL.	
					GEODÉSICAS ORTHOMÉTRICAS (mt)	NIVELACIÓN DIFERENCIAL (mt).-
D						
0	G	0+300	40.96	40.		
					1.344	1.531
0	G	27+840.00	39.61	39.4		
03	Distancia en Km entre los Puntos Geodésicos	27.54 Km	DIFERENCIA ENTRE LOS TIPOS DE ELEVACIONES		187.mm	
04	CALCULO DEL ERROR PERMISIBLE EN TODA LA LONGITUD DEL TRAMO DE PROYECTO.	<i>E</i> PERMISIBLE $\square$ 12.00 K	62.97	LA DIFERENCIA DE ELEVACIONES DE LLEGADA EN LA NIVELACIÓN DIFERENCIAL RESPECTO A LA ELEVACION ORTHOMÉTRICA ES DE 62.97 mm / 187mm.		

Fuente: Informe Topográfico granada – Malacatoya

Anexo B5: Datos de rasante final

PROYECTO: ADOQUINADO DEL TRAMO GRANADA - MALACATOYA

**DATOS GENERADORES DE RASANTE FINAL (ALTIMETRIA)**

TRAMO COMPRENDIDO DESDE EST. 8+280.00 HASTA EST.18+280.00

**Vertical Alignment: Layout**

(2)

PVI	Station	Elevation (m)	Grade Out (%)	Curve Length (m)
1	8+280.000	34.60	0.11%	-
2	8+550.000	34.90	0.24%	80.00
3	8+720.000	35.30	0.00%	80.00
4	12+180.000	35.30	-0.70%	60.00
5	12+366.264	34.00	0.00%	120.00
6	13+550.000	34.00	0.30%	120.00
7	13+787.204	34.70	0.00%	120.00
8	14+586.124	34.70	-0.22%	120.00
9	14+942.080	33.92	0.48%	80.00
10	15+040.000	34.39	-0.45%	80.00
11	15+160.000	33.85	0.33%	120.00
12	15+284.494	34.27	-0.29%	120.00
13	15+413.184	33.90	-0.01%	80.00
14	16+990.000	33.78	0.17%	60.00
15	17+407.701	34.48	-0.17%	120.00
16	17+642.908	34.09	0.41%	120.00
17	17+835.572	34.87	-0.01%	80.00

Anexo B6: Construcción de andenes

ESTACIÓN						
DE	A	BANDA	LONG	ACCESOS	LONG REAL	AREA
7+849.00	7+920.00	BI	71.00	0.00		
7+920.00	8+070.00	BI	150.00	0.00		
8+070.00	8+130.00	BI	60.00	0.00		
8+130.00	8+270.00	BI	140.00	0.00		
10+470.00	10+650.00	BI	180.00	0.00		
10+650.00	10+770.00	BI	120.00	0.00		
10+940.00	11+040.00	BI	100.00	0.00		
11+040.00	11+145.00	BI	105.00	0.00		
11+145.00	11+290.00	BI	145.00	0.00		
11+290.00	11+350.00	BI	60.00	0.00		
8+425.00	8+441.10	BD	16.10	3.50		
8+444.60	8+488.90	BD	44.30	3.80		
8+492.70	8+526.60	BD	33.90	3.40		
8+530.00	8+553.30	BD	23.30	4.00		
8+557.30	8+581.00	BD	23.70	3.40		
8+584.40	8+625.00	BD	40.60	0.00		
8+625.00	8+635.00	BD	10.00	4.00		
8+639.00	8+668.10	BD	29.10	4.00		
8+672.10	8+740.00	BD	67.90	3.00		
8+743.00	8+787.20	BD	44.20	3.00		
8+790.20	8+808.50	BD	18.30	3.00		
8+811.50	8+825.00	BD	13.50	0.00		
8+825.00	8+840.35	BD	15.35	3.50		
8+843.85	8+897.00	BD	53.15	4.00		
8+901.00	8+904.20	BD	3.20	0.00		
8+250.00	8+270.00	BD	20.00	0.00		
8+235.37	8+246.87	BD	11.50	3.13		
8+146.87	8+231.87	BD	85.00	3.50		
8+125.97	8+143.67	BD	17.70	3.20		
8+112.32	8+122.32	BD	10.00	3.65		
8+100.00	8+108.42	BD	8.42	3.90		
8+062.30	8+096.30	BD	34.00	3.70		
8+033.74	8+059.26	BD	25.52	3.04		
8+010.00	8+030.68	BD	20.68	3.06		
8+000.00	8+010.00	BD	10.00	0.00		
7+987.31	7+996.81	BD	9.50	3.19		
7+973.21	7+984.01	BD	10.80	3.30		
			<b>1,947.02</b>	<b>84.18</b>	<b>1,862.84</b>	<b>2,236.42</b>

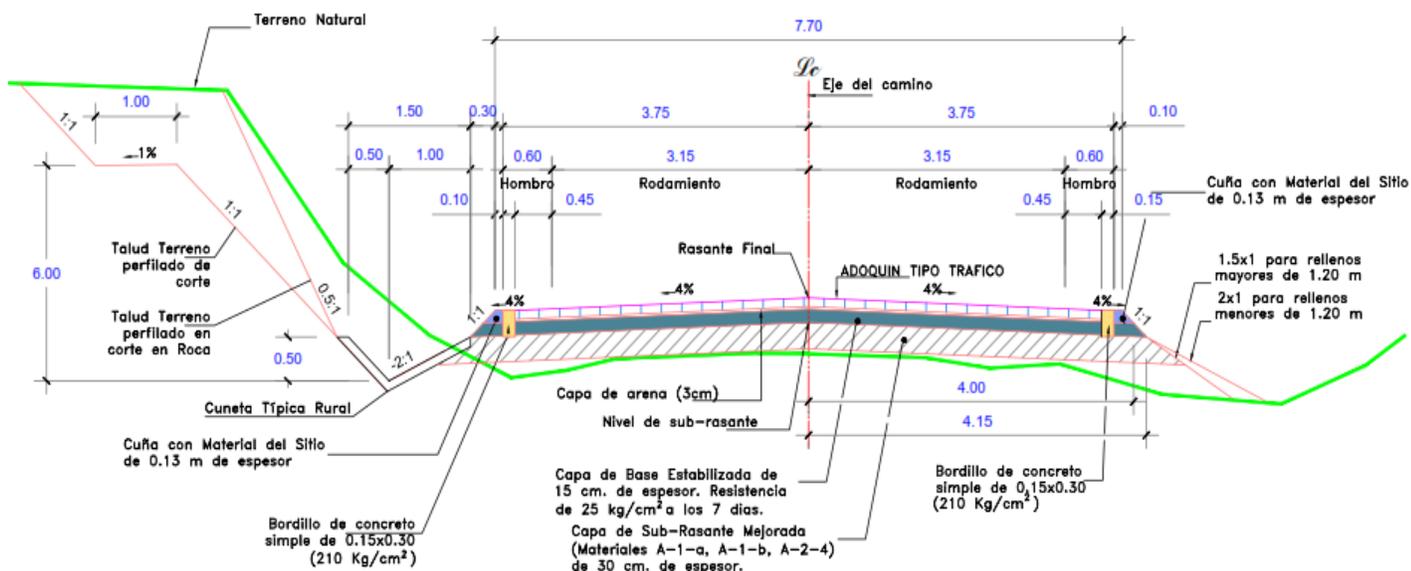
Anexo B7: Señalización

<b>Estación</b>	<b>Est. Real</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Banda</b>	<b>Observaciones</b>
17+350	17+380	25 KPH con escolares presentes	E-3-1/R-2-1	1.00	B/D	
17+400	17+420	Ganado	P-10-1	1.00	B/I	
17+420	17+440	Varias curvas a la Izquierda	P-1-5	1.00	B/D	
17+470		Cruce Escolar	E-1-3	0.00	B/D	FALTA
17+500		Informativa de Destino. Empalme Osagay	ID-1-3	0.00	B/D	FALTA
17+520		Informativa de Destino. Empalme Osagay	ID-1-3	0.00	B/I	FALTA
17+520	17+520	ALTO	R-1-1	1.00	B/I	
17+530		Cruce Escolar	E-1-3	0.00	B/I	FALTA
17+548		Informativa de Destino. Empalme Osagay	ID-1-3	0.00	B/D	FALTA
17+548	17+530	ALTO	R-1-1	1.00	B/D	
17+560		Informativa de Destino. Empalme Osagay	ID-1-3	0.00	B/I	FALTA
17+600		Parada de Bus	R-10-1	0.00		FALTA
17+650	17+656	25 KPH con escolares presentes	E-3-1/R-2-1	1.00	B/I	
17+680	17+684	Cruce Peatonal	P-9-4	1.00	B/D	
17+700		Zona Escolar	E-1-1	0.00	B/I	FALTA
	17+790	CHEVRON		1.00	B/I	
17+800	17+800	Zona Escolar a 100 mts	E-1-1/E-1-2	1.00	B/I	
	17+804	CHEVRON		1.00	B/I	
	17+810	DELINEADOR		1.00	B/I	
	17+820	CHEVRON		1.00	B/I	
	17+822	DELINEADOR		1.00	B/I	
	17+830	CHEVRON		1.00	B/I	
	17+840	CHEVRON		1.00	B/I	
	17+850	CHEVRON		1.00	B/I	
18+280	17+870	Osagay. Despacio 40 KPH	II-5-2	1.00	B/I	
18+280	17+880	Varias curvas a la Izquierda	P-1-5	1.00	B/I	
				<b>63.00</b>		<b>30.00</b>

## Anexo B8: Cantidades de obra de drenaje

Código	Concepto de Obra	Unidad de Medida	CANTIDAD
<b>04</b>	<b>ESTRUCTURA DRENAJE MENOR TRANSVERSAL</b>		
202(2)	Remoción de Alcantarillas	c/u	2.00
202(2A)	Remoción de Cabezales y aletones de Alcantarillas	c/u	4.00
202(2B)	Remoción de Puentes	c/u	-
203(14)	Canales Menore de 4 m	m <sup>3</sup>	137.93
207(1)	Excavación para Estructuras (Drenaje Menor)	m <sup>3</sup>	306.52
608(1A)	Mampostería de piedra bruta con mortero Arena cemento	m <sup>3</sup>	67.21
701(13)	Suministro e Instalación de Caja de Concreto Reforzado Prefabricada 2.15m de Luz, 0.80m de Altura.	m	51.00
701(1-1B2)	Tubería de Concreto Reforzado de 91cm (36"), Clase 2	m	12.00
701(16)	Material de lecho de tubería clase B	m <sup>3</sup>	6.86
701(18)	Material de relleno de alcantarilla	m <sup>3</sup>	128.48
910(5)	Zampeado con Mortero Clase 1	m <sup>3</sup>	6.29
927(8)	Geomalla Sintetica Triaxial Para Refuerzo de Fundaciones	m <sup>2</sup>	127.50
207(3)	Relleno para Cimiento	m <sup>3</sup>	39.78
<b>07</b>	<b>MISCELANEOS</b>		
704(3)	Sistema de Subdren Geocompuesto	m	2,090.00
913(1)	Revestimiento de Cauces, Tipo II, Espesor 15 Cm	m <sup>2</sup>	17,184.20

## Anexo B7: Sección típica



## Anexo C: Estudio Socio económico

### Anexo C1: Mapa de pobreza



Fuente: INIDE