

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

Campus León UCC

Coordinación de Ingenierías



**Culminación de Pensum**

**Proyecto de Graduación para optar al título de grado en  
ingeniero civil.**

**DISEÑO DE CUATRO PUNTO SEIS (4.6) KM DE CARRETERA EN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO COMARCA VILLA DOLORES - VOLCAN SAN CRISTOBAL EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL 2023.**

**Carrera Ing. Civil**

**Autores:**

- **Br. Aguilar Narváez Ariadna Anisley**
- **Br. Silva Alvarado Hasslly Esmeralda**
- **Br. Cuadra Valdivia Jorge Rene**

**TUTOR TECNICO:**

- **Arq. Cesar Augusto Valladares Herrera**

**TUTOR METODOLOGICO:**

- **Arq. Lennar Daniel Vanegas Urey**

**LEÓN, NICARAGUA**

**Noviembre 2023**

## **RESUMEN**

El presente documento consiste en el diseño de cuatro puntos seis (4.6) km de carretera en pavimento flexible para el tramo Villa Dolores hacia el volcán san Cristóbal en el periodo comprendido de julio a noviembre del 2023. Se presenta el diseño de pavimento flexible por el método de AASTHO, donde se hace la descripción y posterior comparación del elemento usado, así mismo, se desarrolla el diseño de un pavimento flexible paso a paso con el componente requerido y la explicación del software pertinente como es el AASTHO 93 y bajo las normas del ministerio de transportes e infraestructura (MTI). Los datos iniciales encontrados en el documento son datos supuestos con el fin de hacer los cálculos correspondientes en general al estudio de tránsito.

En la comarca villa dolores hacia al volcán san Cristóbal en su mayoría es transitado por ganaderos y agricultores y un gran porcentaje de su población; el camino se encuentra en un estado garrafal en su infraestructura, esto genera problemas de acceso para los que transitan por esta área.

Por lo coincidente al analizar y procesar la información para el progreso de este proyecto, se realizó una visita de campo en la que se hizo un diagnóstico del sitio con la finalidad de poder determinar las características del sitio, para diseñar, presupuestar y elaborar cronograma de ejecución.

## **ABSTRACT**

This document consists of the design of four points six (4.6) km of flexible pavement road for the Villa Dolores section towards the San Cristóbal volcano in the period from July to November 2023. The flexible pavement design is presented for the AASTHO method, where the description and subsequent comparison of the element used is made, likewise, the design of a flexible pavement is developed step by step with the required component and the explanation of the relevant software such as AASTHO 93 and under the standards of the Ministry of Transport and Infrastructure (MTI). The initial data found in the document are assumed data in order to make the calculations corresponding in general to the traffic study.

In the Villa Dolores region towards the San Cristóbal volcano it is mostly traveled by ranchers and farmers and a large percentage of its population; The road is in a terrible state in its infrastructure, this generates access problems for those who travel through this area.

Due to the coincidence in analysing and processing the information for the progress of this project, a field visit was carried out in which a diagnosis of the site was made in order to determine the characteristics of the site, to design, budget and prepare a schedule of execution.

## **CONTENIDO**

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	2
1.1 Antecedentes y contexto del problema.....	2
Antecedentes Internacionales .....	2
Antecedentes Nacionales .....	3
Antecedentes Locales .....	4
1.2 OBJETIVOS .....	5
Objetivo general .....	5
Objetivos específicos .....	5
1.3 Descripción del problema.....	6
1.4 Justificación .....	7
CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL .....	9
2.1 Marco Conceptual .....	9
2.2 Marco Legal .....	19
2.3 Marco contextual e institucional .....	23
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....	28
3.1 Tipo de Proyecto: .....	28
3.2 Unidades de Análisis.....	29
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos .....	31
CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL .....	33
4.1 Diagnóstico. ....	33
4.1.1 Antecedentes .....	33
4.1.2 Macro, Micro localización, Sitio.....	33
4.1.3 Accesibilidad .....	34
4.1.4 Caracterización del Entorno (natural o construido). ....	34
4.1.5 Infraestructura y equipamiento.....	41
4.1.6 Aspectos socioeconómicos .....	41
4.1.7 Identificación de riesgos y afectaciones.....	46
CAPITULO V: ESTUDIOS DE INGENIERIA .....	51
5.1 Topografía .....	51
5.2 Geología .....	52

5.3 Vialidad .....	54
5.5 Suministro y Seguridad .....	55
CAPITULO VI ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	56
6.1- Análisis de estudios de ingeniería.....	56
6.2 Análisis de Riesgos (según los identificados). .....	58
6.3 Propuesta de diseño. ....	59
6.4 Presupuesto .....	70
6.5 Cronograma de ejecución .....	71
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES .....	72
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES .....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	76
ANEXOS O APENDICES .....	78

## Índice De Figuras

Figura 1 Capas del pavimento.....	10
Figura 2 Partes de un pavimento .....	11
Figura 3 Tipos de Mezcla .....	13
Figura 4 Macro y micro localización .....	33
Figura 5 Clima .....	34
Figura 6 Precipitación.....	35
Figura 7 Temperatura .....	36
Figura 8 Temperatura promedio por hora .....	37
Figura 9 Viento .....	38
Figura 10 Dirección del viento .....	39
Figura 11 Vialidad.....	54
Figura 12 Diagrama de Ishikawa .....	56
Figura 13 Curvas de nivel.....	57
Figura 14 Corte longitudinal .....	69
Figura 15 Cronograma de ejecución .....	71
Figura 16 Aforo vehicular .....	78
Figura 17 Vista ingenieril .....	81
Figura 18 Vista ingenieril- sección longitudinal del tramo de camino con pk).....	82
Figura 19 Vista ingenieril (curvas de nivel).....	82
Figura 20 Vista ingenieril (inicio del tramo de camino) .....	82
Figura 21 Google Earth ubicación del camino .....	82
Figura 22 Curvas de nivel sobre el terreno.....	82
Figura 23 Curvas de nivel.....	82
Figura 24 Vista ingenieril- curvas de nivel .....	82
Figura 25 Vista ingenieril-puntos y elevaciones del terreno .....	82
Figura 26 Puntos y elevaciones del terreno .....	82
Figura 27 Vista ingenieril. Curvas de nivel .....	82
Figura 28 Vista ingenieril (curvas de nivel).....	82
Figura 29 Vista conceptual transporte .....	82
Figura 30 Vista conceptual .....	82
Figura 31 Vista conceptual- transporte.....	82
Figura 32 Visita de campo.....	82
Figura 33 Visita de campo.....	82
Figura 34 Cultivos .....	82
Figura 35 Transportes que circulan en el sitio .....	82
Figura 36 Visita al sitio .....	82

## Índice De Tablas

Tabla 1 Marco Legal .....	20
Tabla 2 Instituciones que intervienen en el proyecto .....	24
Tabla 3 Suministro y seguridad .....	55
Tabla 4 Números de emergencia.....	55
Tabla 5 Matriz de riesgo ambiental.....	58
Tabla 6 Presupuesto.....	70
Tabla 7 Pregunta # 1 .....	79
TABLA 8 Pregunta # 2.....	79
Tabla 9 Pregunta # 3 .....	79
Tabla 10 Pregunta # 4 .....	80
Tabla 11 Pregunta # 5.....	80
Tabla 12 Pregunta # 6 .....	80
Tabla 13 Pregunta # 7 .....	81
Tabla 14 Pregunta #8 .....	81
Tabla 15 Pregunta #9 .....	81
Tabla 16 Pregunta #10 .....	81

## INTRODUCCION

El pavimento flexible es una alternativa de gran importancia en el diseño y construcción de carreteras, ya que proporciona una serie de ventajas como menor costo, mayor flexibilidad y capacidad de soporte para el tránsito de vehículos. Sin embargo, para garantizar la durabilidad y eficiencia del pavimento flexible, es necesario llevar a cabo un diseño estructural adecuado.

En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo proponer un diseño estructural óptimo para el pavimento flexible, considerando las características geotécnicas del terreno, las cargas de tránsito, las propiedades mecánicas del asfalto y la granulometría de los materiales pétreos.

Para ello, se realizará una revisión detallada de la literatura existente sobre pavimentos flexibles, sus materiales y sus propiedades, así como de las normas y especificaciones internacionales que rigen su diseño. Posteriormente, se llevará a cabo un estudio geotécnico del terreno donde se construirá el pavimento, con el fin de determinar las características y propiedades del suelo.

Una vez obtenidos los datos necesarios, se procedió a la elaboración de la propuesta de diseño estructural, la cual se basó en un análisis detallado de las cargas de tránsito, las propiedades mecánicas del asfalto y la granulometría de los materiales pétreos. Se realizaron simulaciones numéricas, planos y proyecciones del estudio.

Este proyecto busca proponer un diseño estructural óptimo para el pavimento flexible, que permita garantizar su durabilidad y eficiencia en el tránsito vehicular. Se espera que los resultados obtenidos puedan ser de gran utilidad para los profesionales del área de la ingeniería civil y para el sector de la construcción de carreteras.

El documento esta dividido estructuralmente por el planteamiento del proyecto, continúan los objetivos, su marco referencial, diseño metodológico, diagnostico situacional, estudios de ingeniería, análisis de los resultados, sus conclusiones, recomendaciones y finalmente con sus anexos necesarios.

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

### 1.1 Antecedentes y contexto del problema

#### Antecedentes Internacionales

- El primer documento encontrado, pertenece a la facultad de ingeniería civil de la universidad privada Antenor Orrego de la ciudad de la región de la libertad, Perú<sup>1</sup>. El bachiller Susan Gómez, asesorado por el Ing. Juan Henrique presentaron el trabajo titulado “diseño estructural de pavimento flexible para el anillo vial del ovalo Grau – Trujillo, la libertad.” En el cual, el proyecto tiene como finalidad, diseñar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau, ya que este fue demolido para la ejecución del Segundo Intercambio Vial en la ciudad de Trujillo y así facilitar acceso a las comunidades. (Vallejos, 2014)
- El segundo documento encontrado expresa que el bachiller Jaime rabanal presento el tema “análisis del estado de conservación de pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método de índice de condición del pavimento Cajamarca – 2014” esto con el fin de optar por el título de ingeniería civil. Esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). (Rabanal, 2014)
- En el tercer documento encontrado se aprecia que, para optar para el grado académico de maestro de ingeniería con mención en dirección de empresas de la construcción, el bachiller Rafael Zevallos presento su tesis con el tema “Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017.” En el cual, La presente tesis tiene como objetivo explicar el método PCI (por sus siglas en inglés, Pavement Condition Index) para determinar el Índice de Condición de Pavimento en algunas vías de la ciudad de Barranca, así poder identificar y evaluar el tipo de fallas y/o patologías existentes y cuantificar el estado de las vías. (Zevallos, 2017)

## Antecedentes Nacionales

- El primer documento la universidad nacional de ingeniería (UNI-Nicaragua) el 10 de diciembre del año 2010, los bachilleres Fanny Aguilar y Ericka Muñoz presentaron el tema “diseño de pavimento flexible del tramo Proincasa – Cofradía” para optar al grado de ingeniero. Este proyecto tuvo como propósito el diseño apropiado de la estructura de pavimento flexible en el tramo Proincasa – Cofradía, utilizando el método de la AASHTO 1993, a través de la recopilación de información, análisis y aplicación de los criterios necesarios para el diseño. (Aguilar F, 2010)
- En el segundo documento encontrado la “Propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible del tramo comprendido del Km 2.3 al Km 2.8 de la carretera Panamericana Sur, aplicando el método de la AASHTO 93” fue el tema abordado por los autores bachilleres Bayardo Rivas y Kevin Mercado para optar al grado de ingeniero civil. este trabajo fue presentado en la ciudad de managua del año 2015 en la universidad centroamericana (UCA) (Bayardo Geovanny Rivas Ortiz, 2015).
- En el tercer documento encontrado, fue realizar una propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible para facilitar los accesos a las diferentes zonas y hacer de ella una construcción duradera. Para permitir un mejor acondicionamiento vial en los pobladores de la carretera Santa Rita – Izapa, es que nace el desarrollo de esta investigación y proponer una alternativa para solucionar las problemáticas que se presentan. Ese fue la idea principal del tema "Diseño De Pavimento Flexible del Tramo De Carretera Santa Rita-Izapa" que desarrollaron Bermúdez González y Mariano Antonio para optar por el título de ingeniero civil en la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC-Managua). (González, 2015)

## Antecedentes Locales

- El primer documento encontrado es una tesis de propuesta Asfáltica 1 km. Desde el año 1939, año en que se da los primeros pasos para la construcción de la carretera panamericana, el acceso de la red vial, ha obedecido a la necesidad de explotar zonas o polos de desarrollo. Un año después se crea en Nicaragua el departamento de carretera del ministerio de obra públicas (hoy en día Ministerio de Transporte e Infraestructuras MTI), en ese entonces existía 201 km de carretera, entre las cuales solo 52 km eran pavimentados. A partir de 1955 las inversiones aumentaron y trajeron como resultados un empuje a la expansión de la red vial. A la fecha existen en Nicaragua 4,838 km pavimentadas en el país. (Barahona, 2022)
- El segundo documento encontrado expresa que el mantenimiento de caminos como actividad fundamental para la conservación de la red vial nacional, ha estado desde sus inicios bajo la dirección y administración del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Desde mediados de los años cincuenta hasta prácticamente 1986, la estructura administrativa que estaba a cargo del mantenimiento de caminos, era un ente presupuestado del Estado, que realizaba labores de mantenimiento como una obligación, en toda la red vial. En este periodo, durante el año de los setentas, el Departamento de Carreteras, se transforma en la Dirección General de Caminos; que contaba con ocho zonas de mantenimiento, las que existían desde mediados de los años setenta. (García, 2021)



## 1.2 OBJETIVOS

### Objetivo general

- Diseñar el tramo de carretera de cuatro puntos seis (4.6) km en la comarca de Villa Dolores hacia el volcán San Cristóbal en el periodo comprendido Julio -noviembre 2023.

### Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del tramo carretero Villa Dolores – volcán San Cristóbal, comprobando las propiedades físico-mecánicas, aplicando las normativas de estudios previos del Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras (SIECA 2010)
- Realizar los estudios de ingeniería tránsito por medio de aforos para determinar el Tránsito Promedio Diurno (TPD) y la capacidad de carga que debe tener el pavimento para su diseño.
- Analizar los resultados alcanzados de manera que permitan diseñar, presupuestar y elaborar cronograma de ejecución.
- Presentar los resultados alcanzados de los estudios y el diseño del pavimento flexible.

### 1.3 Descripción del problema

La vía de acceso que conecta la comarca Villa Dolores con el volcán San Cristóbal presenta un grave deterioro en su infraestructura actual. A lo largo de su historia, no se han implementado medidas para mejorar la calidad y la accesibilidad de esta carretera en todas las estaciones del año. Esta región se destaca por su producción en los sectores agrícolas y ganaderos, sin embargo, el estado deplorable de la vía impide un tráfico fluido, ya que solo el 30% de la misma es transitable.

La falta de pavimentación agrava la situación, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando el camino se vuelve prácticamente intransitable. Esto afecta negativamente la movilización de los habitantes que dependen de esta vía para acceder a sus lugares de trabajo, estudios y actividades domésticas. Durante la temporada de sequía, la ausencia de pavimentación da como resultado la generación de polvo que, además de crear un ambiente incómodo, conlleva riesgos para la salud respiratoria de la población local y la contaminación de los hogares.

Esta problemática afecta de manera continua a la comunidad a lo largo de todo el año, poniendo en peligro la seguridad y la accesibilidad de los residentes de la zona. A partir de esta problemática, se plantea la siguiente pregunta fundamental que rige el eje central de esta investigación: ¿Cuál sería la solución más adecuada para mejorar la infraestructura vial en el sector de Villa Dolores hacia el volcán San Cristóbal, garantizando su accesibilidad y seguridad en todas las condiciones climáticas?

## 1.4 Justificación

Un sistema de transporte eficiente es un elemento fundamental para el crecimiento económico y la seguridad de la población. Existe una estrecha relación entre el transporte y el desarrollo económico, donde el desarrollo conlleva un aumento en la demanda de transporte. La disponibilidad de un sistema de transporte eficiente impulsa el desarrollo a través de la facilitación del comercio y la especialización económica. En el contexto del nuevo orden económico mundial, el transporte desempeña un papel crucial al conectar personas y lugares, fomentar el comercio y la diversificación geográfica, promover la competencia y la especialización económica, y optimizar los costos en diversas industrias al mejorar la conectividad.

En este contexto, la ejecución del proyecto que involucra la pavimentación con asfalto flexible de la carretera que se extiende desde la entrada de la comunidad Villa Dolores hasta la comunidad Apastepe, en las proximidades de las faldas del volcán San Cristóbal, se presenta como una iniciativa esencial. Esta mejora de la infraestructura vial garantizará una vía de acceso de alta calidad, proporcionando condiciones óptimas para la circulación vehicular.

Los beneficios de este proyecto se traducirán en un impacto significativo en el desarrollo de las actividades económicas de las comunidades circundantes. Los productores agrícolas y ganaderos se verán especialmente favorecidos al contar con una vía de acceso mejorada que facilitará el transporte de sus productos hacia los mercados. Además, esta carretera mejorada tiene el potencial de impulsar el turismo al volcán San Cristóbal, al ofrecer condiciones adecuadas para diversas actividades turísticas que atraerán a visitantes a la región.

La ejecución de este proyecto de pavimentación con asfalto flexible no solo mejorará la infraestructura vial, sino que también tendrá un impacto positivo en el desarrollo económico de la zona, beneficiando a los sectores agrícolas, ganaderos y turísticos. Además, fortalecerá la conectividad y la seguridad de la población, alineándose con los principios de desarrollo sostenible y eficiencia en el transporte.

## 1.5 Alcance y limitaciones del proyecto

Durante la realización de esta investigación, se presentaron algunas limitaciones que afectaron el desarrollo y los resultados del estudio. A continuación, se mencionan las principales limitaciones identificadas:

### Alcances de la Proyecto:

- Presentar planos de topografía
- Proponer diseño de la carpeta asfáltica
- Elaborar el presupuesto
- Presentar cronograma de ejecución

### Limitaciones del proyecto:

- El estudio se lleva a cabo en un período de tiempo limitado y no considera posibles cambios en las condiciones climáticas, económicas o sociales en el futuro que puedan influir en los resultados.
- Las recomendaciones y propuestas presentadas en el proyecto están sujetas a restricciones presupuestarias y pueden requerir recursos financieros significativos para su mejor diagnóstico e implementación.
- El Proyecto se centra en la pavimentación con asfalto flexible como solución para mejorar la infraestructura vial. No se consideran otros métodos de construcción de carreteras o alternativas de transporte.

Aunque se hicieron esfuerzos por superar estas limitaciones, es importante tener en cuenta que pueden haber influido en los resultados y en las recomendaciones de diseño propuestas en esta tesis.

## **CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Marco Conceptual**

El asfalto es un material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo, en el cual están disueltos, pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la superficie terrestre, denominados Asfaltos. (Bustillo, 2016)

Los asfaltos destilados del petróleo son producidos ya sea por destilación por vapor o soplados. La destilación por vapor produce un excelente asfalto para pavimentos, mientras que el producto de destilación por aire o soplado tiene una escasa aplicación en pavimentación.

Obtención y tipos

Según el origen del petróleo crudo la composición de base se divide en:

- Base Asfáltica
- Base Parafínica
- Base Intermedia

Los asfaltos de base asfáltica, es decir, asfaltos obtenidos de petróleos asfálticos, son más deseables para pavimentación, ya que tienen buenas características ligantes y de resistencia al envejecimiento por acción del clima. Los asfaltos de base parafínica, se oxidan lentamente expuestos a la intemperie, dejando un residuo escamoso y de poco valor como ligante.

De acuerdo a su aplicación, los asfaltos los podemos clasificar en 2 grandes grupos:

- Asfaltos para Pavimentos
- Asfaltos Industriales

Éstos se subdividen en:

- Cementos Asfálticos

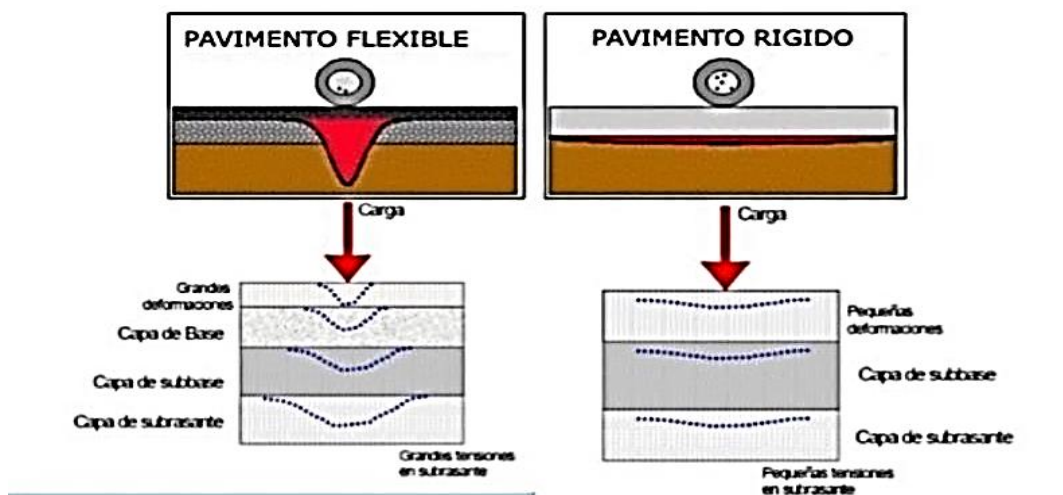
- Asfaltos Cortados
- Emulsiones Asfálticas

### Clasificación de pavimento

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos, el comportamiento de los mismos al aplicarles cargas es muy diferente:

**Figura 1**

*Capas del pavimento*



Fuente: Google

### Pavimento flexible.

El pavimento es un sistema que está caracterizado por las propiedades, espesores y acomodo de distintos materiales que forman un conjunto de capas colocadas una sobre otra. Este conjunto de capas, se apoyan en una de nombre "Subrasante", que está constituida en ocasiones por el terreno natural (cuando este es de buena calidad), o bien, por un material seleccionado. Esta capa subrasante, debe soportar las cargas producidas por el tránsito vehicular, principalmente, dentro de un periodo de tiempo determinado (periodo de proyecto), sin sufrir deterioros o deformaciones que afecten la integridad del pavimento. Esta capa es considerada como la cimentación del pavimento (Arriaga, 2009)

## Figura 2

### *Partes de un pavimento*



Fuente: Google

Según Rico et al (2000), el pavimento tiene una serie de funciones, las cuales se describen a continuación:

- Proporcionar una superficie de rodamiento seguro, cómodo y de características permanentes, bajo las cargas repetidas del tránsito a lo largo del periodo de diseño considerado.
- Resistir el tránsito previsto para el periodo de diseño y distribuir las presiones verticales producidas por las cargas del tránsito, de tal forma que solo llegue una mínima porción de estas cargas a la capa subrasante, para que esta sea capaz de soportarlas.
- Constituir una estructura que sea capaz de resistir los factores climatológicos del lugar en el que es construido; en especial factores como el agua y la temperatura, ya que son estos los que producen efectos más adversos en el comportamiento de los materiales que constituyen el pavimento.

Montejo (2002), dijo que un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.

- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permita una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de ondas de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe de ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas con respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como el exterior, que influye en el entorno, debe de ser adecuadamente moderado.
- Debe de poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

Elementos que integran un pavimento flexible, su función y características. De acuerdo a Corro, Prado (1974), un pavimento está constituido por varias capas como ya se ha mencionado, el nombre de estas capas es en orden descendente:

- 2 Carpeta
- 3 Base
- 4 Sub – base

La cimentación del pavimento está constituida por la subrasante; esta última capa se encuentra apoyada sobre otras dos en el orden siguiente:

- Subrasante
- Subyacente 4
- Cuerpo del terraplén

La carpeta: Es la parte que soporta directamente el tránsito vehicular y es la capa que se encarga de brindar las características funcionales al pavimento.

Estructuralmente, absorbe los esfuerzos horizontales y transmite los verticales hacia las capas que yacen bajo ella (Corro, Prado, 1974).

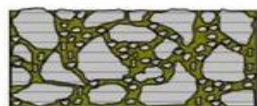
Según Corro, Prado, (1974), la carpeta es construida con mezclas asfálticas (en frío) o concreto asfáltico (en caliente), la carpeta además puede contener algún agente modificador para mejorar alguna característica, de acuerdo a la temperatura o a la intensidad pluvial de la zona en la que se construya.

De acuerdo a las normas de la NIT-SCT, los materiales pétreos a las mezclas asfálticas para la construcción de carpetas pueden ser naturales seleccionados o sujetos a tratamientos de disgregación, cribado, trituración o lavado.

Según el tipo de mezcla asfáltica que se emplee, los materiales pétreos se clasifican como se muestra a continuación:

### Figura 3

#### *Tipos de Mezcla*



MEZCLA DENSA



MEZCLA DISCONTINUA



MEZCLA ABIERTA

Fuente: Google

- a) Mezclas asfálticas de granulometría densa.
- b) Mezclas asfálticas de granulometría semi-abierta.
- c) Mezclas asfálticas de granulometría abierta.
- d) Mortero asfáltico.
- e) Carpetas por el sistema de riegos.

Cada una de las clasificaciones anteriores tiene un uso, el cual esta anotado en la misma norma de la SCT; además para cada caso, la secretaría también indica los requisitos de calidad con los que deben cumplir los materiales pétreos (NIT-SCT, 2009)

La base. De acuerdo con la SIECA (2002), la capa de pavimento tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub-base y a través de esta a la subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura. Las bases especificadas son las siguientes:

#### Base Granular.

Material constituido por piedra de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno o bien por una combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural. Todos estos materiales deben de ser clasificados para formar una base integrante de la estructura de pavimento. Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, y todas estas propiedades dependerán de la proporción de finos con respecto al agregado grueso (SIECA, 2002).

a) Materiales. De acuerdo a la SIECA (2002), debe corresponder a los tipos de graduación determinados según AASHTO T-27 y T-11. El material de base es necesario que llene como mínimo las siguientes condiciones:

1. Valor soporte (CBR) para piedra triturada y para grava (canto rodado), según AASHTO T-193, la compactación según AASHTO T-180 e hinchamiento máximo según AASHTO T 193.
2. El material debe estar libre de impurezas y residuos orgánicos.
3. La porción de agregado retenida en el tamiz No. no debe tener un porcentaje de desgaste, por abrasión, según AASHTO T-96.
4. La porción que pasa el tamiz No. 40 debe tener un índice de plasticidad según se indica en AASHTO T-90 y un límite líquido mayor al indicado en AASHTO T-89.
5. El porcentaje que pasa el tamiz No. 200, debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz No. 40.
6. El equivalente de arena no debe de ser menor a como se indica en AASHTO T176.

7. Cuando se necesite agregar material de relleno en adición al que se encuentra naturalmente en el material triturado, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y cohesión, éste debe ser libre de impurezas y consistir en suelo arenoso, limo orgánico, polvo de roca u otro material con alto porcentaje de partículas que pasen por el tamiz No. 10.

La sub – base. Es la capa construida bajo la base y sobre la subrasante, esta capa puede ser o no construida dependiendo de la capacidad de soporte de la subrasante. Su función básica es la de proporcionar una cimentación uniforme, para la correcta colocación y compactación de la base; en la medida de lo posible, debe también tener una función drenante, por lo cual esta capa debe carecer de materiales finos, la sub - base también cumple una función de transición entre la subrasante y la estructura del pavimento (Arriaga, 2009).

La sub - base está constituida por materiales granulares que se clasifican de acuerdo al tratamiento que recibieron en:

- Materiales naturales.
- Materiales cribados.
- Materiales parcialmente triturados.
- Materiales totalmente triturados.
- Materiales mezclados.

Por materiales naturales se entenderá que son las gravas, arenas, limos y fragmentos de roca muy alterada, que al ser extraídos quedan sueltos y pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria; estos materiales después de ser extraídos no contendrán más del 5 % de partículas de diámetro mayor a 3 “, ni más del 25 % de partículas que pasen por la malla # 200 (Arriaga, 2009).

Automóvil: Que es capaz de generar su propia fuerza motriz para funcionar y se desplaza guiado por alguien. Es un vehículo de cuatro ruedas para circular por tierra, que se dirige mediante un volante, está destinado al transporte de personas y tiene capacidad para un máximo de nueve plazas. (bab.la, 2023)

Tractor: Vehículo automotor, con gran capacidad de tracción, que se emplea para arrastrar o tirar de aperos agrícolas, remolques, etc. (motor.es, 2023)

Motocicleta: Vehículo automóvil de dos ruedas, con uno o dos sillines y, a veces, con sidecar. (La vanguardia , 2022)

Acotamiento: Franja pavimentada o no pavimentada a lo largo del borde de los carriles de circulación del camino. Un acotamiento interior está junto al corte en talud. (TSB, 2018)

Ancho del cuerpo del terraplén: Ancho de la calzada recorrida por los vehículos incluidos los acotamientos, medido en la parte superior de la subrasante. (TSB, 2018)

Ancho total del camino: Ancho horizontal total del terreno afectado por la construcción del camino, desde la parte superior del corte en talud hasta el pie del relleno o de la zona con pendientes uniformes. (TSB, 2018)

Camino sobre terraplén: A diferencia de un corte pasado, un relleno pasado es un segmento de camino formado por material de relleno, con taludes de terraplén o ambos lados de la calzada. (TSB, 2018)

Sección transversal: Dibujo Enel que se muestra una sección del camino cortada a todo el ancho de la validez, también se puede aplicar a un arroyo, a un talud, a un deslizamiento, etcétera. (Buenas tareas, 2015)

Terreno Natural: La superficie del terreno natural que existía antes de la afectación y de la construcción. (Buenas tareas, 2015)

Transporte al sitio final: La remoción y acarreo del material excavado fuera del sitio de la obra hasta una zona estable de desecho (en vez de colocar el material de relleno cerca del lugar de excavación. (Buenas tareas, 2015)

Capa de base: Esta es la capa principal de transmisión de cargas en los carriles de circulación. El material de la capa de base está constituido normalmente por piedra triturada o grava. (Buenas tareas, 2015)

Capa de rodamiento: Esta es la capa superior de la superficie del camino sobre la cual circulan los vehículos. Deberá ser durable, podrá tener una alta resistencia al derramamiento y, en general, deberá ser impermeable al agua superficial. (Buenas tareas, 2015)

Capa superficial: Es la capa superior de la superficie del camino, llamada también superficie de rodamiento. (Buenas tareas, 2015)

Desmoronamiento: Proceso en el cual el material grueso de la superficie del camino se sienta y se separa de la base del camino debido a la falta de ligante o a una granulometría pobre del material. (scribd, 2019)

Camino rural: Un tipo de sistema de transportación de que construye generalmente para manejar o explotar recursos de zonas rurales o no desarrolladas. (scribd, 2019)

Cuneta: canal o zanja de terreno sobre la cual se construyen obras tales como caminos, vías de ferrocarril o líneas de energía eléctrica. (scribd, 2019)

Eje de camino: Línea imaginaria que corre longitudinalmente a lo largo del centro del camino. (scribd, 2019)

Estructura de retención o de contención: Estructura diseñada para resistir desplazamientos laterales del suelo, agua, u otro tipo de material. Se emplea comúnmente para como apoyo de la calzada o para ganar anchura del camino en terrenos escarpados. (ingenieriaReal.com, 2019)

Pendiente: Inclinação de la rasante del camino a lo largo de su alineamiento. Este talud se expresa en porcentaje 'la relación entre el cambio en elevación y la distancia recorrida. (ingenieriaReal.com, 2019)

Relación de talud: Una forma de expresar los taludes construidos en función de la relación entre la distancia horizontal y el ascenso vertical. (ingenieriaReal.com, 2019)

Relleno reforzado: Relleno en el que se ha colocado refuerzo trabajando a la tensión mediante el contacto por fricción con el suelo circundante con la finalidad de mejorar la estabilidad y la capacidad de carga. (ingenieriaReal.com, 2019)

Terraplén: Material excavado que se coloca sobre la superficie de un terreno preparado para construir la subrasante del camino y la plantilla de base del camino. (ingenieriaReal.com, 2019)

Carriles de circulación: Parte del camino construida para la circulación de vehículos en movimiento, incluidos los carriles de tránsito y los apartaderos de paso. (ingenieriaReal.com, 2019)

Corte y relleno: método para construir caminos en el cual la vialidad se construye al cortar en una ladera y extender los materiales excavados en lugares adyacentes bajos y como material compactado o a volteo para rellenos en talud a lo largo de la ruta. (ingenieriaReal.com, 2019)

## 2.2 Marco Legal

En el contexto de este Proyecto es esencial comprender y analizar el marco legal que regula los aspectos relacionados con la infraestructura vial, el desarrollo económico y la planificación urbana en la región de estudio. El marco legal proporciona las bases y las directrices que rigen las acciones y las decisiones relacionadas con la mejora de la infraestructura vial, en particular, la pavimentación de carreteras. Además, establece las disposiciones legales que pueden influir en la viabilidad y la implementación de proyectos destinados a mejorar la accesibilidad y la conectividad de la comunidad.

En esta sección, se examinarán detenidamente las leyes, los reglamentos y las políticas pertinentes a nivel local, regional y nacional que inciden en la planificación y la ejecución de proyectos de infraestructura vial. Se prestará especial atención a aquellas disposiciones legales relacionadas con la inversión en infraestructura, la protección ambiental y las normativas de construcción. Además, se explorarán las implicaciones legales de las acciones propuestas para la mejora de la carretera que conecta Villa Dolores con Apastepe.

Este Proyecto busca analizar cómo el marco legal actual puede facilitar o presentar desafíos para la implementación exitosa de la pavimentación con asfalto flexible en la región en cuestión. A través de un análisis detallado del contexto legal, se identificarán oportunidades y obstáculos clave que influyen en la viabilidad y el impacto de la propuesta de mejora de la infraestructura vial.

**Marco legal involucrado en el sector vial****Tabla 1***Marco Legal*

<p>Ley de régimen presupuestario municipal, ley N° 376</p>	<p>La presente Ley tiene por objeto establecer las normas y principios generales que requieren las Municipalidades para la elaboración, aprobación, modificación, ejecución, seguimiento, cierre y evaluación de sus Presupuestos</p> <p>Toda municipalidad tiene incluso sus propias normativas, así que cumplir con ellas es de suma importancia para la elaboración de proyectos, contemplando los recursos con los que cuentan.</p>
<p>Ley general del medio ambiente y los recursos naturales, ley N°. 217</p>	<p>Establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.</p> <p>Toda construcción, sea mejorar o reemplazar alguna estructura, genera un impacto en el medio ambiente, desde lo más mínimo hasta lo más peligroso, así que velar por los recursos y hacer un buen uso de ellos y saberlos administrar es que se crea esta ley,</p>

	<p>para tenerlo en cuenta al momento de desarrollar algún proyecto.</p>
<p>Ley de Municipios y Reformas e incorporaciones a la Ley N° 40, Ley de Municipios.</p>	<p>El objetivo de esta ley es que el estado garantiza a los Municipios la autonomía política, administrativa y financiera, de la que gozan de conformidad con la Constitución Política. El Gobierno de la República y los Municipios armonizarán sus acciones y las adecuarán a los intereses nacionales y al ordenamiento jurídico del país.</p> <p>Con esta ley, lo que se plantea, es que cada municipio pueda tener una competitividad autónoma que sume beneficios al país, así que cada uno de ellos velara por sus intereses y en lo que se debería invertir lo que generan para mayor productividad de estos.</p>
<p>Ley de Reforma a la Ley N° 524 Ley General de Transporte Terrestre.</p>	<p>La presente ley general de transporte terrestre (LGTT) tiene por objeto normar, dirigir y regular el servicio público de transporte terrestre de personas y bienes en el territorio nacional, así como establecer los requisitos y procedimientos administrativos para la obtención, renovación y cancelación de concesiones de explotación o licencias de operación del transporte terrestre.</p>

	<p>Manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras con enfoque de gestión de riesgos y seguridad vial.</p> <p>Su enfoque es determinar la calidad de las infraestructuras a implementar para la construcción de carreteras en cualquiera de sus diferentes clasificaciones.</p> <p>Al observarse la necesidad por alcanzar la mejor calidad en las construcciones viales, es que se crea este manual, para solventar las problemáticas que por años han aquejado a los países centroamericanos y que han perjudicado el desarrollo de estos.</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia

Método AASHTO-93 para el diseño de pavimentos flexibles.

A partir de la versión del año 1986, y su correspondiente versión mejorada de 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original.

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que hace referencia a la resistencia estructural de un pavimento requerido para una combinación de soporte del suelo ( $M_r$ ), tránsito total ( $W_{18}$ ), de la serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales.

### **2.3 Marco contextual e institucional**

Dentro del proceso de investigación y análisis de la mejora de la infraestructura vial que conecta Villa Dolores con Apastepe, es fundamental examinar el contexto y las instituciones que desempeñan un papel crucial en la planificación, ejecución y regulación de proyectos de este tipo. Este marco contextual e institucional proporciona una visión integral de los factores externos que influyen en la viabilidad y el éxito de la propuesta de pavimentación con asfalto flexible.

#### **MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (MTI).**

En esta sección, se explorarán las condiciones geográficas, demográficas y económicas de la región de estudio, destacando su importancia en la demanda y la necesidad de una infraestructura vial mejorada. Además, se analizarán las dinámicas sociales y económicas locales que se ven afectadas por la calidad de la carretera, como la producción agrícola y ganadera, así como el potencial turístico de la zona.

Por otro lado, se examinarán las instituciones gubernamentales y las agencias responsables de la planificación, financiamiento y supervisión de proyectos de infraestructura vial en Nicaragua. Se prestará atención a las políticas, regulaciones y disposiciones institucionales que pueden influir en la ejecución del proyecto propuesto, así como en la asignación de recursos y la gestión ambiental.

Este proyecto busca comprender a fondo el contexto y las instituciones involucradas, identificando cómo estas variables pueden impactar en la viabilidad y el éxito del proyecto de pavimentación. A través de un análisis detallado, se pretende evaluar cómo los factores contextuales e institucionales pueden ser aprovechados o superados en beneficio de la mejora de la infraestructura vial.

En la ejecución de este proyecto intervienen las siguientes Instituciones:

**Tabla 2**

*Instituciones que intervienen en el proyecto*

Institución – Ministerios	Descripción	Aporte
Alcaldía municipal de Chichigalpa	El gobierno Municipal que presidio ha fijado como prioridad el agua y saneamiento, la educación, la promoción del turismo digno sostenible y el fomento a la pequeña y mediana empresa. Estamos comprometidos en construir las bases de un proceso que a mediano y largo plazo contribuye a mejorar la vida de los ciudadanos teniendo en cuenta la preservación del medio ambiente. Un proceso que permita lograr un municipio saludable, productivo y tecnológico.	La Alcaldía Municipal de Chichigalpa, es la encargada del financiamiento de los proyectos los cuales estos fondos, son obtenidos de los impuestos municipales, por otro es la encargada de la contratación y supervisión de dichos proyectos
Ministerio de transporte e infraestructura (MTI)	Al Ministerio de Transporte e Infraestructura le corresponden las funciones siguientes:	El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) de Nicaragua es responsable de



	<ul style="list-style-type: none"><li>•Organizar y dirigir la ejecución de la política sectorial y coordinar la planificación indicativa con el Ministerio de Gobernación y los municipios en los sectores de tránsito y transporte, así como en infraestructura de transporte.</li><li>•Dirigir, administrar y supervisar, en forma directa o delegada la conservación y desarrollo de la infraestructura de transporte. •Supervisar el cumplimiento de las normas sobre seguridad, higiene y comodidad de los medios de transporte en todas sus modalidades. •Formular y establecer las políticas tarifarias de transporte público y dictar las tarifas pertinentes, en el ámbito de su competencia;</li><li>•Conceder la administración, licencias y permisos para los</li></ul>	administrar y promover el desarrollo de la infraestructura y transporte públicos del país. MTI se encarga de la construcción de carreteras, caminos y puentes.
--	---	--



	<p>servicios de transporte público en todas sus modalidades, nacional o internacional a excepción del nivel intra-municipal;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Autorizar la construcción de puertos marítimos, lacustres, cabotaje y fluviales, terminales de transporte aéreo o terrestre y demás infraestructuras conexas para uso nacional o internacional.</li><li>•Formular, proponer y supervisar la aplicación de las normas técnicas nacionales del sector de la construcción, vivienda y desarrollo urbano, éste último en coordinación con los Municipios y además las del sector de la industria de la construcción en coordinación con el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio.</li></ul>	
UCC	La Universidad de Ciencias Económicas (UCC) tiene como Misión:	En el proceso de investigación otorgó acompañamiento técnico



	<p>Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo del país.</p> <p>Visión: Ser reconocida como la Universidad con los más altos estándares de calidad de formación profesional, al fin de responder a las necesidades de la sociedad y al compromiso social de su proyecto educativo. Valores: liderazgo, ética profesional, creatividad y calidad.</p>	<p>y metodológico que permitió concebir, plantear y desarrollar el tema objeto de investigación, esto conllevó a la recolección de documentación técnica que facilitó la elaboración del documento que permitirá optar el grado de ingeniero.</p>
--	--	---

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se describirán o argumentarán los métodos y procedimientos que se utilizarán para el proyecto, para analizar y presentar resultados.

### 3.1- Tipo de Proyecto:

Según la procedencia del capital: Proyecto Público

Los proyectos de inversión pública son aquellos que son iniciados, financiados y administrados por entidades gubernamentales. El objetivo principal de estos proyectos es proporcionar bienes y servicios públicos que beneficien a la comunidad.

Los ejemplos de proyectos de inversión pública incluyen:

La construcción y el mantenimiento de infraestructura (carreteras, puentes y sistemas de transporte público) etc.

- Según el sector: Proyecto de Construcción

Suponen la puesta en marcha de una obra de tipo civil o arquitectónico. Por ejemplo, cuando se construyen edificios, puentes, vías ferroviarias, presas, carreteras, entre otros.

- Según el ámbito o perfil profesional: Proyecto de Ingeniería

La norma ISO define al proyecto de ingeniería como: “Un proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas, con fechas establecidas de inicio y finalización, desarrolladas con el fin de alcanzar un objetivo para conformar requerimientos específicos, incluyendo restricciones de tiempo, costo y recursos”.

Destaca también la norma ISO que todo proyecto de ingeniería tiene fines ligados a la obtención de un producto, proceso o servicio que es necesario generar a través de diversas actividades durante un tiempo determinado. Algunas de estas actividades pueden agruparse en fases porque globalmente contribuyen a obtener

un producto intermedio, necesario para continuar hacia el producto final y facilitar la gestión del proyecto.

- Según su orientación: Proyecto de Inversión

Los proyectos de inversión son aquellos que requieren recursos para su ejecución y que son evaluados financieramente para ver su factibilidad económica, contrastados con la viabilidad técnica, ambiental, social y jurídica.

a) Según su área de influencia: Proyectos locales  
Proyectos locales: su alcance se limita a ciertas comunidades, localidades, pueblos o comarcas. La acción es mucho más específica.

### **3.2.- Unidades de Análisis**

Unidad de análisis es el tipo de objeto delimitado por el investigador para ser investigado. En su caso, la unidad de análisis es el objeto que estudia el proyecto. La unidad de análisis abordada en esta propuesta técnica, es el camino a todo tiempo comprendido de la comunidad Vía Dolores hasta las faldas del volcán San Cristóbal.

El camino a todo tiempo que existe actualmente de la comunidad Villa Dolores hacia las cercanías de las faldas del volcán San Cristóbal permite apreciar que en la actualidad se presenta insuficiencias superficiales críticas y la serviciabilidad es variable originada por el excesivo deterioro observados en el camino.

### **3.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Los métodos e instrumentos de recolección de datos para la elaboración del proyecto de dicho trabajo están basados en fuentes primarias y secundarias, con el uso de instrumentos de codificación del discurso. Las fuentes primarias son documentos que contienen información original que no ha sido editada, traducida o reestructurada, mientras que se consideran como fuentes secundarias las cuales su información fue editada y reorganizada.

Se usaron dos metodologías:

Como instrumentos para el registro de la información se llevó a cabo el uso de:

**Encuestas:** Conocer la opinión de las personas al momento de ejecutar un proyecto es muy importante, pues estos abren paso a revisar varios panoramas que quizás un gerente de obra no había contemplado. Por tal razón, se preparó una serie de preguntas, las cual componen una encuesta, esta fue aplicada al azar y se tomó una muestra poblacional de todos los habitantes para conocer sus respuestas a las interrogantes.

La encuesta a aplicarse tomo lugar en la comunidad rural de Villa Dolores el día 15 de septiembre del corriente año, con el fin de tomar en cuenta la observación de los habitantes para considerar sus opiniones en las propuestas técnicas de la mejora de la vía, esta encuesta conto con 10 preguntas, donde los intereses principales a abordar fueron;

- Utilización de transporte
- Estado de serviciabilidad del tramo de camino
- Salud

**Visita de campo:** Se realizó la visita de campo en el sitio del camino a pavimentar para conocer el estado actual y realizar estudios exhaustivos que permitan determinar la mejor solución ante tal problemática. Concluyendo con la carpeta asfáltica de pavimento flexible.

**Estudios de ingeniería:**

**Aforo vehicular:** El aforo fue realizado el día 13 de septiembre del año 2023 iniciando a las 7 de la mañana y culminando a las 5 de la tarde. Esta información suministrada permite planificar las inversiones y mejoras a realizar en las diferentes carreteras, en función del tráfico soportado

**Topografía:** Los estudios topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra y tomar los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio.

Datos que permitirán determinar los cortes y rellenos.

Las labores de campo consistieron en el levantamiento de puntos de control y que muestran los detalles del sitio del estudio. Los puntos se midieron con la estación total la cual posee una memoria interna en la que se almacenan los datos de medición. La información se organizó en un día en un solo archivos, los cuales contienen puntos con sus coordenadas y otros datos.

Se siguió la metodología de levantar puntos iniciando en el punto número uno en el eje del camino tomando los datos en secciones transversales a una distancia de 20 metros entre una y otra incluyendo por radiaciones para el camino existente. Lo que se perseguía era obtener una maya de puntos con nivel lo suficientemente densa para que con esta se pudiera reflejar fielmente en el dibujo tridimensional la superficie del terreno.

Estudio de suelo: En este punto se busca representar los resultados de la investigación efectuada a partir de los sondeos manuales con muestras alteradas. Este trabajo se realiza con el propósito de obtener las principales características del sub-suelo del tramo de carretera de la comunidad Villa Dolores hacia las faldas del volcán San Cristóbal en donde se requiere realizar el diseño de estructuras de pavimento.

### **3.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos**

Con el Alfa Cronbach se permitió cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las variables observadas. El Alfa Cronbach toma valores entre 0 y 1. Cuando más se aproxime al número 1, mayor será la fiabilidad del instrumento. Esto con el fin de comprobar si las preguntas de las encuestas a aplicar al lugar, no presentaban irregularidad en su redacción y así comprobar su eficacia en los resultados.

Se determinó que el valor del alfa Cronbach es de 0,962 el cual indica que es válido y comprueba la fiabilidad del instrumento subyacente.



Para determinar el proceso de diseño de la carretera el informante clave es la normativa deben tomarse en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, es necesario analizar fundamentalmente la problemática que representa el comportamiento de los pavimentos debido al tránsito, ya que Este se incrementa conforme el desarrollo tecnológico y crecimiento demográfico, lo que trae a su vez mayor cantidad de repetición de ejes y cargas. Por ello, es necesario la selección de apropiados factores para el diseño estructural de los diferentes tipos de pavimentos, por lo que deber tomarse en cuenta la clasificación de la carretera dentro de la red vial, la selección de los diferentes tipos de materiales a utilizarse, el tránsito y los procesos de construcción (Normativas de diseño de carretera, 2008)

El estudio topográfico realizado en el sitio lo llevó a cabo el Ingeniero José Mercedes Martínez con licencia catastral # JM0101179

El estudio de suelo es de fiabilidad y validez ya que fue emitido por el INETER suelos y volcanes de Nicaragua. Catalogo Anual 2008

## CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL

### 4.1 Diagnóstico.

#### 4.1.1 Antecedentes

Actualmente se caracteriza por ser un camino de todo tiempo, en constante deterioro, con problemas en su superficie de rodamiento sin ninguna clase de revestimiento, problemas estancamiento de las escorrentías superficiales en temporada lluviosa, esta vía de acceso se encuentra dificultando el acceso peatonal vehicular y provocando severas inundaciones e incluso accidentes de tránsito.

Este proyecto pretende acondicionar esta vía para resistir el paso constante de vehículos tanto pesados como livianos, dotando de mayor seguridad a los peatones, conductores y contribuir de igual forma a la mejora de la imagen urbana del sector.

#### 4.1.2 Macro, Micro localización, Sitio.

Figura 4

Macro y micro localización



Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3 Accesibilidad

Para poder llegar a la comunidad Apostepe que queda más cerca de las faldas del volcán San Cristóbal, la cual se ubica a 6.5 km 106 desde la entrada a Villa Dolores que se ubica a 3 km hacia el sureste del empalme de Chichigalpa carretera panamericana León – Chinandega, se debe tomar un unidad de transporte colectivo que recorra la ruta de Chichigalpa hacia León o viceversa, estas unidades hacen su recorrido en horarios de 5 am hasta las 7 pm transitando por el lugar una unidad cada 15 minutos, si su viaje es en vehículo privado se puede guiar a través de su GPS colando en su buscador “Villa Dolores – Chichigalpa” e inmediatamente le mostrara la ruta que debe tomar para poder llegar hacia el lugar antes mencionado.

### 4.1.4 Caracterización del Entorno (natural o construido).

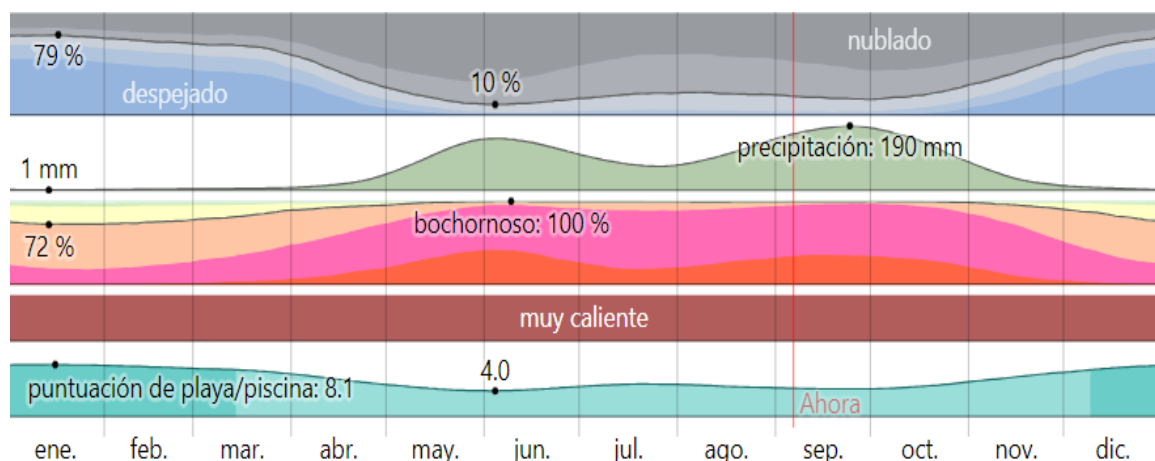
**Clima: precipitación, temperatura, viento, asoleamiento.**

#### Clima

En Chichigalpa, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es mayormente despejada y es muy caliente y opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 36 °C.

**Figura 5**

*Clima*



Fuente: weatherspark

## Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Chichigalpa varía considerablemente durante el año.

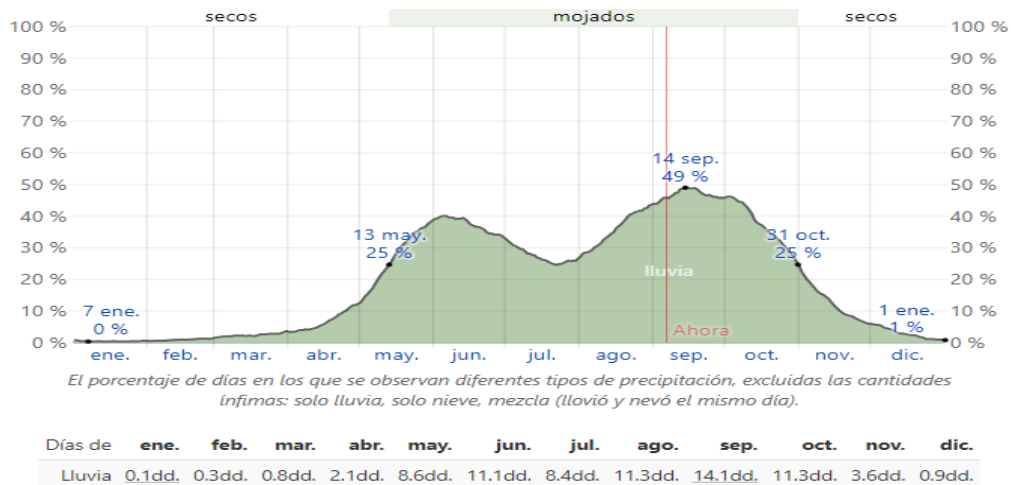
La temporada más mojada dura 5.6 meses, de 13 de mayo a 31 de octubre, con una probabilidad de más del 25 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Chichigalpa es septiembre, con un promedio de 14.1 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 6.4 meses, del 31 de octubre al 13 de mayo. El mes con menos días mojados en Chichigalpa es enero, con un promedio de 0.1 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Chichigalpa es septiembre, con un promedio de 14.1 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 49 % el 14 de septiembre.

**Figura 6**

### Precipitación



Fuente: weatherspark

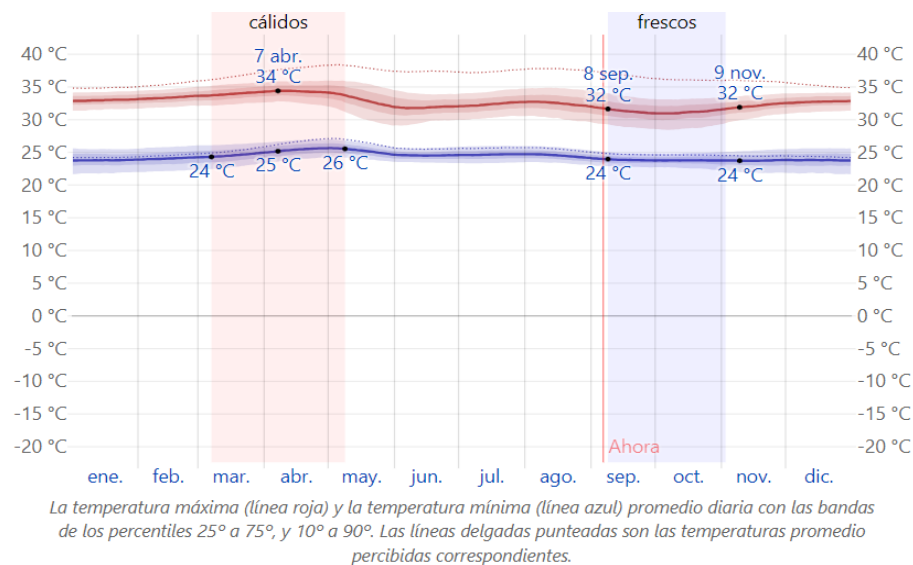
## Temperatura

La temporada calurosa dura 2.0 meses, del 7 de marzo al 8 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 34 °C. El mes más cálido del año en Chichigalpa es abril, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y mínima de 25 °C.

La temporada fresca dura 1.8 meses, del 8 de septiembre al 2 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 32 °C. El mes más frío del año en Chichigalpa es septiembre, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima de 31 °C.

**Figura 7**

*Temperatura*



Fuente: weatherspark

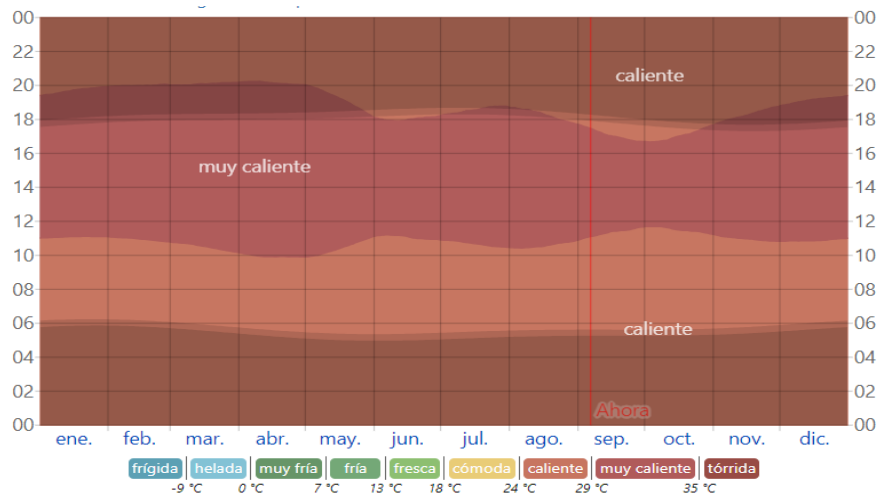
La figura siguiente muestra una ilustración compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

La temperatura es considerada uno de los agentes ambientales que influyen de manera directa en el comportamiento de los pavimentos, modificando su rigidez, debido a las características termoplásticas del material que constituye las capas

asfálticas de los pavimentos flexibles. A medida que aumenta la temperatura, las capas del pavimento asfáltico se vuelven menos rígidas y cuando disminuye se incrementa la rigidez de estas capas.

### Figura 8

Temperatura promedio por hora



La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: weatherspark

### Viento

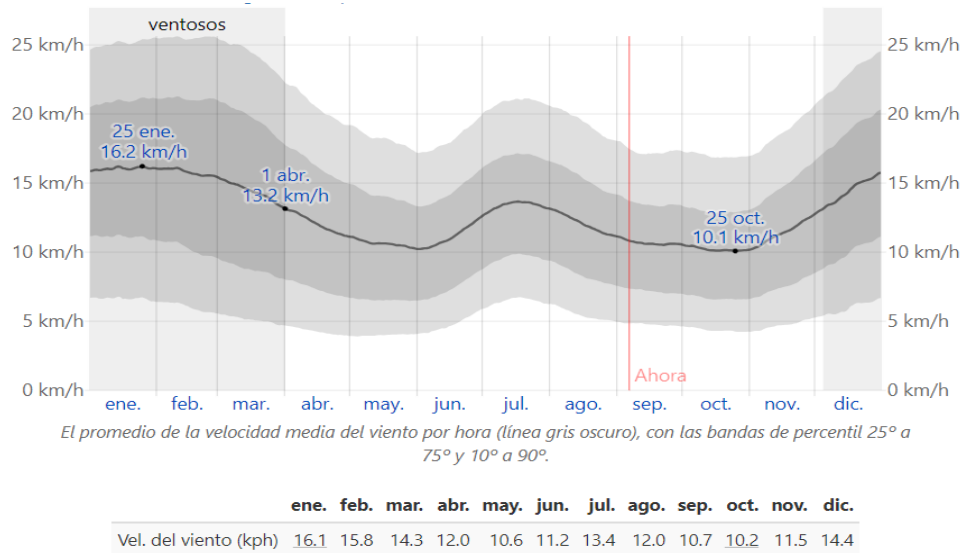
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora, la velocidad promedio del viento por hora en Chichigalpa tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 3.9 meses, del 5 de diciembre al 1 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 13.2 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Chichigalpa es enero, con vientos a una velocidad promedio de 16.1 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8.1 meses, del 1 de abril al 5 de diciembre. El mes más calmado del año en Chichigalpa es octubre, con vientos a una velocidad promedio de 10.2 kilómetros por hora.

**Figura 9**

**Viento**

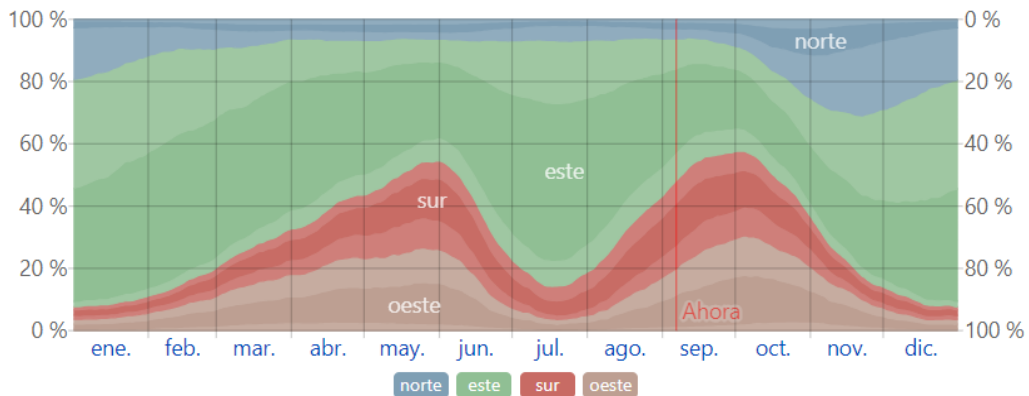


Fuente: weatherspark

La dirección del viento promedio por hora predominante en Chichigalpa es del este durante el año.

**Figura 10**

*Dirección del viento*



*El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noroeste, sureste, suroeste y noreste).*

Fuente: weatherspark

El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noroeste, sureste, suroeste y noreste).

**Hidrología**

No existen corrientes de agua permanentes que bajen del complejo debido a la alta porosidad de sus suelos. No obstante, debido a esta alta permeabilidad el complejo actúa como una inmensa esponja que absorbe el agua de lluvia. Esta se descarga de dos maneras: por un lado, emerge en una serie de cortos ríos que nacen a cierta distancia en las llanuras circunvecinas y que desembocan en la bahía de Corinto y en el Golfo de Fonseca; y por otro lado da origen a extensos mantos de agua subterránea situados en las llanuras al norte y al sur del complejo.

Hacia la corren 10 ríos, varios son represados y utilizados como fuente de agua para riego. Los más importantes son el río Posoltega, Mono Muerto, Amalia o río Sucio, y Cosmapa, éste último corre cercano a la hacienda del mismo nombre.

Otros ríos son el río Los Remedios, El Tesorero, Las Lajas, El Realejo, San Isidro y Atoya.

De esta Reserva Natural nace el río Olomega que es una de las principales cabeceras del río Estero Real. El Olomega brota al pie de las lomas de San Lucas situadas al noreste del cono de La Pelona, que luego en su desembocadura forma el área protegida del Estero Real, declarada Sitio Ramsar.

### Geología

El área del volcán San Cristóbal comprende un grupo de estructuras volcánicas ubicada al extremo Noroeste de la Cordillera de los Maribios. Entre las principales ciudades que se encuentran cerca del área está Chinandega a 10 kilómetros al Sur - Oeste del Volcán San Cristóbal, y León, ubicado 30 km al Sur - Sureste del Volcán Casita. El área incluye principalmente tierras agrícolas escasamente pobladas y tierras altas que en su mayoría están poco desarrolladas.

La reserva natural establecida dentro del área volcán San Cristóbal, provee algún grado de protección ambiental en estas zonas, a pesar de que hay degradación por la presión poblacional.

El Volcán San Cristóbal está principalmente constituido por lavas, depósitos piroclásticos y depósitos de tipo lahar de composición basáltica a basáltico-andesítica, con presencia subordinada de rocas andesíticas y dacíticas. Las rocas de la Caldera La Pelona, varían desde basálticas a dacíticas.

Dentro del complejo Casita - San Cristóbal no existen cuerpos importantes permanentes de agua superficial. El complejo es drenado por quebradas que en su mayoría fluyen en forma estacional

El desarrollo geotérmico podría aportar algunos beneficios ambientales, en tanto se establece un plan de monitoreo sistemático con las correspondientes medidas de mitigación para reducir los impactos en el bosque, el agua y el aire.

#### **4.1.5 Infraestructura y equipamiento.**

Se cuenta con facilidades de acceso al área desde las ciudades cercanas como uno de los factores favorables; habrá necesidad de construcción de caminos en las zonas más altas y de difícil acceso; posibilidades buenas de acceso al agua y baja probabilidad de conflictos por el uso de tierra para las actividades de perforación

#### **Fauna y Flora**

En la Flora se presentan tres tipos de ecosistemas naturales: bosque tropical seco o bosque deciduo, bosque de pino y sabanas sin cobertura leñosa (pastos naturales). Se encuentran las especies maderables de laurel, guayabillo, ojoche, tololo, tempisque, quebracho, mora, roble, guácimo de ternero, cortez, chaperno, helequeme, jobo, cola de pava, guarumo, higuierón, majagua, palo de hule, pescadillo, piojillo y chilamate, entre otros.

La fauna a encontrarse en este complejo corresponde a la de un bosque seco tropical, con transición a un bosque subtropical húmedo, donde existen animales como: coyotes, sahínos, perezosos, cusucos, conejos, zorro ostoche, venado cola blanca, pizote, mapache y algunos mústelidos. Por lo menos dos especies de monos (araña y cara blanca) han sido reportados en la parte más boscosa. La presencia de felinos grandes es poco probable. Varias familias de aves se encuentran en las laderas y en las cumbres del territorio (chachalacas, gavilanes, cuclillos, psitácidos, trogónidos, senzontles, saltapiñuelas, chichiltotes, carpinteros, el sabanero dorsilistado, charralero de las rocas y el charralero cejiblanco.

#### **4.1.6 Aspectos socioeconómicos**

- PEA - PEI

Es el conjunto de personas que, en una sociedad determinada, ejercen habitualmente una actividad económica o están en aptitud de trabajar, aunque se encuentren momentáneamente sin ocupación por causas ajenas a su voluntad. La PEA está constituida por los productores, es decir, por quienes desempeñan alguna función en la actividad productiva de la sociedad o están en posibilidad de hacerlo por sus condiciones de edad y aptitud, aunque transitoriamente carezcan de

empleo. El concepto de “persona económicamente activa” debe ser considerado en relación con la organización del trabajo en cada sociedad. Es, por tanto, un concepto relativo que siempre está referido a las características culturales de cada lugar. En las sociedades primitivas, de economía de subsistencia —economías recolectoras, pastoriles y agrícolas— la población económicamente activa no se diferencia mayormente de la población en general puesto que su bajísimo nivel tecnológico vuelve indispensable la participación de virtualmente todo el grupo social, mayor de una edad mínima, en las tareas comunes de producir los bienes de subsistencia.

Por lo general, se considera como miembros de la población económicamente activa a las personas de entre 15 y 65 años de edad. Sin embargo, no están incluidas las amas de casa que no perciben remuneración, ni los estudiantes por sus actividades, ni el trabajo forzado que hacen los presidiarios, ni las faenas de solidaridad social que cumple el “voluntariado”, ni el trabajo de los sacerdotes en sus conventos e Iglesias. (Borja, 2018)

Población Económicamente Inactiva (PEI). Comprende las siguientes categorías funcionales: personas que se ocupan de su hogar, estudiantes, jubilados o prejubilados, personas que perciben una pensión distinta a la de jubilación y de prejubilación, personas que realizan sin remuneración trabajos sociales, actividades de tipo benéfico, etc. (excluidas las que son ayudas familiares), incapacitados para trabajar, otras situaciones (como personas que sin ejercer ninguna actividad económica reciben ayuda pública o privada y todas aquéllas que no estén incluidas en ninguna de las categorías anteriores, por ejemplo los rentistas).

- Principales actividades económicas

El departamento de Chinandega es una ciudad y municipio de la república de Nicaragua. Además, es la cabecera departamental del departamento del mismo nombre en la región occidental del pacífico de este país centroamericano, la de mayor fuerza económica después de la capital Managua. Es conocida como la ciudad de las naranjas. Uno de los municipios más importantes Chichigalpa, es

conocido como la tierra del azúcar y del ron. Se debe a que en el departamento de Chichigalpa se encuentran dos de las más grandes empresas de Nicaragua: primero se encuentra la azucarera, el ingenio San Antonio y la segunda la licorera el Ron Flor de Caña.

Se produce excelente café en las tierras altas y en los alrededores buen algodón, maíz, trigo y frijoles, etc. (El rendimiento del sector agrícola constituye una cuarta parte del producto bruto interno (PBI). La ganadería es buen complemento y predomina la bovina, caballar. En la carretera de Chichigalpa a Chinandega a una distancia aproximada del cráter del volcán, encontramos una pedrera donde se excavan.

El municipio posee suelos de los más productivos del país, son de origen volcánico y susceptible a la erosión, por su baja comprensión y densidad. Son derivados de cenizas volcánicas recientes y antiguas, rocas volcánicas, sedimentos aluviales, así como vertisoles. El mayor potencial de la tierra está constituido por suelos de vocación agropecuaria y pecuaria agrupando el 79% del área municipal. Los suelos de vocación agropecuaria alcanzan el 66% del municipio localizándose la mayoría de los suelos sin limitaciones en la Planicie del Pacífico. Los suelos con vocación forestal y de conservación, para la producción y protección del bosque, se distribuyen en las zonas intermedias y altas del centro y norte del municipio, los cuales se encuentran altamente intervenidos.

La mayor parte del territorio municipal está ocupada por cultivos agrícolas (64% del área), principalmente de agroexportación, destacándose la Caña de Azúcar y Arroz, los cuales son tecnificados. En los suelos montañosos del nordeste, se cultivan granos básicos, así como otros cultivos anuales sin técnicas apropiadas, causando una degradación acelerada de los suelos. En las partes altas de la cordillera se registran actividades del cultivo del café. Un 7% del área está dedicada a actividades pecuarias.

Esta zona dada a su potencial agropecuario y su posición geográfica ha sido durante muchos años, uno de los municipios con mayor desarrollo económico tanto

a nivel departamental como regional y nacional. Su historia económica inicia con las actividades de corte de maderas de exportación, las haciendas añileras y ganaderas. Posteriormente los ingenios artesanales, la producción de dulces y mieles, luego la producción de algodón, azúcar y ron para la exportación. No obstante, los datos de la producción actual muestran aún la influencia de los problemas ligados a la falta de financiamiento oportuno y el suficiente apoyo a los pequeños y medianos productores y la degradación de sus recursos naturales

La producción de azúcar proviene de caña de azúcar, que se desarrolla en las zonas tropicales y subtropicales en donde prevalecen climas cálidos y húmedos (Centroamérica, el caribe, etc.), y de remolacha que se cosecha en zonas de clima templado- como los países de la Unión Europea, China, Estados Unidos. El azúcar proveniente de la caña representa cerca del 60 por ciento de la producción mundial y la de remolacha aproximadamente el 40 por ciento.

El azúcar es producido en la gran mayoría de países del mundo, y se estima que esta producción satisface al menos del 75% al 80% de la demanda local de esos países, por lo que solo el 25%, unos 27 millones de toneladas de azúcar, aproximadamente de la producción mundial, se comercializa en el ámbito internacional. Actualmente en el mundo se producen unos 130 millones de toneladas métricas de azúcar al año y se consumen 128 millones de toneladas métricas. En Centroamérica se consumen solamente 30 millones de quintales de azúcar y se tiene una producción de 74 millones de quintales.

**Productores Independientes:** El productor independiente de caña de azúcar, es aquel productor de caña de azúcar, que cultiva de forma independiente este producto, pero establece una relación contractual con los ingenios para vender la cosecha. Según datos del Comité Nacional de productores de Azúcar (CNPA) en Nicaragua existen aproximadamente 650 productores independientes de caña de azúcar, los cuales se encuentran organizados en asociaciones de productores por municipios y/o departamentos: Asociación de Cañeros de Nandaime, Carazo y Rivas (APROCARI) y la Asociación de Productores de Caña de Occidente (APRICO). Estos 650 productores independientes, se encuentran localizados en

los municipios de Rivas, Carazo y Nandaime y en la zona de occidente en los municipios de Chichigalpa y El Viejo del departamento de Chinandega, alrededores del municipio de León y Posoltega y en Managua en el Municipio de San Rafael del Sur. Según los datos del INEC (ver cuadro No. 1), los pequeños productores de caña de azúcar se ubican en el rango de 0.5 a 50 manzanas, estos acumulan 3,995 explotaciones de caña de azúcar, para una participación porcentual de 61.4%, abarcando una superficie de 7,424.7 con una participación del 8.5%

Si consideramos como productores medianos de caña de azúcar a los que se ubican en el rango de 50 a 200 manzanas, estos acumulan 2021 explotaciones, para una participación porcentual de 31.0%. Con una superficie de 11,891.52 con una participación de 13.6% del total. Los productores con extensiones de tierra dentro del rango de 200 a 500 manzanas (grandes productores), totalizan 360 explotaciones, para una participación porcentual de 5.5%, y poseen una superficie de 13,728 manzanas. Los 131 productores de mayor tamaño, con explotaciones mayores a 500 manzanas, representan un 2% solamente en cuanto al total de productores, pero en cambio concentran una superficie de tierra de 54,4 miles de mzs. para una participación del 62.2% del total de superficie existente en Nicaragua para caña de azúcar. La concentración en cuanto a superficie de tierra conlleva un mayor poder de negociación, frente a los pequeños productores que son mayoritarios en número (61.4%), pero solo poseen un 8.5% de la superficie total. La suma de los medianos productores con los pequeños apenas alcanza un 22.1% de la superficie sembrada, no obstante, los grandes productores de 200 a 500 manzanas, más aquellos con fincas superiores a 500 manzanas abarcan un 78% de la superficie sembrada de caña.

#### 4.1.7 Identificación de riesgos y afectaciones

##### Riesgo Ambiental

La construcción de una estructura puede influir en el medioambiente provocando diferentes tipos de afecciones:

- Modificación del medioambiente, con diferentes tipos de polución: física y química, fisiológica, biológica y luminosa.
- Consumo de recursos, con el empleo de combustibles y otras energías y materias primas no recuperables.
- Producción de residuos, generada en la extracción de materias primas, ejecución de obras y demoliciones.

La reducción del Impacto Ambiental en el sector de la construcción se centra en tres aspectos:

- El control del consumo de recursos
- La reducción de las emisiones contaminantes
- La minimización y correcta gestión de los residuos que se generan a lo largo -del proceso constructivo.

Los recursos se dividen en recursos renovables y no renovables. La mayor parte de los recursos empleados en las obras de puentes son inertes, sin que puedan provocar daños peligrosos al medio ambiente, pero existen otros elementos que si generan afecciones peligrosas medioambientales, como son plásticos, aceites y combustibles.

En el caso de construcción de carreteras pavimentadas las mayores afecciones se producen en los movimientos de tierras, por lo que es necesario cuidar la regeneración de la vegetación que existía en un principio.

Para minimizar el impacto ambiental y reducir el volumen de residuos han de seguirse las siguientes pautas: evitar las compras excesivas y los excesos de

embalajes, evitar que los materiales se conviertan en residuos por acopios, transporte o manipulación incorrecta. (STRUCTURALIA, 2018)

A nivel general, algunos de los puntos que más se tienen en cuenta para la gestión medioambiental en la construcción son:

- Generación de residuos derivados de la actividad constructiva
  - Emisiones atmosféricas
  - Generación del ruido
  - Consumo de recursos
  - Empleo de materiales y productos ambientales adecuados
  - Buenas prácticas medioambientales para la ejecución
- Riesgo Económico

La ejecución de este proyecto tiene un fuerte impacto económico por las siguientes razones:

Es de conocimiento generalizado que el turismo se ha convertido en una de las actividades económicas más importante de nuestro país y en especial de nuestra región. En Nicaragua las principales actividades económicas son: Turismo, agricultura, ganadería, diferentes tipos de industria.

Con la propuesta de este proyecto se pretende mejorar la economía de las comunidades aledañas al sitio y de Chichigalpa ya que con la existencia de un camino pavimentado promoverá el turismo.

El Turismo no sólo impacta al propio sector económico, sino que además influye fuertemente en los resultados de otros sectores, en un aumento de la calidad de vida de nuestros habitantes, un mejor aprovechamiento de nuestros atractivos naturales y su conservación como medio ambiente limpio y puro. El turismo ha sustentado gran parte de la economía de nuestro país, gracias a que nuestros lugares turísticos son visitados por extranjeros los cuales disfrutan de las visitas al país.

También, a partir de los años noventa nace el Geo-turismo que consiste en promover los volcanes como sitios de interés turístico gracias a su belleza, a la generación de aguas termales y barros volcánicos, entre otros. Tanto extranjeros como nacionales visitan frecuentemente los volcanes en Nicaragua y alrededor del mundo. Este tipo de actividad brinda beneficios económicos de importancia a las comunidades aledañas a los volcanes en este caso con la ejecución de asfaltar el camino podrá facilitar la accesibilidad hacia el Complejo turístico San Cristóbal y las comunidades cercanas a las faldas del coloso.

- Agricultura

En las tierras altas y en los alrededores del volcán San Cristóbal existen muchos productores de la zona agrícola, se produce excelente café, buen algodón, maíz, trigo, arroz, caña de azúcar y frijoles, etc. (El rendimiento del sector agrícola constituye una cuarta parte del producto bruto interno (PBI) este proyecto permitirá que de forma rápida y segura sean movilizadas del campo a la ciudad.

#### Transporte

La implementación del proyecto de asfaltado permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del camino a todo tiempo de Villa Dolores hacia las faldas del volcán, lo cual permitirá el ingreso seguro de los medios de transportes, en este caso al hacer uso del transporte público generará mayores fuentes de ingreso con el pago del peaje.

- Riesgo Social

Ahora bien, el sector carece del pavimentado, este durante el periodo de lluvias empeora aún más, dificultando la movilización de los habitantes que acuden a su trabajo, estudio y labores domésticas; y mientras el periodo de sequía el polvo que se desprende causa enfermedades respiratorias, ensuciando los hogares de quienes habitan en este sector. En este sentido, se terminará esta problemática para la comunidad y permitirá el desplazamiento seguro de una comunidad a otra de igual forma hacia el volcán.

La pavimentación de este camino traerá una mejor movilidad urbana y contribuirán a reducir el polvo y otras emisiones contaminantes generados por tráfico vehicular, con lo cual mejorará la calidad del aire y condiciones de salud para la población local.

Por otro lado, el asfaltado de las calles de una comunidad, incide directamente en la seguridad pública, ya que facilita el acceso a los cuerpos policiales para hacer su trabajo de una manera más eficiente. (STRUCTURALIA, 2018)

- Riesgo Laboral

Al permitir una accesibilidad segura al volcán y las comunidades cercanas al mismo, generara fuentes de trabajo

Riesgos Laborales: La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo. Riesgo laboral grave e inminente: Aquél que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores. Procesos, actividades, operaciones, equipos o productos potencialmente peligrosos: Aquellos que, en ausencia de medidas preventivas específicas, originen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores que los desarrollan o utilizan.

Condiciones de trabajo: Cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador.

Quedan específicamente incluidas en esta definición:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.



- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
- Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
- Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenamiento, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

Utilidad de la evaluación de riesgos: El resultado de una evaluación de los riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de los riesgos. (STRUCTURALIA, 2018)



## CAPITULO V: ESTUDIOS DE INGENIERIA

### 5.1 Topografía

El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en el cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones.

El estudio se realizó el día 14 de septiembre del año 2023 iniciando a las 9 de la mañana y culminando a las 5 de la tarde del mismo día recorriendo un total de 4.6 kilómetros lineales, como punto de partida se tomó la entrada a la comunidad Villa Dolores perteneciente a Chichigalpa, hasta internarse a la comunidad cercana a las faldas del volcán San Cristóbal.

**Ingenieros S.A**

**Banpro 1. Cuadra al Oeste**

**Chinandega, Chichigalpa**

**Surface Report**

**Cliente:** Client Company

**Nombre del proyecto:** VILLA DOLORES

**Descripción de proyecto:**

**Fecha del informe:** 14/9/2023 15:24:14

**Preparado por:** Preparer

<b>Linear Units:</b> meter	<b>Area Units:</b> squareMeter	<b>Volume Units:</b> cubicMeter
----------------------------	--------------------------------	---------------------------------

**Surface:**

**AIW\_Existing\_Ground**

Description:

Area 2D: 10827819.896

Area 3D: 10851008.674



Elevation Max: 243.000	Elevation Min: 109.000
Number of Points: 18458	Number of Triangles: 31265

---

**Surface:** **AIW\_Existing\_Transportation**

Description:

Area 2D: 281004.236	Area 3D: 282237.217
Elevation Max: 243.000	Elevation Min: 109.000
Number of Points: 29619	Number of Triangles: 21419

---

**Surface:** **CORREDOR\_2\_-\_ (1)**

Description:

Area 2D: 107379.362	Area 3D: 139717.958
Elevation Max: 237.893	Elevation Min: -0.372
Number of Points: 2053	Number of Triangles: 3500

---

## 5.2 Geología

La zona estudiada entre la comunidad Villa Dolores - San Cristóbal se ubica en la región Pacífica de Nicaragua. Forma parte de la zona ubicada aledaña a la Cadena Volcánica Nicaragüense que en su parte Noroeste se llama Cordillera de los Maribios. El volcán San Cristóbal se encuentra unos 25 km de la costa del Océano Pacífico. El San Cristóbal es el volcán más alto de Nicaragua (1745 s.n.m.).

La Depresión de Nicaragua es una estructura que acompaña la subducción de la placa de Cocos, debajo de la placa del Caribe en la fosa centroamericana en el océano Pacífico. Se dista a unos 150 km de la costa de Nicaragua. En la zona de los grupos volcánicos estudiados la anchura de la depresión nicaragüense es

alrededor de 30 km. El territorio entre el borde de la depresión nicaragüense y la costa Pacífica está formado por los bloques tectónicos de las coladas de lava dacíticas y andesíticas y de las ignimbritas de la formación Tamarindo.

San Cristóbal tiene la forma de un estratovolcán joven. Hasta el año 1971 estuvo cubierto por el bosque. Durante la actividad volcánica (desgasificación) a partir de este año los árboles fueron destrozados. Hoy, las laderas del volcán están cubiertas por escasa vegetación.

Las corrientes de lava que cubren los pendientes del Volcán San Cristóbal nacieron en el año 1685 según fuentes históricas. La última actividad moderada del tipo freático ocurrió en el año 1997 y desde entonces el volcán produce gases volcánicos a mayor cantidad. En el pie del volcán se ubican otros volcanes inactivos - El Chonco (1105 m), Moyatepe (917 m), Acastepe (320 m) y centros volcánicos de menos importancia.

La estación climática de Chinandega reporta que según las observaciones en los años 1971-95, las precipitaciones fueron 1883,4 mm, en León - 1487,2 mm y en Corinto - 1842 mm.

El territorio con la altura más de que 500 s.n.m. hasta 1500 s.n.m. pertenece a la zona subtropical donde la temperatura lluviosa dura 7-8 meses. La precipitación anual oscila entre 1500 y 2500 s.n.m. La temperatura promedio anual es de 22 a 27 grados. A menudo hay muchas nubes en esta zona. Solamente la cumbre del volcán San Cristóbal pertenece a la zona pre-montal encima de los 1500 m de altura.

Tormentas tropicales y huracanes presentan el peligro de precipitaciones muy intensas.

El “basamento impermeable” lo constituyen las ignimbritas de la Formación Tamarindo del Mioceno Tardío, el acuífero está contenido en los depósitos aluviales y piroclastos Cuaternarios y en menor grado por flujos de la Formación Las Sierras del Pilo-Pleistoceno (200 mil a 1.6 millones de años atrás).

La Formación Tamarindo, por su baja permeabilidad, constituye el límite hidrogeológico, o el basamento del agua subterránea del área donde se retiene el agua que infiltra en la zona alta o zona de mayor recarga, la cual está rellena mayormente por depósitos cuaternarios aluviales y piroclastos recientes no consolidados y, en menor grado, por flujos piroclásticos del Grupo Las Sierras.

La Formación Tamarindo además actúa en la zona costera como barrera al movimiento del agua subterránea hacia el mar. Naciones Unidas (1971) e INETER/MAGFOR (2000). En consecuencia, en el área existen dos sistemas de flujo, el primero es un sistema regional profundo, que se recarga en la cordillera volcánica

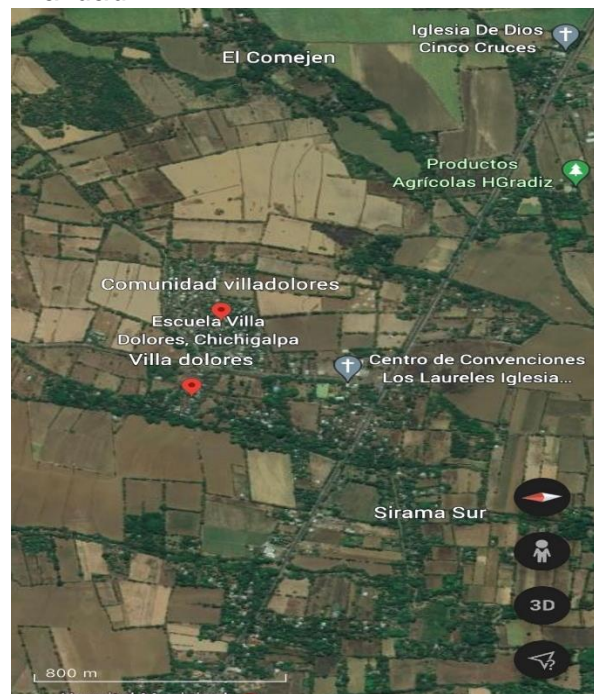
### 5.3 Vialidad

En el contexto de este proyecto es fundamental evaluar la vialidad de la carretera que conecta el camino donde se centra actualmente el estudio de la viabilidad para llevarse a cabo la ejecución del pavimento flexible del tramo.

La carretera en cuestión desempeña un papel crucial en el análisis de este tema, puesto que, el camino a pavimentar a través del proyecto sería la principal vía de acceso hacia el volcán San Cristóbal considerando también que este camino conecta con la carretera Panamericana.

**Figura 11**

*Vialidad*



Fuente: Google earth

## 5.5 Suministro y Seguridad

Como fuentes de suministro claves en la ejecución de este proyecto se consideró lo siguiente:

**Tabla 3**

*Suministro y seguridad*

Proveedor	Ferreteria	Numero	Direccion
Jose Luis Medrano	R.C.V	7834-5687	Esc. Laureles 350vrs al sur.
Antonio Pacheco	M.Z	8876-5655	Entr. Pellizco C. 550vrs al nor.
Argentina Lopez	L.D.F	8123-0987	Empl. Chichi. 600vrs al sur

Fuente: Elaboración propia

En caso de emergencia llamar a los siguientes números

**Tabla 4**

*Números de emergencia*

Jose Briceño (Bomberos)	7722-3549
Manuel Sandobal (Policia)	8767-3421
Reinaldo Centeno (Cruz Blanca)	8960-2501
Leticia Padilla (Hospital P.T.B.M)	7523-4423

Fuente: Elaboración propia

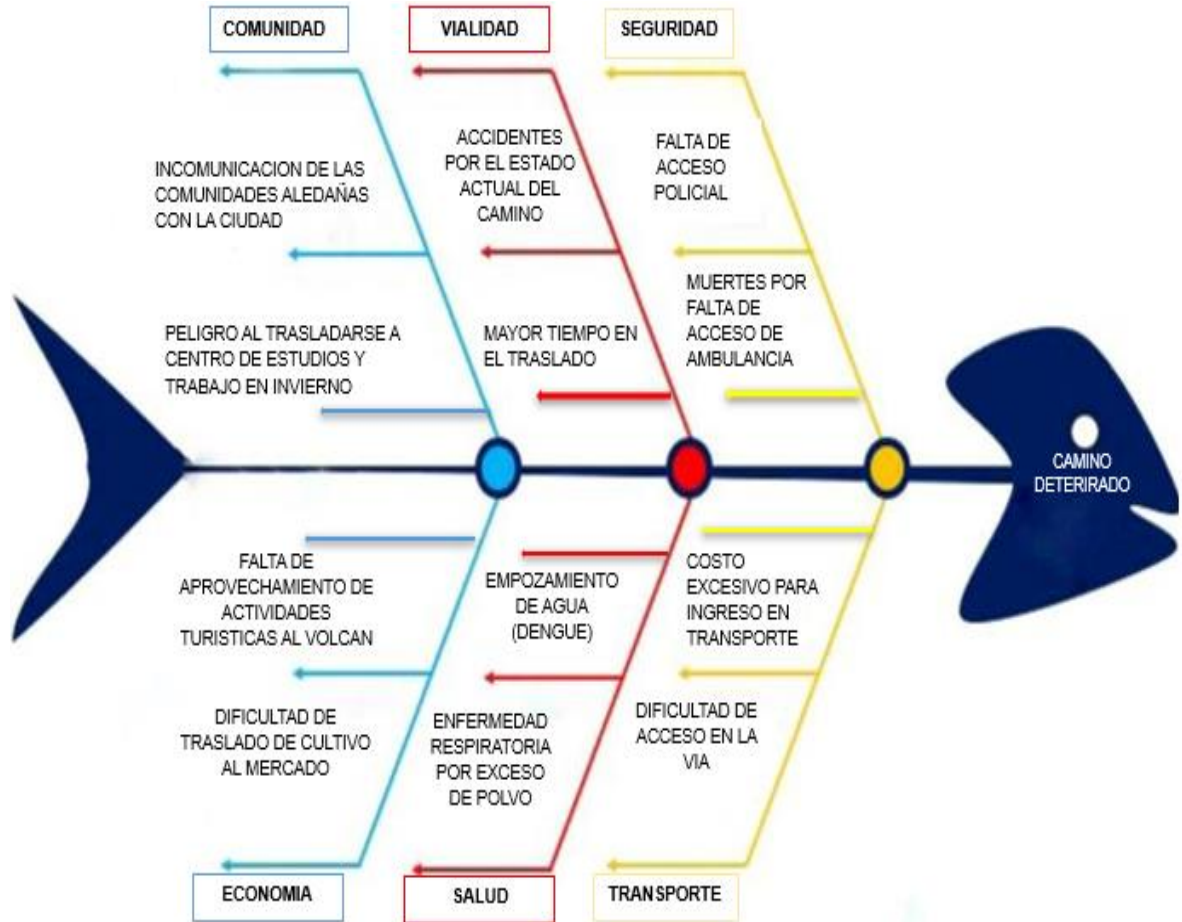
## CAPITULO VI ANALISIS DE LOS RESULTADOS

### 6.1- Análisis de estudios de ingeniería.

#### Diagnóstico situacional

Figura 12

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

## Topografía

En la zona de estudio que va desde la comunidad de Villa Dolores hacia las faldas del volcán San Cristóbal es de relieve inclinado en el estudio topográfico realizado en el sitio de estudio se encontró como resultados curvas de nivel mínima van desde 125 hasta las curvas de nivel máxima de 220 con una pendiente del 43% en el tramo del camino ubicando su punto máximo a 142 mts sobre el nivel del mar.

### Figura 13

*Curvas de nivel*



Fuente: elaboración propia

## Geología

Por estudios realizados por INETER del 2008 se encontró que los suelos están derivados de ceniza volcánica, porosos, bien estructurados, con alta afinidad por la materia orgánica. Estos suelos varían en la profundidad efectiva, limitados por roca o lava consolidada conocida comúnmente como talpetate. La profundidad del suelo varía con la distancia desde el volcán, presentando suelos muy superficiales más cerca del volcán y profundos a mayor distancia.

La intensa actividad volcánica antigua y reciente, ha generado una extensa cubierta sedimentaria vulcano - aluvial en el área de la planicie, que está compuesta de guijarros, arenas y suelos limosos y arenosos; productos volcánicos cuaternarios,

efusivos y explosivos, de lavas, tobas, escorias y cenizas del complejo San Cristóbal; otros tipos de litologías más antiguas y alejadas son antiguos productos del volcanismo terciario, representado por lavas basálticas, tobas e ignimbritas dacíticas y riolíticas del grupo Coyoil e ignimbritas, tobas, brechas, riolita y acita de la Formación Tamarindo (Tmtm).

## 6.2 Análisis de Riesgos (según los identificados).

### Matriz de riesgo ambiental

Tabla 5

Matriz de riesgo ambiental

FACTORES														ACTIVIDAD X					
COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES			LIMPIEZA INICIAL	ROTULACION	TRAZO Y NIVELACION	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	MOVIMIENTO DE TIERRA	CARPETA DE RODAMIENTO	MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	SEÑALES VIALES PERMANENTES	LIMPIEZA Y ENGREGA FINAL	PROMEDIO POSITIVO	PROMEDIO NEGATIVO	PROMEDIO ARITMETICO	IMPACTO POR SUBCOMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOAL DEL PROYECTO	
				Abiótico	Físico	AGUA	AGUAS SUPERFICIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AGUA SUBTERRANEA	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CALIDAD DE AGUA SERVIDA	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SUELO	EROSION	-1	0		0	-1	-2	-2	-1	0	0	0	5	-9	-1				
	CALIDAD	1	0		0	-1	-1	2	-1	-1	1	0	4	8	-1				
		2						2											
ATMOSFERA	AIRE	2	0		0	2	1	1	0	0	0	0	4	-13	-31				
	RUIDO	-2	0		0	-3	-3	-1	0	-1	0	0	5	-18	-31				
		2	0		0	2	2	2	2	0	0	-2							
		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0							
biótico	biológico	FAUNA	ESPECIES EN EXTINCION	3	3	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	-31	160	
			MAMIFEROS	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	24	-11				
			AVES	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	-9				
	FLORA	DEFORESTACION	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7	-10	-31				
		UTILIZACION DEL TERRENO	3	2	0	0	1	1	1	1	1	1	7	-12					
		ZONAS VERDES	-1	-2	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	-1	7	-9	-31				
			2	2	0	0	1	1	1	1	1	1							
Socio económico	POBLACION	SALUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	25	25				
		GENERACION DE VECTORES	2	0	0	2	2	2	0	0	0	5							
	ECONOMIA	GENERACION DE EMPLEO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
		TURISMO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	27	0	45				
			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	45				
		COMERCIO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	27	0	45				
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5									

Fuente: Elaboración propia

### 6.3 Propuesta de diseño.

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

<b>PROYECTO:</b>	<b>DISEÑO DE 4.6 KM DE CARRETERA EN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO COMARCA VILLA DOLORES - VOLCAN SAN CRISTOBAL</b>
<b>ORGANISMO PROPONENTE:</b>	

**MÉTODO AASTHO – 93**

Es uno de los métodos más utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

**FORMULACIÓN DE DISEÑO**

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASTHO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASTHO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(M_r) - 8.07$$

**FORMULA GENERAL AASTHO**



Donde:	
SN	= Número Estructural
W18	= Tráfico (Número de ESAL´s)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
$\Delta$ PSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
Mr	= Módulo de Resilencia

## VARIABLES DEL DISEÑO

### NÚMERO ESTRUCTURAL (SN).

En base a este número estructural, se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo establecido en el proyecto.

## 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño

geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg<sup>2</sup>.

### **Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> Tránsito proyectado al año “n” en  
= veh/día.

T<sub>o</sub> Tránsito actual (año base o) en  
= veh/día.

Años del período de

n = diseño.

Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la

i = dinámica de crecimiento socio-económico (\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

### **1.2.- Determinación del tránsito existente.**



El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

- a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuará un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.
- b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.
- c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

### 1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)

ESAL's(W18)	900,000.
=	00
ESAL's(W18)	9.00E+05
=	

### 2.CONFIABILIDAD

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

**Cuadro 12.6**  
**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

**Cuadro 12.8**  
**Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)**  
**Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)**  
**Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15		>30'000,000	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

$$R (\%) = 80.00 \%$$

### 2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $Z_r$ ).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -0.842$$

### 2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO

( $S_o$ ):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado  $S_o$ , cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0.45

$$S_o = 0.450$$

### 4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI):

El Índice de Serviciabilidad Presente, es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.



ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

Po =	3.8
Pt =	2.0

$\Delta PSI =$	$Po - Pt$
----------------	-----------

$\Delta PSI$	1.80
=	

### 5. MÓDULO RESILIENTE (Mr)

El módulo resiliente es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual, para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO

CBR = 15 %
------------

144
57.3
Mr = 7 PSI



**Número  
Estructural  
requerido**

<b>2.45</b>
<b>SN = 0</b>

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

<b>14.603</b>	... <b>Ecuación I</b>
---------------	--------------------------

$$9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{1094} + 2.32 \text{Log}_{10}(M_r)$$

$$0.4 + \frac{5.19}{(SN+1)^{5.19}}$$

<b>14.604</b>	... <b>Ecuación II</b>
---------------	---------------------------

**NÚMERO ESTRUCTURAL  
(SN).**

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

SN	=	Número Estructural.
a <sub>1,2,3</sub>	=	Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.
d <sub>1,2,3</sub>	=	Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.



m <sub>2,3</sub>	=	Coeficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.
------------------	---	--

a <sub>1</sub> =	0.17	/cm
------------------	------	-----

a <sub>2</sub> =	0.052	/cm
------------------	-------	-----

a <sub>3</sub> =	0.047	/cm
------------------	-------	-----

### CALIDAD DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

m <sub>2</sub> =	1.15
------------------	------

m <sub>3</sub> =	1
------------------	---



Espesor de capa Superficial	<b>D1 =</b>	<b>5.00</b>	<b>Cm</b>
-----------------------------	-------------	-------------	-----------

Espesor de Base	<b>D2 =</b>	<b>15.00</b>	<b>Cm</b>
-----------------	-------------	--------------	-----------

Espesor de Subbase	<b>D3 =</b>	<b>15.00</b>	<b>Cm</b>
--------------------	-------------	--------------	-----------

<b>Número Estructural requerido</b>	<b>2.4</b>
<b>SN =</b>	<b>50</b>

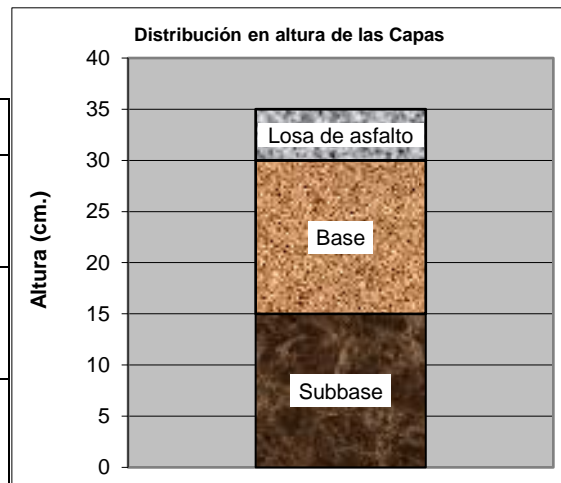
<b>Número Estructural calculado</b>	<b>2.4</b>
<b>SN =</b>	<b>52</b>

Comparando ambos "SN" **CUMPLE**

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

**Losa de C<sup>o</sup>  
Asfáltico  
Base  
Granular  
Subbase  
granular**

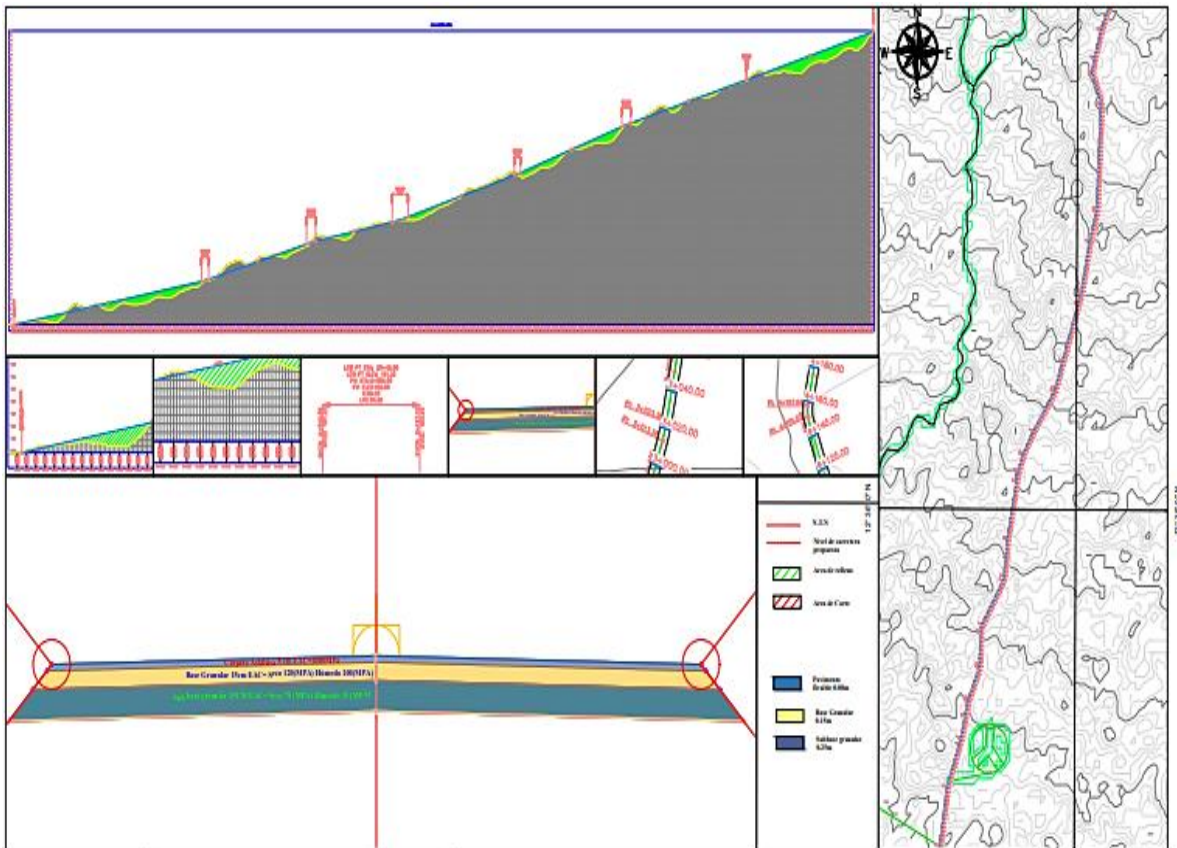
	Pulg.	Cm.
e=	3.14	8.00
e=	9	0
e=	5.90	15.0
e=	5	0
e=	9.84	25.0
e=		0



## Plano de la carretera

**Figura 14**

*Corte longitudinal*



Fuente: Elaboración propia



## 6.4 Presupuesto

Tabla 6

### Presupuesto

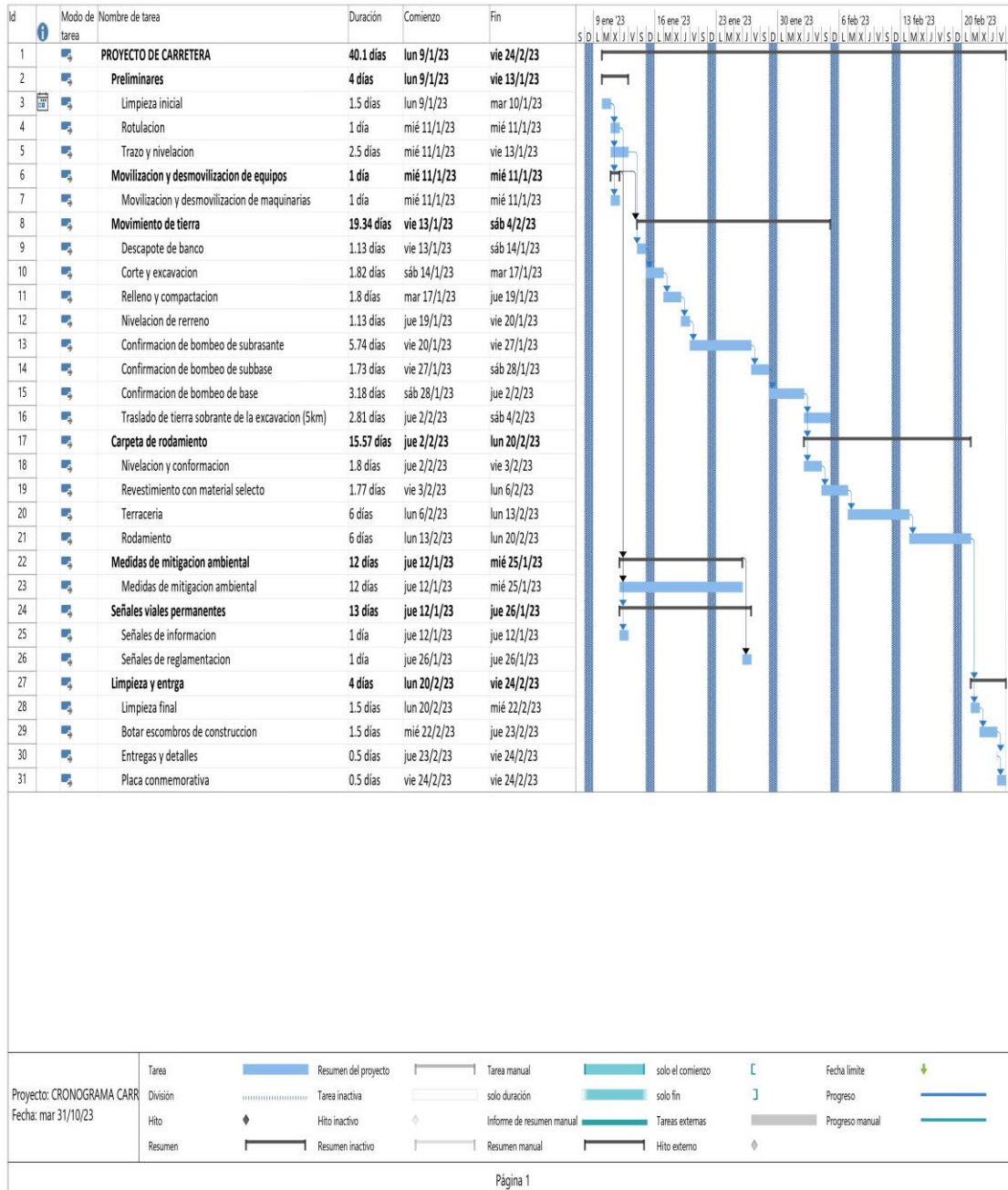
ITEM	DESCRIPCION	UM	CANTIDAD	Tiempo de Ejecucion (Dias)	Tiempo de Ejecucion (Horas)	COSTOS UNITARIOS						COSTO TOTAL					
						Mano de obra	Materiales	Transporte	Equipo	Subcontrato	Total	Mano de obra	Materiales	Transporte	Equipo	Subcontrato	Total
250	Preliminares	M2															C\$111,063.00
1	Limpieza inicial	M2	10800	1.13	9.00	C\$4,326.00	-	C\$2,000.00	C\$4,422.00	C\$4,422.00	C\$15,170.00	C\$9,733.50	-	C\$2,000.00	C\$79,596.00		C\$91,329.50
2	Rotulacion	GLB	1	-	-						C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00		C\$10,000.00
2.2	Trazo y nivelacion	M2	13200	1.125	9	C\$4,326.00	-	-	-	-	C\$4,326.00	C\$9,733.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00		C\$9,733.50
251	Movilizacion y desmovilizacion de equipos																C\$10,000.00
1	Movilizacion y desmovilizacion de equipos	GL	1	1	-												C\$10,000.00
260	Movimiento de tierra																C\$1,174,686.54
1	Descapote de banco	M2	10800	1.125	9	C\$1,802.50	-	C\$1,200.00	-	C\$4,326.00	C\$7,328.50	C\$4,055.63		C\$2,400.00		C\$77,868.00	C\$84,323.63
2	Corte y excavacion	M3	26399.84	1.825	14.6	C\$1,802.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$3,100.00		C\$6,579.13	C\$0.00	C\$0.00	C\$42,106.40		C\$48,685.53
3	Relleno y compactacion	M3	9553.45	1.8	14.4	C\$1,802.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$2,500.00	C\$7,186.50	C\$6,489.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$41,529.60	C\$72,000.00	C\$120,018.60
4	Nivelacion de terreno	M3	3960	1.125	9	C\$1,802.50	C\$1,500.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$2,500.00		C\$4,055.63	C\$3,375.00	C\$0.00	C\$25,956.00		C\$33,386.63
5	conformacion de bombeo de subrasante	M3	15000	5.749885	46.00	C\$1,802.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$3,100.00	C\$7,786.50	C\$20,728.34	C\$0.00	C\$0.00	C\$132,661.35	C\$285,194.30	C\$438,583.99
6	conformacion de bombeo de subbase	M3	10120	1.73	13.87	C\$1,802.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$3,100.00	C\$7,786.50	C\$6,248.67	C\$0.00	C\$0.00	C\$39,991.47	C\$85,973.33	C\$132,213.47
7	conformacion de bombeo de base	M3	13200	3.18	25.42	C\$1,802.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$3,100.00	C\$7,786.50	C\$11,455.89	C\$0.00	C\$0.00	C\$73,317.69	C\$157,617.78	C\$242,391.36
8	Traslado de tierra sobrante de la excavacion (5km)	M3	18502.06	2.814535	22.52	C\$1,802.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,884.00	C\$1,500.00		C\$10,146.40	C\$0.00	C\$0.00	C\$64,936.95		C\$75,083.35
910	Carpetas de rodamiento																C\$828,449.38
1	nivelacion y conformacion	M2	840	1.8	14.4	C\$1,802.50		C\$1,000.00	C\$2,120.00	C\$3,100.00	C\$8,022.50	C\$6,489.00	C\$0.00	C\$28,800.00	C\$0.00	C\$89,280.00	C\$124,569.00
2	Revestimiento con material selecto	M2	546	1.779556	14.24	C\$500.00	C\$1,500.00	C\$1,500.00	C\$4,326.00	C\$3,100.00	C\$10,926.00	C\$5,338.67	C\$5,338.67	C\$42,709.33	C\$123,173.72	C\$0.00	C\$176,560.38
3	Terraceria	M2	7000	6	48	C\$250.00	C\$260.00	C\$500.00	C\$0.00	C\$36.80	C\$1,046.80	C\$1,500.00	C\$1,560.00	C\$3,000.00	C\$0.00	C\$257,600.00	C\$263,660.00
4	Rodamiento	M2	7000	6	48	C\$250.00	C\$260.00	C\$500.00	C\$0.00	C\$36.80	C\$1,046.80	C\$1,500.00	C\$1,560.00	C\$3,000.00	C\$0.00	C\$257,600.00	C\$263,660.00
236	Medidas de mitigacion ambiental																C\$8,000.00
1	Medidas de mitigacion ambiental	GL	1	-	0												C\$8,000.00
291	Medidas de mitigacion ambiental																C\$12,000.00
1	Señales viales permanentes	C/U	10	-	0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$4,000.00
2	Señales de informacion	C/U	10	-	0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$4,000.00
3	Señales de reglamentacion	C/U	10	-	0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$4,000.00
300	Limpieza y entrega																C\$22,250.00
1	Limpieza final	GL	1	-													C\$10,000.00
2	Botar escombros de construccion	M3	17956.06	1.50													C\$2,250.00
3	Entregas y detalles	GLB	1	-													C\$2,000.00
4	Placa conmemorativa	C/U	1	-													C\$8,000.00
	<b>COSTOS DIRECTOS</b>																<b>C\$ 2,156,448.92</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.5 Cronograma de ejecución

Figura 15

Cronograma de ejecución



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Al finalizar este documento que corresponde al proyecto técnico se puede evidenciar el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del proyecto, así como ejecutado los análisis de ingeniería pertinentes, se concluye que el diseño de la vía prácticamente se asemeja a los demás problemas del país, basándose en el mejoramiento de caminos tanto en el sector urbano como del sector rural, por lo tanto, esto obliga a adecuarse en lo posible a la ruta establecida.

Por ello y los costos requerido se hizo uso de criterios propios de diseños en conjunto con las normativas AASHTO 93, generando un diseño adecuado y viable que permite la ejecución de la misma. El procedimiento de diseño del pavimento según AASHTO-93 incluye los siguientes conceptos: módulo de resiliencia de la subrasante, el factor de confiabilidad y extensión de los coeficientes de equivalencia por el tráfico y el número de estructural SN. Después de analizar y procesar la información obtenida para el desarrollo de este trabajo se presentan las siguientes conclusiones.

- Se realizó una visita de campo en la que se hizo en diagnóstico del sitio, con el fin de poder determinar las características físico – mecánicas de los materiales de la subrasante.
- Analizados los resultados alcanzados se procedió a presupuestar y elaborar el cronograma de ejecución.
- Los espesores de pavimento fueron calculados con la hoja Excel, en donde los datos y ecuaciones fueron sustentado en la metodología AASHTO 93, y los valores obtenidos a través de este, para resistir los efectos de carga de diseño en base a los datos analizados fueron:
  - Sub base: 25 cm
  - Capa base: 15 cm
  - Capa de asfalto: 8 cm
  - Se logró una estructura de pavimento de 4.6 km en total



Como resultado del análisis de las variables que influyen el crecimiento del tránsito, se propuso la tasa de crecimiento. Al procesar los datos de conteo vehicular realizado en un periodo de una semana desde las 7am a 5pm se obtuvo un total de 1100, siendo el vehículo liviano con un 80% que más transita por este tramo.

## CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

### A la empresa a cargo de la ejecución del Proyecto:

- Es de suma importancia que la empresa a ejecutar el proceso de construcción respete los valores y consideraciones plasmadas en el diseño, como por ejemplo garantizar que se cumplan los espesores de las capas de la estructura de pavimento ya que de esto dependerá la confiabilidad y vida útil de la vía.
- Garantizar que la resistencia de la base no sea menor que la estipulada en el diseño, así mismo que la superficie esté libre de impurezas para lograr una buena adherencia con la mezcla asfáltica antes de la colocación
- Cumplir con los espesores por cada capa calculados de manera que no sean menor a los establecidos en el diseño.
- Realizar una buena compactación en la preparación del terreno tanto en la base como en la sub-rasante, para que no se generen deformaciones o hundimientos en la superficie de rodadura.

### A la alcaldía municipal de Chichigalpa:

Es recomendable que las instituciones pertinentes realicen conteos vehiculares periódicos, para garantizar el adecuado uso y mantenimiento que se le debe dar a la vía, y esta se comporte conforme al diseño y no incremente considerablemente su serviciabilidad.

- Se recomienda dar mantenimiento rutinario a la carretera cuando se presenten zonas inestables que interrumpan con la seguridad y el confort que ofrece la carretera, estando acorde con la última versión del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras.
- Supervisar a la empresa a cargo de la ejecución del proyecto en el momento de la construcción y verificar que se cumpla con cada criterio establecido en el diseño.



**AI MTI:**

- Las autoridades correspondientes deberán tener un mayor control sobre el peso de los vehículos, de lo contrario esto afectara la estructura del pavimento, porque los coeficientes con los cuales fue diseñado no serán los mismos, por eso es recomendable evitar el tránsito de vehículos con sobrecargas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Informes:

- Estudio de tránsito del tramo Proincasa – Cofradía efectuado por Corea y Asociados (CORASCO S.A).
- Estudio de suelo del tramo Proincasa – Cofradía efectuado por Corea y Asociados (CORASCO S.A).

### Tesis Consultadas:

- Ing. Ligia Guadalupe Chavarría, Ing. Claudia Delfina Guevara. Diseño De Pavimento Rígido del Tramo Matagalpa – Los Lipes (Tesina).
- Ing. Hania Esquivel Mercado Ing. Tania Cruz Martínez. Diseño de pavimento flexible San Antonio – San Gregorio, Diriamba.
- Br. Elisa Hernández Guevara. Br. Claudia Corrales Gutiérrez. Diseño de pavimento flexible del tramo Las Flores – Monimbo.
- Ing. Baraquiel Zeledón Pérez. Diseño de pavimento flexible de 2.84 km en calle entre los barrios 20 de mayo y Cuatro Esquinas de la ciudad de Jinotega.

### Páginas Web:

- Banco Central de Nicaragua. BCN, [http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/economicas\\_anuales/principales\\_indicadores\\_macroeconomicos/indicadores/NIC\\_2.htm](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/economicas_anuales/principales_indicadores_macroeconomicos/indicadores/NIC_2.htm)

### Documentos en PDF:

- Raúl Leclair Consultor, SIECA, 2001. Manual Centroamericano de normas para El Diseño Geométrico de las Carreteras regionales.
- Ing. Jorge Coronado Iturbide Consultor, SIECA 2002. Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.




- American Association of States Highway and transportation, (AASHTO - 93). AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.
- Alfonso Montejo Fonseca, 2001. Ingeniería de pavimentos para carretera.
- (2014, MTI Red Vial de Nicaragua).
- AASHTO93. (s.f.). Método AASHTO 93 Para el Diseño de Pavimento Rígido.
- Estados Unidos.
- (s.f.). ALCALDIA DE MANAGUA 2015.
- Association, P. C. (2002 Potrland Cement Association). Diseño y control de Mezclas de concreto.
- Civilgeeks. (2015). Manual de Diseño de Pavimentos Rígidios.
- Fonseca, A. M. (1998). Ingeniería de Pavimentos (Vol. 2).
- (2015). Manual WINPASS 1.0.4.
- MTI. (2009). Manual para la revisión de Diseños de Pavimentos.
- MTI. (2014). Anuario Estadístico de Transporte.
- MTI. (2015). Red Vial de Nicaragua. Nicaragua.
- Rondón, H. A. (2015). Pavimentos Materiales de construcción y diseño.
- SIECA. (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos Rígidios.

### ANEXOS O APENDICES

**Figura 16**

*Aforo vehicular*

		DISEÑO DE CUATRO PUNTO SEIS (4.6) KM DE CARRETERA EN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO COMARCA VILLA DOLORES - VOLCAN SAN CRISTOBAL										REVISION 0	
		AFOROS VEHICULARES											
Fecha (D.M.A.): 15-09-23 Estación de Aforo: _____													
Condición Climática: _____ Movimientos Aforados: _____													
Aforador: Ariadna Aguilar - Hassily Silva _____													
Coordinador: _____ Hora de Inicio: 7:00 am. Hora Final: 5:00 pm.													
Periodo	Carreton	Moto triciclo	Bicicleta	C-2P	C-2G	C-34	C-5	C-6	Peaton	Motocicleta	OBSERVACION		
7:00-7:15	6		15	10						15			12
7:15-7:30	1		5	3							5		
7:30-7:45	1		3							3	7		
7:45-8:00	2		9	5							4		
8:00-8:15	1		11								1		
8:15-8:30		2									1		
8:30-8:45		2	1	7			1			3	1		
8:45-9:00			1						2		5		
9:00-9:15			1	2	4								
9:15-9:30							1		2				
9:30-9:45			1	6									
9:45-10:00	1		2	2									
10:00-10:15			1	4	3								
10:15-10:30			1	3	2			1			4		
10:30-10:45			2	1		2					3		
10:45-11:00			1	3				1			6		
11:00-11:15			6								4		
11:15-11:30			2	5		1					7		
11:30-11:45			6	12							7		
11:45-12:00		2	6	3		1			3		1		
12:00-12:15			3	9	4						5		
12:15-12:30			2	2	5						2		
12:30-12:45			1	2	2	1					1		
12:45-1:00			3	1							2		
1:00-1:15			1	1							2		
1:15-1:30			2	1			3				2		
1:30-1:45			4	1				4			3		
1:45-2:00	2		1	6	2				1		4		
2:00-2:15			4	4							2		
2:15-2:30			1	4	2		1				5		
2:30-2:45			1		2						5		
2:45-3:00	1		1	5	3						4		
3:00-3:15								1	3		2		
3:15-3:30	1		1			2					3		
3:30-3:45			1								4		
3:45-4:00						2					1		
4:00-4:15				3	5								
4:15-4:30	1		1	2		1		1					
4:30-4:45	2		2	4							4		
4:45-5:00	1		1	10					1				
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>142</b>	<b>95</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>119</b>		

Fuente: Elaboración propia  
Encuesta Analítica

¿Con que frecuencia circula por esta vía?

**Tabla 7**

*Pregunta # 1*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
Valido Frecuentemente	26	86.7	86.7	86.7
Ocasionalmente	2	13.3	13.3	100.0
Total	30	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

¿Cuál es la principal causa para hacer uso de esta vía?

**TABLA 8**

*Pregunta # 2*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
Valido Trabajo	13	43.3	43.3	43.3
Estudio	9	30.0	30.0	73.3
Salud	4	13.3	13.3	86.7
Otros	4	13.3	13.3	100.0
Total	30	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

¿Qué medio de transporte usa habitualmente?

**Tabla 9**

*Pregunta # 3*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
Valido Privado	14	46.7	46.7	46.7
Publico	16	53.3	53.3	100.0
Total	30	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

**¿Qué tipo de vehículo utiliza para transportarse?**

**Tabla 10**

*Pregunta # 4*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido</b> Motocicleta	8	26.7	26.7	26.7
Auto	3	10.0	10.0	36.7
Triciclo	11	36.7	36.7	73.3
Otros	8	26.7	43.3	
<b>Total</b>	30	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

**¿Cómo Considera el estado actual de la vía?**

**Tabla 11**

*Pregunta # 5*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido</b> Bueno	6	20.0	20.0	20.0
Regular	11	36.7	36.7	56.7
Malo	13	43.3	43.3	100.0
<b>Total</b>	30	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

**¿Con que frecuencia se presentan problema en esta vía?**

**Tabla 12**

*Pregunta # 6*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido</b>	27	90.0	90.0	90.0
Frecuentemente	3	10.0	10.0	100.0
Ocasionalmente	30	100.0	100.0	
<b>Total</b>				

Fuente: Elaboración propia

¿Cree usted que es necesario mejorar esta vía de acceso?

**Tabla 13**

*Pregunta # 7*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido Totalmente de acuerdo</b>	30	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

¿Cree que la mejoría de esta vía de acceso es de importancia a la comunidad?

**Tabla 14**

*Pregunta #8*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido Totalmente de acuerdo</b>	17	56.7	56.7	56.7
<b>De acuerdo</b>	13	43.3	43.3	
<b>Total</b>	30	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

¿Cree usted que esta vía se puede mejorar?

**Tabla 15**

*Pregunta #9*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido Reconstrucción total</b>	30	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

¿Usted considera un riesgo su salud por la contaminación del aire durante el verano a causa del deterioro del camino?

**Tabla 16**

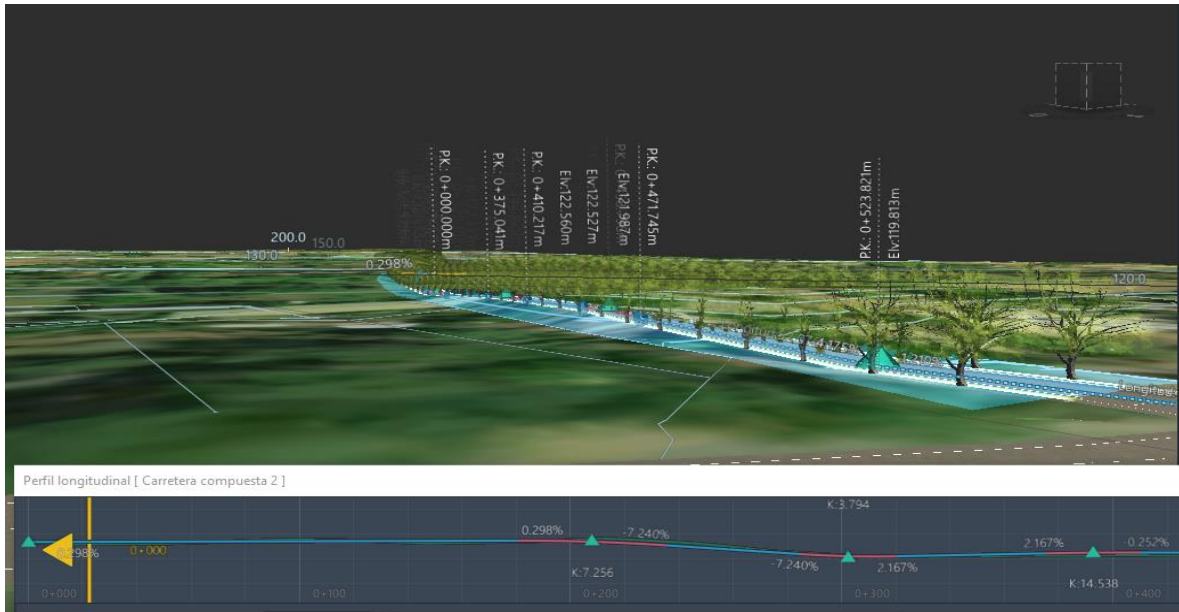
*Pregunta #10*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
<b>Valido Totalmente de acuerdo</b>	30	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

**Figura 17**

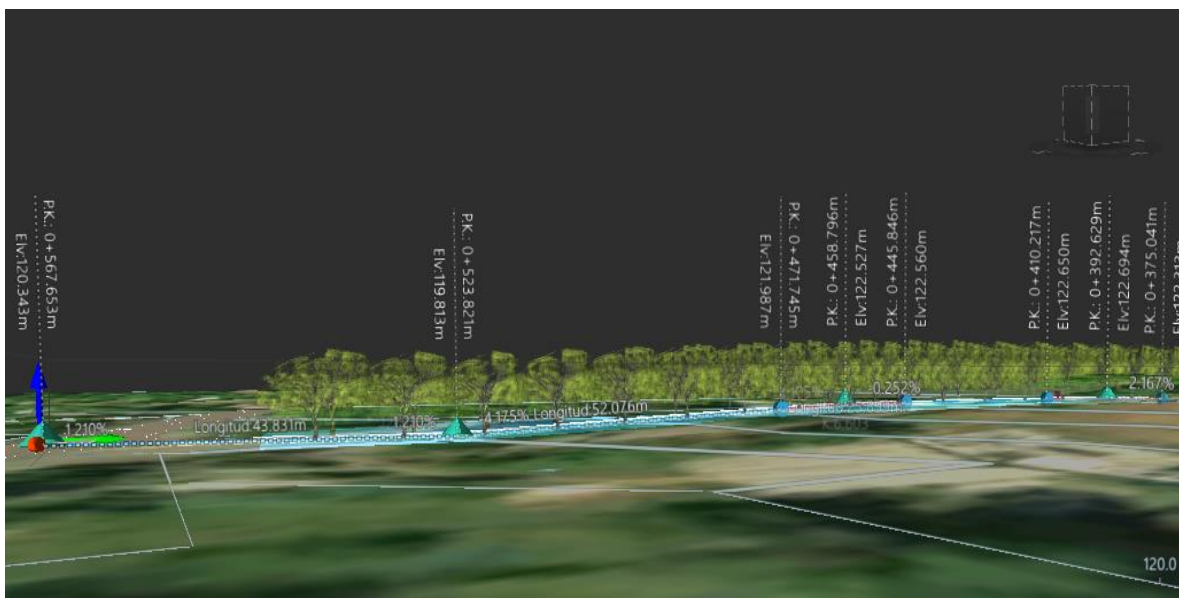
*Vista ingenieril*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 18**

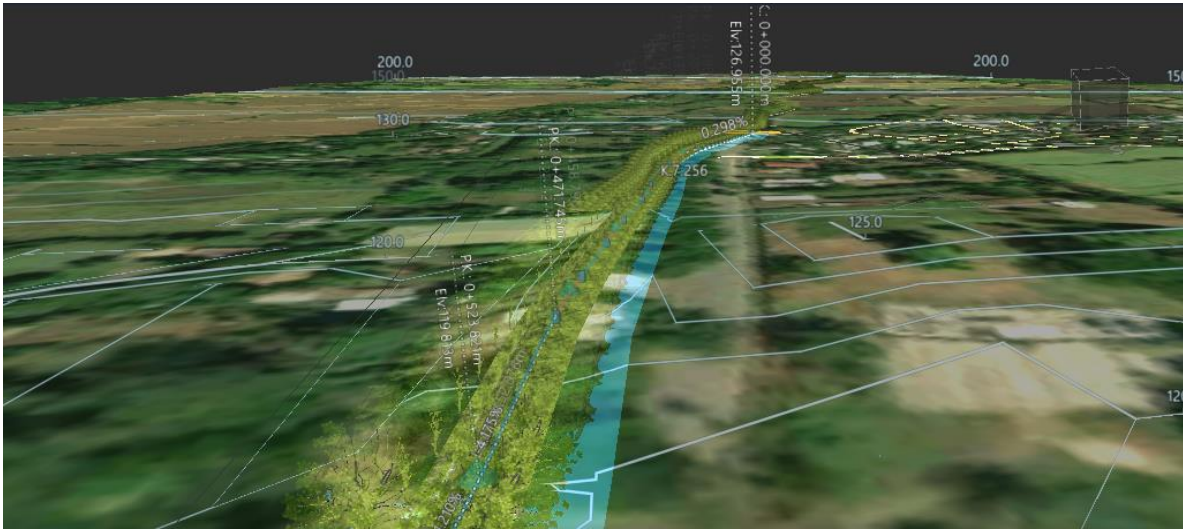
*Vista ingenieril- sección longitudinal del tramo de camino con pk)*



Fuente: elaboración propia

**Figura 19**

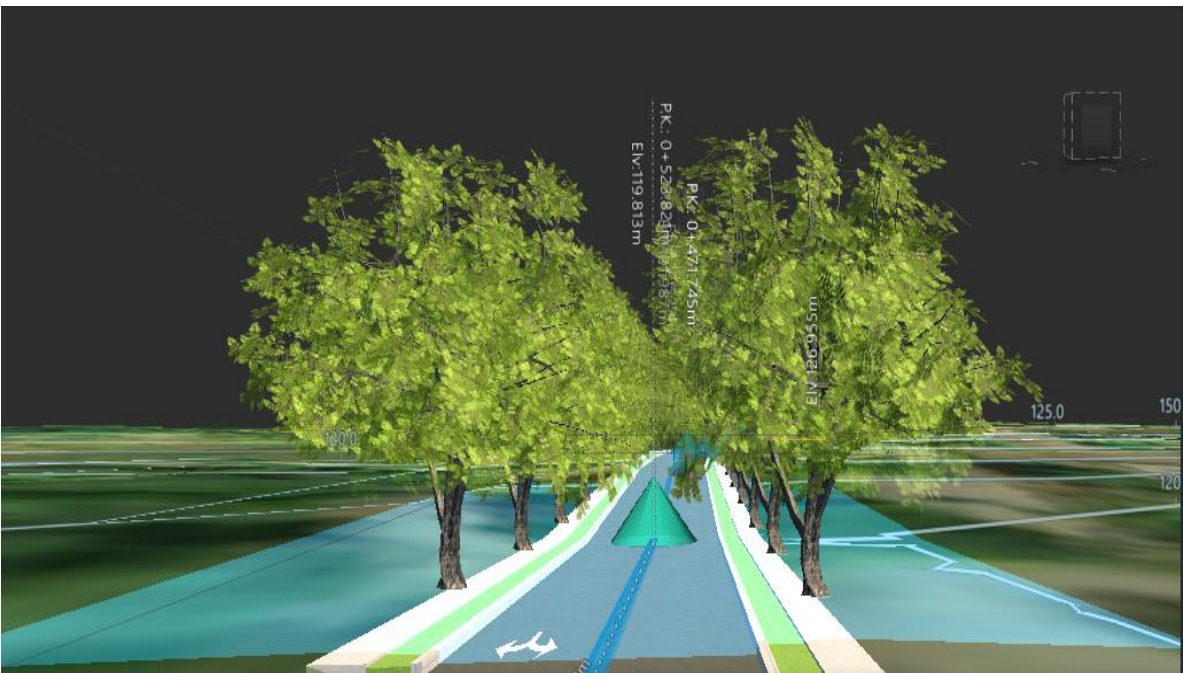
*Vista ingenieril (curvas de nivel)*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 20**

*Vista ingenieril (inicio del tramo de camino)*



Fuente: Elaboración propia

## Figura 21

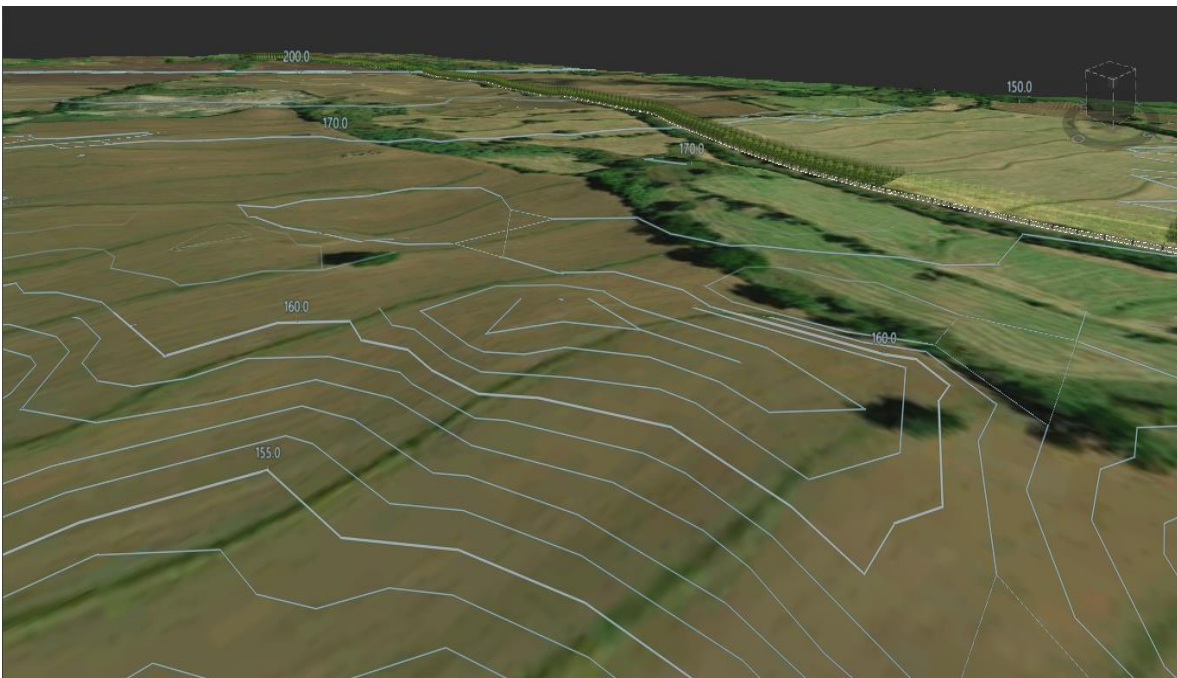
*Google Earth ubicación del camino*



Fuente: Elaboración propia

## Figura 22

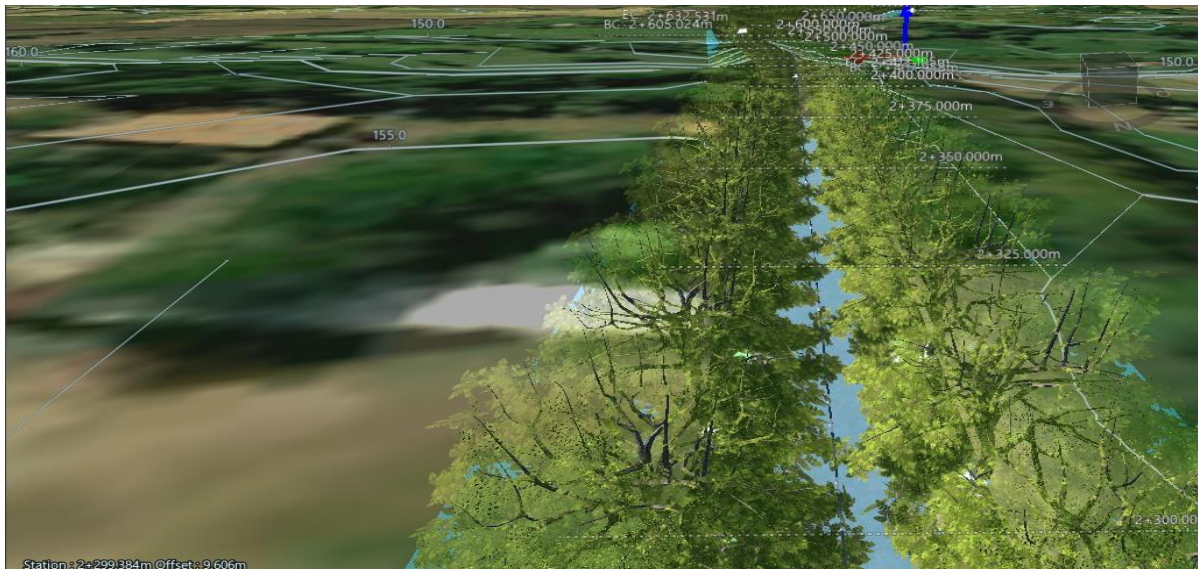
*Curvas de nivel sobre el terreno*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 23**

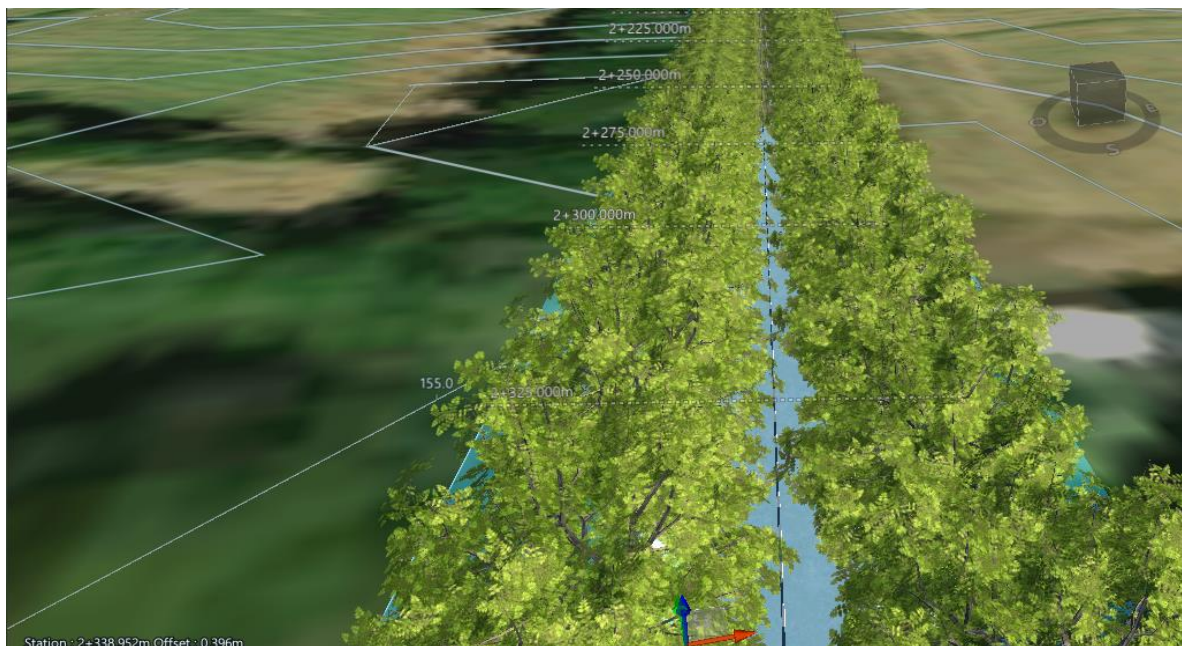
*Curvas de nivel*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 24**

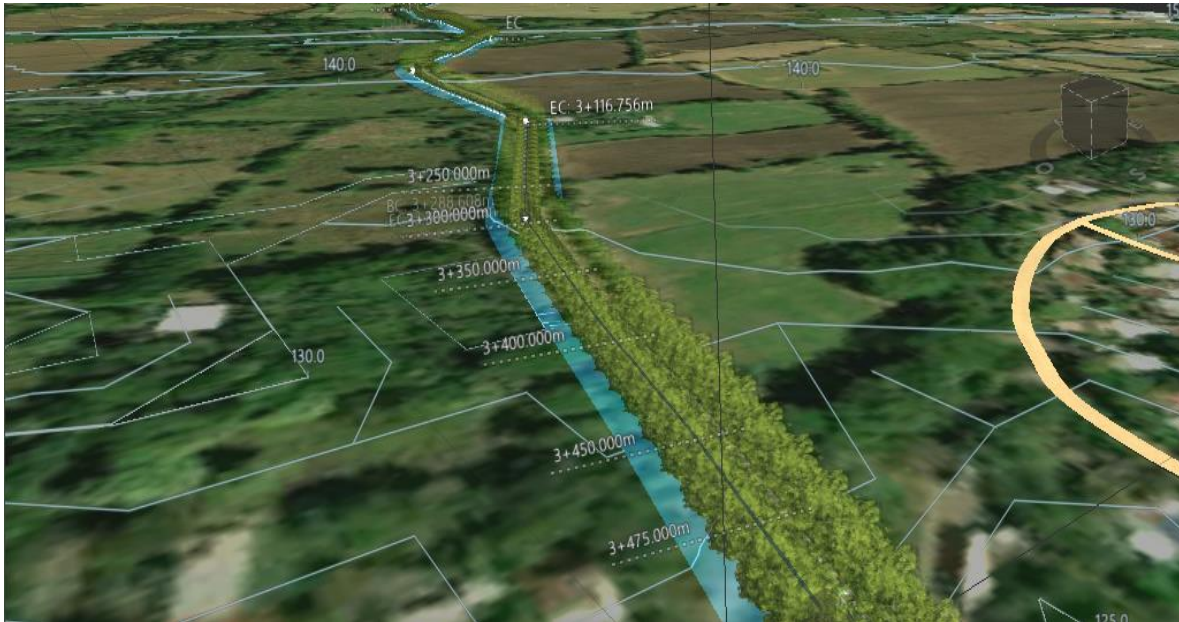
*Vista ingenieril- curvas de nivel*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 25**

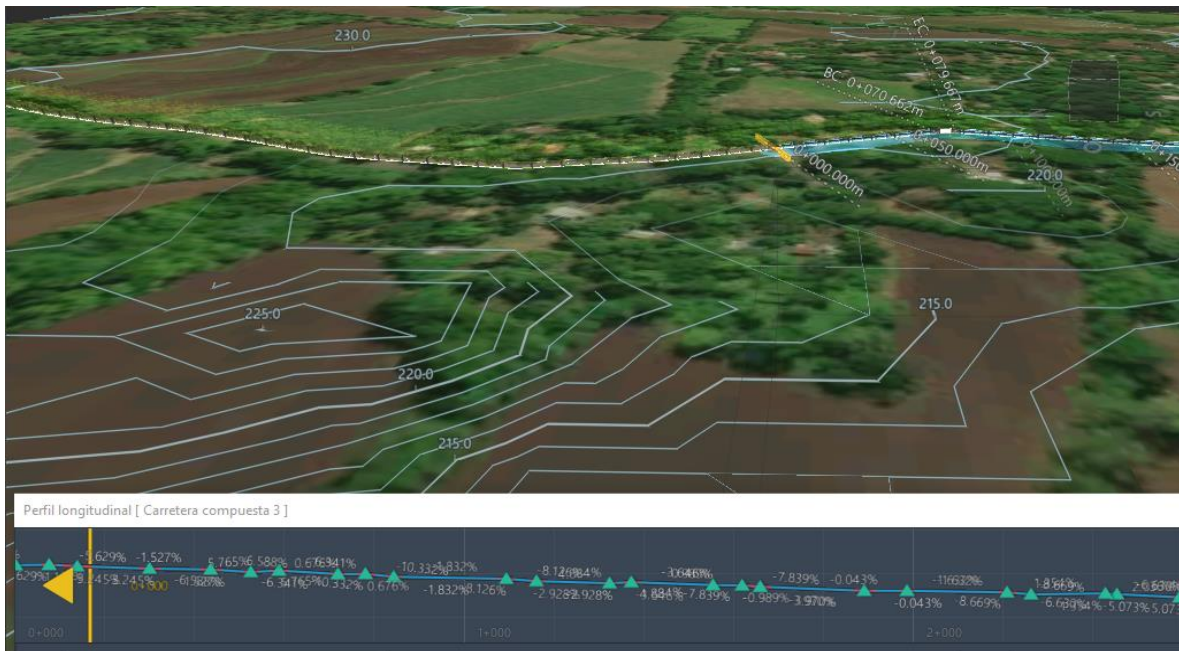
*Vista ingenieríl-puntos y elevaciones del terreno*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 26**

*Puntos y elevaciones del terreno*



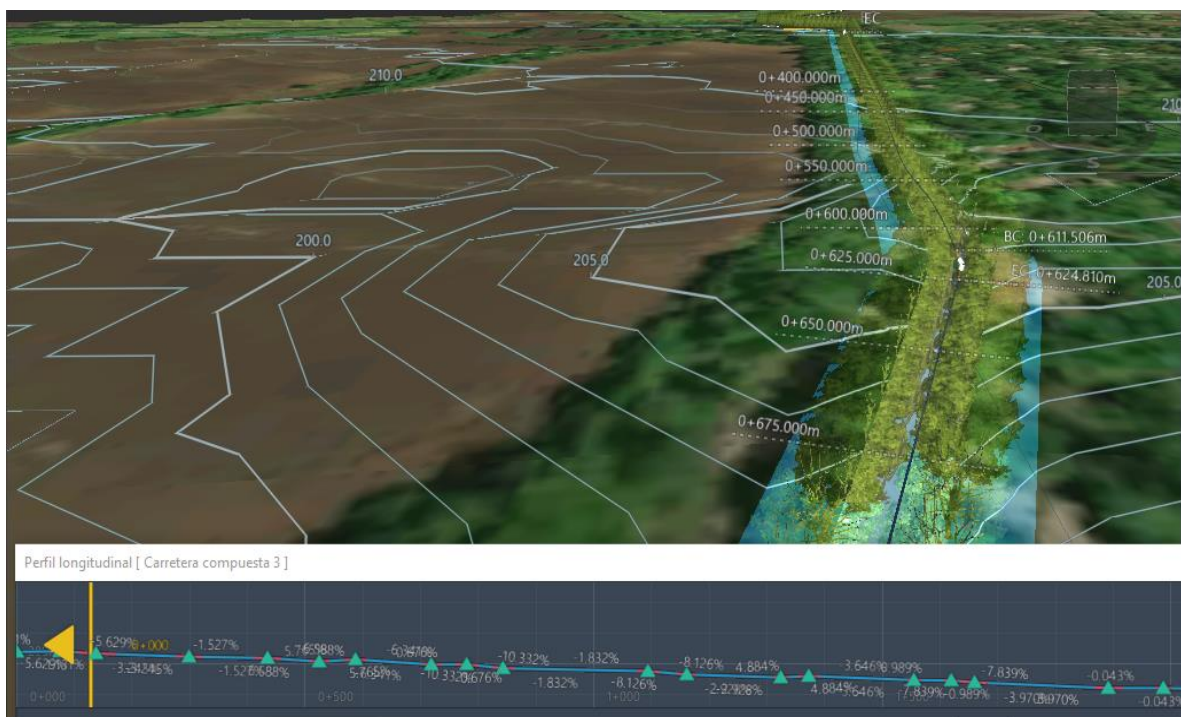
**Figura 27**

*Vista ingenieril. Curvas de nivel*



**Figura 28**

*Vista ingenieril (curvas de nivel)*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 29**

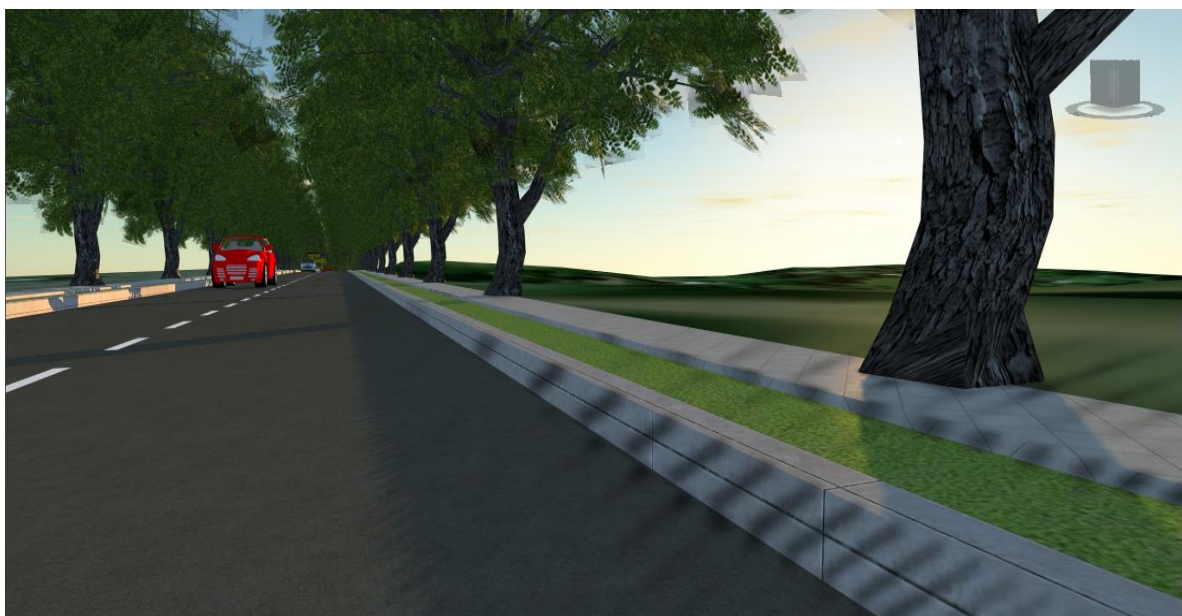
*Vista conceptual transporte*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 30**

*Vista conceptual*



Fuente: Elaboración propia

### Figura 31

*Vista conceptual- transporte*



Fuente: Elaboración propia

### Figura 32

*Visita de campo*



Fuente: Elaboración propia

### Figura 33

*Visita de campo*



Fuente: Elaboración propia

### Figura 34

*Cultivos*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 35**

*Transportes que circulan en el sitio*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 36**

*Visita al sitio*



Fuente: Elaboración propia