

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal Caserío  
Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura.**

---

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes.

Sub línea de investigación: Transportes.

**Autores:**

Chiroque Córdova, Elio Daniel.

Moreno Ucañani, Bianca Alessandra.

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Ramal Montejo, Rodolfo Alberto.

**Secretario** : Valdivieso Castillo, Krissia Del Fatima.

**Vocal** : Novoa Castillo, Oscar Walther.

**Asesor:**

Príncipe Reyes, Roger Alberto

Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0498-9544>

**PIURA - PERÚ**

**2023**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 2023 / 11 / 09**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal Caserío  
Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura.**

---

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes.

Sub línea de investigación: Transportes.

**Autores:**

Chiroque Córdova, Elio Daniel.

Moreno Ucañani, Bianca Alessandra.

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Ramal Montejo, Rodolfo Alberto.

**Secretario** : Valdivieso Castillo, Krissia Del Fatima.

**Vocal** : Novoa Castillo, Oscar Walther.

**Asesor:**

Príncipe Reyes, Roger Alberto

Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0498-9544>

**PIURA - PERÚ**

**2023**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 2023 / 11 / 09**

# Análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal Caserío Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>4%</b>	<b>4%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 1%



Dr. Principe Reyes, Roger Alberto.  
Docente Asesor  
Registro C.I.P. N°43516

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, ROGER ALBERTO PRINCIPE REYES, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal Caserío Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura”**, del (los) autor (es) Chiroque Córdova, Elio Daniel y Moreno Ucañani, Bianca Alessandra, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 04 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 02 de noviembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal Caserío Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Piura, 02 de noviembre del 2023




---

Chiroque Córdova, Elio Daniel.  
DNI: 71653929



---

Moreno Ucañani, Bianca Alessandra  
DNI: 75498700



---

PRINCIPE REYES ROGER ALBERTO  
DNI: 02805945  
Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0498-9544>

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, dedico esta investigación a Dios por permitir este momento tan importante de mi carrera profesional. En segundo lugar, a mis padres, por siempre brindarme su apoyo, el respaldo y cariño que todo hijo desea, por ser un ejemplo para mí, como personas y como profesionales. En tercer lugar, a mis hermanos por siempre estar presentes y ser un motivo para superarme. A mi enamorada por apoyarme, motivarme a cumplir mis objetivos y realizarme como persona, a mis familiares que siempre estuvieron presentes con su apoyo y confianza. Finalmente, A mi compañera, por su esfuerzo y dedicación sin los cuales no hubiese sido posible conseguir el objetivo.

Br. Elio Daniel Chiroque Córdova

Dedico la presente tesis principalmente a mi familia, quienes estuvieron a mi lado apoyándome para seguir creciendo profesionalmente, quienes me formaron a ser la persona que soy, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre ellos los que se incluye este. También se lo dedico a mis amigos de la facultad, los sacrificios en estos años valieron la pena. Adicionalmente, se lo dedico a mi compañero de tesis, empezamos juntos y terminamos juntos.

Br. Bianca Alessandra Moreno Ucañani

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de conseguir mis objetivos, por protegerme y darme salud a mí y a mis seres queridos.

Al Ingeniero Asesor, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Br. Elio Daniel Chiroque Córdova

Agradezco el apoyo que me otorgó el Ingeniero asesor y mi familia, han sido la pieza fundamental para consolidar nuestro proyecto.

Br. Bianca Alessandra Moreno Ucañani

## RESUMEN

La investigación busca analizar las características geométricas físicas del camino Vecinal entre el centro poblado Culebreros y El centro Poblado Cruz azul comparando con los parámetros establecidos en el manual “Diseño geométrico de Carreteras DG-2018), además se propone un diseño de afirmado como superficie de rodadura como propuesta de mejoramiento, la vía de estudio se ubica en el distrito de Santa Catalina de Mossa, Provincia de Morropón, Departamento de Piura.

Para la obtener las características e información física de la vía de estudio, se realizaron los siguientes estudios, Estudio topográfico, un estudio de mecánica de suelos y un estudio de tráfico, la data obtenida fue procesada mediante los softwares AutoCAD Civil 3D y Microsoft Excel. Posteriormente se procedió al análisis de la información mediante el manual “Diseño de Carreteras DG-2018” y Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

Se concluyó que de acuerdo al a las características topográficas de la vía se clasifica como terreno escarpado y como trocha carrozable debido a su IMDA, luego del análisis de comprobó que la vía de estudio no cumple en gran porcentaje con los parámetros establecidos por la DG-2018 sobre todo en la longitud de curvas verticales , por lo que se deberá realizar mantenimiento y colocar señalización adecuada con la finalidad de brinda seguridad al usuario de la vía, del diseño de afirmado se obtuvo que el espesor adecuado es de 15 cm, a excepción del tramo en el que CBR de la subrasante es pobre se deberá realizar un mejoramiento de subrasante sustituyendo el suelo existente con un suelo nuevo de CBR > 10% con un espesor de 25 cm sobre el cual se colocará un afirmado de 20 cm.

Palabras clave: Diseño Geométrico, trafico, características geométricas, CBR.



## ABSTRACT

The investigation seeks to evaluate the physical geometric characteristics of the neighborhood road between the Culebreros and Cruz Azul population centers, comparing with the parameters established in the manual "Geometric Design of Roads DG-2018), in addition to proposing a design of paved road surface as an improvement proposal, the study road is located in the district of Santa Catalina de Mossa, Province of Morropón, Department of Piura.

In order to obtain the characteristics and physical information of the study road, the following studies were carried out: a topographic study, a soil mechanics study and a traffic study. The data obtained was processed using AutoCAD Civil 3D and Microsoft Excel software. Subsequently, the information was analyzed using the manual "Diseño de Carreteras DG-2018" and Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

It was concluded that according to the topographic characteristics of the road, it is classified as steep terrain and as a roadbed due to its IMDA, after the analysis it was verified that the study road does not comply in great percentage with the parameters established by the DG-2018, especially in the length of vertical curves, Therefore, maintenance should be performed and adequate signage should be placed in order to provide safety to the road user, from the design of the pavement it was obtained that the appropriate thickness is 15 cm, except for the section in which the CBR of the subgrade is poor, an improvement of the subgrade should be performed by replacing the existing soil with a new soil of CBR > 10% with a thickness of 25 cm on which a pavement of 20 cm will be placed.

Key words: Geometric design, traffic, geometric characteristics, CBR.

## **PRESENTACION**

Señores Miembros Del Jurado:

Dando conformidad y cumplimiento de los requisitos establecidos en el Reglamento de grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento interno de la facultad de ingeniería para obtener el título profesional de ingeniero civil, ponemos a su disposición la presente tesis titulada:

“Análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal Caserío Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura.”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, apoyándonos en la información de otras investigaciones, y además con el asesoramiento del Ing. Roger Príncipe Reyes.

Consideramos señores miembros del jurado que con sus observaciones y recomendaciones este trabajo pueda mejorarse y contribuir a la difusión de la investigación de nuestra universidad.

Br. Elio Daniel Chiroque Córdova

Br. Bianca Alessandra Moreno Ucañani

## INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
PRESENTACION.....	v
INDICE .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	ix
INDICE DE GRÁFICOS .....	x
INDICE DE FIGURAS .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Problema de investigación.....	1
1.1.1 Realidad Problemática .....	1
1.1.2 Enunciado del Problema .....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.2.1 Objetivo general .....	1
1.2.2 Objetivos específicos .....	2
1.3 Justificación del estudio.....	2
1.3.1 Justificación práctica. ....	2
1.3.2 Justificación teórica. ....	2
1.3.3 <i>Justificación metodológica</i> .....	2
II. MARCO DE REFERENCIA .....	3
2.1 Antecedentes del estudio .....	3
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.3 Antecedentes Locales .....	7
2.2 Marco teórico.....	9

2.2.1	Manual de Carreteras: “Diseño Geométrico (DG–2018)” .....	9
2.2.2	Levantamiento Topográfico .....	22
2.3	Marco conceptual .....	22
2.3.1	Derecho De Vía.....	22
2.3.2	Índice Medio Diario Anual (IMDA) .....	23
2.3.3	Mantenimiento vial .....	23
2.3.4	Carretera .....	23
2.3.5	Transitabilidad .....	23
2.4	Sistema de hipótesis.....	23
2.4.1	Hipótesis.....	23
2.4.2	Variable .....	23
2.4.3	Cuadro de Operacionalización de Variables .....	24
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA .....	25
3.1	Tipo y nivel de investigación .....	25
3.1.1	Tipo de Investigación. ....	25
3.1.2	Nivel de Investigación .....	25
3.2	Población y muestra de estudio.....	25
3.2.1	Población.....	25
3.2.2	Muestra .....	25
3.3	Diseño de investigación.....	25
3.3.1	Diseño de Contrastación .....	25
3.4	Técnicas e instrumentos de investigación .....	26
3.4.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5	Procesamiento y análisis de datos .....	26
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	28
4.1	Análisis e interpretación de resultados .....	28

4.1.1	Datos Generales de la vía de estudio .....	28
4.1.2	Diseño Geométrico en Planta.....	36
4.1.3	Diseño Geométrico en Perfil.....	48
4.1.4	Diseño Geométrico de las secciones transversales .....	72
4.1.5	Diseño de Espesor de Afirmado.....	90
4.1.6	Estudio de tráfico.....	91
4.2	Docimasia de Hipótesis .....	102
CONCLUSIONES.....		103
RECOMENDACIONES .....		106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		107
ANEXOS .....		108

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pendientes Máximas (%) .....	16
Tabla 2: Anchos Mínimos de Calzada en Tangente.....	19
Tabla 3: Ancho de Bermas.....	21
Tabla 4: Operacionalización de Variables.....	24
Tabla 5: Pendientes transversales de la vía.....	28
Tabla 6: Pendientes longitudinales de la vía .....	31
Tabla 7: Espesor de la capa de afirmado.....	33
Tabla 8: Trafico semanal por tipo de vehículo.....	34
Tabla 9: Velocidad de Diseño por tipo de Orografía .....	35
Tabla 10: Elementos de las Curvas horizontales en Planta .....	36
Tabla 11: Verificación de la longitud en tramos en tangente.....	40
Tabla 12: Verificación de Radios Mínimos .....	44
Tabla 13: Pendiente de diseño y elemento del alineamiento vertical.....	48
Tabla 14: Verificación de la Pendiente del alineamiento vertical.....	54
Tabla 15: Pendientes de diseño y elementos de alineamiento vertical .....	62
Tabla 16: Ancho de Calzada y Bermas .....	72
Tabla 17: Bombeo .....	76
Tabla 18: Verificación de Peralte .....	87
Tabla 19: Conteo Vehicular.....	92
Tabla 20: Índice medio diario anual (IMDA) .....	94
Tabla 21: Trafico Actual por tipo de Vehículo.....	95
Tabla 22: Proyección de Trafico a 10 años.....	97
Tabla 23: Numero de Ejes equivalentes por tipo de eje.....	98
Tabla 24: Factor vehiculo para pavimentos flexibles semirigidos y afirmados .....	99
Tabla 25: Numero de ejes equivalentes por tipo vehiculo pesado .....	99
Tabla 26: Numero de repeticiones de ejes equivalentes.....	100

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Número de Vehículos por día. ....	93
---	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Simbología de la Curva Circular.....	14
<b>Figura 2:</b> Espesores según tipo de subrasante .....	101

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Problema de investigación

### 1.1.1 Realidad Problemática

Desde los inicios de historia, los caminos han servido como medios de comunicación y canales de comercio entre diferentes poblaciones, en la actualidad se han creado diferentes normas de diseño vial, con la finalidad de mejorar la transitabilidad de las vías, sin embargo, muchas de estas no son elaboradas bajo los parámetros que se encuentran en manuales vigentes. Según la estadística del Ministerio de transportes y comunicaciones referida a la Red Vial Existente del Sistema Nacional de Carreteras muestra que hasta el año 2021 el Perú cuenta con 29,579 km de vías pavimentadas y 146,010 km de no vías no pavimentadas ,de las cuales el 3% son de la Red Nacional, el 16% de la Red Departamental y el 81% pertenece a la Red Vecinal, en consecuencia en las zonas rurales, existen muchas áreas de difícil acceso, provocando que estas poblaciones no logren un desarrollo paralelo al del ámbito urbano.

En la región Piura el panorama es más desfavorable, ya que el porcentaje de caminos vecinales no pavimentados supera el 94% del total, esta problemática se presenta con mayor frecuencia en la sierra de la región, por lo que es común encontrarnos con precarias trochas, con grandes pendientes, curvas cerradas, calzadas angostas y taludes inestables, que ocasiona por ejemplo derrumbes los cuales generan el cierre de vías, siendo alguna de ellas el único medio de acceso.

### 1.1.2 Enunciado del Problema

¿Cuál es el análisis geométrico y diseño de afirmado para el camino vecinal Caserío Culebreros -Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Realizar el análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal caserío Culebreros - Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura.



## **1.2.2 Objetivos específicos**

**1.2.2.1** Realizar el estudio topográfico para determinar el trazo de la geometría.

**1.2.2.2** Elaborar los planos de cortes longitudinales y secciones transversales.

**1.2.2.3** Realizar un estudio de mecánica de suelos para realizar el análisis Geométrico.

## **1.3 Justificación del estudio**

### **1.3.1 Justificación práctica.**

Este proyecto pretende analizar geométricamente el camino vecinal del distrito de Santa Catalina de Mossa, aplicando a las normas peruanas vigentes, con el fin de garantizar la transitabilidad y otorgar seguridad a la población ubicada en la zona estudiada.

### **1.3.2 Justificación teórica.**

Se analizará geométricamente el camino vecinal con el fin de hacer una comparación de su trazado actual con respecto a los estándares delimitados por las normas peruanas vigentes. Pudiendo generalizar los resultados para su aplicación en caso se desee realizar un proyecto de infraestructura vial.

### **1.3.3 Justificación metodológica.**

Este proyecto propone corregir la infraestructura vial convencional de los caminos vecinales para garantizar que cualquier trabajo de mejora a una trocha previo al diseño no genere mayor modificación del trazado.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 Antecedentes del estudio

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**2.1.1.1** En investigaciones realizadas a nivel internacional, se encontró a Sani Allauca Diego Fernando, quién en su investigación desarrollada en la Universidad Técnica de Ambato de Ecuador, se obtuvo lo siguiente:

La presente investigación tiene como objetivo general realizar el “Diseño Geométrico de la Vía Shuyo – Pinllopata en el tramo Km 8 + 000 - 12 + 000, perteneciente a los cantones Pujilí y Pangua de la provincia de Cotopaxi” (Sani, 2020, p. 56).

Para el desarrollo de la investigación se realizó con un primer reconocimiento en el sector de Shuyo Chico, del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. El segundo paso, consta de la instalación del personal en el sector Shuyo Chico (Km 2+400), trasladándose una vez por día al Km 9+150 de vía desde las 7:00 am con el propósito de realizar el censo vehicular durante 12 horas en intervalos de 15 minutos según la normativa de diseño geométrico dictada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. En el tercer paso, se realizó la instalación de mojones y estacas a cada 1000 m, se realizó la fotogrametría por medio de drones topográficos desde el Km 8+000 hasta el Km 12+000. Por último, con la recopilación de datos, se procedió con los trabajos de oficina que incluyen el plano topográfico con escala 1:2500, planos de diseño geométrico en planta, vertical y transversal a escala 1:1000. (Sani, 2020, p. 17).

Como resultado se obtuvo que estudio topográfico se describe vía con un relieve montañoso. Del diseño geométrico horizontal, una velocidad de diseño de 40 Km/h, 40 metros para distancias de visibilidad para parada y en curvas 40 metros para radios mínimos. Del diseño vertical, la gradiente longitudinal excede el valor permisible, con gradientes longitudinales máximas de 8.24%. Para el diseño transversal, la calzada que se utilizó fue de 6.7 metros, con bombeo transversal de 50% espaldones de 1.00 metro y también un metro de ancho las cunetas. (Sani, 2020, pp 66-90)

De los resultados obtenidos la investigación concluye que “la vía se clasifica como una vía colectora de cuarto orden para una vida útil de 20 años. Del diseño geométrico vertical se obtuvieron valores óptimos según la clasificación” (Sani, 2020, p. 90).

**2.1.1.2** En investigaciones realizadas a nivel internacional, se encontró a Martínez Omar, Hernández Brian, quién en su investigación desarrollada en la Universidad Nacional De Colombia, se obtuvo lo siguiente:

La presente investigación tiene como objetivo general conocer “la relación entre los lineamientos de diseño geométrico y la accidentalidad en la vía Manizales – Neira” (Martínez, 2017, p. 18).

Para el desarrollo de la investigación se analizaron los accidentes de tránsito ocurridos en el corredor vial Manizales - Neira, a partir de las bases de datos existentes en las instituciones obteniendo el inventario clasificado por gravedad. En segundo lugar, al identificar el tramo con mayor incidencia de accidentes, se realizó una verificación del cumplimiento de los parámetros geométricos de la vía objeto de estudio, expuestos en el Manual de Diseño Geométrico Colombiano. En tercer lugar, se realizó la comparativa entre la frecuencia de accidentes con las características geométricas del tramo, mediante los softwares Civil 3D y Microsoft Excel. Indispensable efectuar las visitas de campo con el fin de situar los puntos donde se producen los accidentes, y elaborar un registro fotográfico.

Como resultado se obtuvo que la vía basada en sus características orográficas y funcionalidad es un corredor vial Secundario y Montañoso, determinando en tramos homogéneos por una velocidad de diseño de 40 km/h. El Km 0+000 presentan mayores números de accidentes en la vía, 7 en total, de los cuales 4 colisiones presentaron daños y 3 lesionados. Los puntos del Km 1+000 y Km 1+200, según su geometría, se encuentra dentro de los parámetros de la norma, sin embargo, en ambos puntos se ha registrado 9 accidentes, en el Km 6+000 se localiza una curva convexa de 15 m de longitud la cual no cumple con el criterio de operación dado que este establece que el valor mínimo sea de 24 metros, con la finalidad de impedir el cambio repentino de pendientes. (Martínez, 2017, pp 52-76)

De los resultados obtenidos la investigación concluye que los puntos críticos delimitados, son líneas rectas contiguas a curvas circulares de radio menor al mínimo establecido por el Manual de Diseño Geométrico, que pueden afectar la variación de la velocidad del usuario y la seguridad de los medios de tránsito. (Martínez, 2017, pp 77-80)

## **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

**2.1.2.1** En investigaciones realizadas a nivel nacionales, se encontró a Córdova Alvarado Jordyn Bagner, quién en su investigación desarrollada en la Universidad Nacional De Cajamarca, se obtuvo lo siguiente:

La presente investigación tiene como objetivo general analizar las “Características Geométricas de la carretera, Cruce Tamborillo, Caserío Huaranguillo, El Faique, Santa Fe, Distrito de San José del Alto, Provincia de Jaén –Cajamarca, de acuerdo con las normas de diseño geométrico” (Córdova, 2019, p. 4).

Para el desarrollo del estudio se realizó el estudio de tráfico Vehicular mediante el uso de fichas de conteo vehicular y la comprobación de los peraltes medidos con eclímetro en las curvaturas de dicha carretera. Luego se procesó los datos en el Programa Civil 3D de manera detallada haciendo el análisis y comparación de las características geométricas obtenidas en Planta, Perfil y Secciones Transversales. Como parte del Análisis documental, se analizarán las funciones y parámetros de acuerdo a lo establecido en la Guía de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018 vigente. (Córdova, 2019, p. 7).

Como resultado se obtuvo que describen a la vía como Carretera Trocha Carrozable por tener un tráfico menor a 200 veh/día, según su orografía la carretera se clasifica como accidentada, ya que tiene pendientes transversales que oscilan entre el 51% y 100%, se eligió un camión simple como vehículo de diseño conformado por 2 ejes de (C2), la velocidad de diseño obtenida del estudio de tráfico es de 30 Km/h, del análisis geométrico se obtuvo que el 93% de los tramos en tangente no cumplen. El 53% de los radios evaluados cumple con la norma. El ancho de corona cumple en el 86% de las secciones evaluadas. El 42% de las curvas cumplen con el peralte, mientras que el 10% no será necesario emplear un peralte de acuerdo a los criterios del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (Córdova, 2019, pp 52-149)

De los resultados obtenidos la investigación concluye “la carretera no garantiza un adecuado tránsito Vehicular de acorde con la norma actual del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)” (Córdova, 2019, p. 150).

**2.1.2.2** En investigaciones realizadas a nivel nacionales, se encontró a Quiroz Márquez Jheraldi Wilser, quién en su investigación desarrollada en la Universidad Privada Del Norte, se obtuvo lo siguiente:

La presente investigación tiene como objetivo general “analizar las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018” (Quiroz, 2020, p. 20).

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la observación para un reconocimiento de la zona de estudio para identificar la topografía y lugares críticos, se procedió a realizar un levantamiento topográfico realizando una poligonal abierta recopilando la información por medio de las fichas topográficas, también se realizó un conteo vehicular registrándolos en su respectiva ficha. Mediante software civil 3D se realiza el modelamiento de la carretera evaluando las características geométricas en planta, perfil y sección transversal contrastando con el manual DG-2018, (Quiroz, 2020, p. 9).

Como resultado se obtuvo que la vía es una carretera de segunda clase según la norma DG-2018, puesto que el estudio de tráfico nos arrojó un IMD = 1660 veh/día, por su orografía la carretera se clasifica como tipo accidentada, la velocidad de diseño será de 60 km/h. Para el análisis geométrico se obtuvo que el 60% de tramos en tangente en “S” y el 100% de tramos en tangente en “S” no cumplen. El 70% de radios mínimos en curvas simples no cumplen, en el caso de pendientes el 97% si cumplen con el parámetro establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018. (Quiroz, 2020, pp 60-66)

De los resultados obtenidos la investigación concluye que “las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050) no cumplen con los parámetros de diseño establecidos por el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018” (Quiroz, 2020, pp 66-68).

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

**2.1.3.1** En investigaciones realizadas a nivel locales, se encontró a García Coello Gian Franco y Jacinto Eche Miriam Mercedes, quienes, en su investigación desarrollada en la Universidad Nacional De Piura, se obtuvo lo siguiente:

La presente investigación tiene como objetivo general “proponer el diseño geométrico de un tramo representativo del Camino Vecinal, Trayectoria: Emp. Pe - 1nm Surpampa –Oxahuay (Ayabaca), optimizando parámetros de la DG-2018” (García & Jacinto, 2021, p. 21).

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se propuso un diseño geométrico optimizando parámetros del Manual Dg 2018, aplicado a 1 km del camino vecinal Pi-119, trayectoria: Emp. Pe-1nm Surpampa – Oxahuay (Ayabaca), analizando normas existentes de caminos rurales. En las visitas de campo realizadas se recopiló parámetros geométricos, mediante un estudio topográfico, también se realizaron estudio de suelos y estudio de tráfico para tener un inventario vial, los datos obtenidos se procesaron mediante los softwares Civil 3D y Microsoft Excel. La investigación realizada fue de enfoque cuantitativo, ya que se investigó criterios de diseño geométrico de caminos vecinales con el apoyo de normas internacionales y nacionales (García & Jacinto, 2021, p. 15)

Como resultado se obtuvo que el alineamiento en planta lo conforman un total de 10 curvas simples horizontales enlazados por tangentes rectas, se planteó como velocidad de diseño 30 km/h con un radio mínimo de 25 metros y en concordancia a la velocidad de diseño se determinó que la longitud en tramo recto para curvas en “S” es de 42 m y en curvas en “O” es de 84 m, y el peralte de cada curva será de 10% para una velocidad de 30 kph. (García & Jacinto, 2021, pp 139-141)

De los resultados obtenidos la investigación concluye que “la vía de estudio presenta una orografía escarpada siendo esta una trocha carrozable. Validando la propuesta planteada del diseño geométrico la cual cumple con los parámetros normativos del Manual de Carreteras DG-2018” (García & Jacinto, 2021, pp 142-144).

**2.1.3.2** En investigaciones realizadas a nivel locales, se encontró a Gonzales Rivas, Brenda & Mija Carrión, Brenda, quienes, en su investigación desarrollada en la Universidad Privada Antenor Orrego De Piura, se obtuvo lo siguiente:

La presente investigación tiene como objetivo general “realizar el diseño Geométrico y Estructural de las vías no pavimentadas para la localidad de Algodonal, distrito de Paimas, provincia de Ayabaca, departamento de Piura” (Gonzales & Mija, 2021, p. 21).

Para el desarrollo de la presente investigación se identificó que es una zona en proceso de desarrollo la cual colinda con el casco urbano de la localidad Paimas Alto, sus vías se encuentran a nivel de trocha contando con un sistema de agua y desagüe, siendo vehículos menores inicialmente se elaboró un levantamiento topográfico la cual nos permite adquirir data de la zona como ubicación, coordenadas y elevaciones del terreno y de los elementos existentes, a su vez se llevó a cabo el estudio de mecánica de suelos, se realizaron 10 muestras de diferentes puntos estratégicamente, se llevó a cabo un estudio de tráfico con un conteo manual durante 7 días por un periodo de 24 horas. Recopilados los datos en campo, se llevó a cabo el trabajo en gabinete, con los datos topográficos obtenidos se elaboraron el plano de curvas de nivel. Mediante el estudio de Mecánica de suelos se determinó la granulometría, Contenido de humedad, los límites del suelo (líquido, y plástico), Proctor Modificado y CBR , del estudio de tráfico se obtuvo Aforo Vehicular, se determinó el Tránsito Diario (TD), Tránsito Semanal (TS), Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS), Tránsito promedio Diario Anual (TPDA) para 0 años y para 10 años y cálculo de ejes equivalentes, se realizó el estudio Hidrológico e hidráulico con el objetivo de identificar el grado de precipitación de la zona y plantear un sistema de evacuación de aguas superficiales. (Gonzales & Mija, 2021, pp 139-142)

Como resultado, de acuerdo a la clasificación SUCS, se determinó que existen 2 tipos de suelo en el área de estudio: CL (arcilla plástica media) y SM (limoso). El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en el año 0 es 1966 y en el año 10 es 2192. Finalmente, se utilizó el método AASHTO 93 para el diseño estructural y lo usamos para calcular 2 diseños estructurales (1 para cada CBR calculado) con un período de diseño de 10 años y un eje equivalente total de  $2.655E 05$  Aspectos de diseño

estructural. 2 diseños, uno para cada CBR, el espesor del primer diseño fue de 116,53 mm, el espesor del segundo diseño fue de 110,2 mm, y la conclusión de que el espesor redondeado a 150 mm o 15 cm, que se especifica en la norma. (Gonzales & Mija, 2021, pp 139-142)

De los resultados obtenidos la investigación concluye que “el diseño geométrico y estructural de las vías no pavimentadas en el sector de estudio presentará un óptimo desempeño para la transitabilidad vehicular con parámetros encontrados” (Gonzales & Mija, 2021, pp 142-144).

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Manual de Carreteras: “Diseño Geométrico (DG–2018)”**

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, es un documento normativo que compila las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial, de acuerdo a su concepción y desarrollo, conforme a parámetros establecidos. En este manual encontramos la información adecuada para procedimientos, en la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con las demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018, p. 08)

Según el manual “Diseño Geométrico (DG-2018)” las carreteras en el Perú se clasifican en:

#### **2.2.1.1 Clasificación de las Carreteras**

**2.2.1.1.1 Clasificación por Demanda.** Según su demanda, las carreteras del Perú se clasifican:

##### **Autopista de Primera Clase**

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que



proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. (MTC, 2018, p. 12)

### **Autopistas de Segunda Clase**

Son carreteras que cuentan con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, sus calzadas están divididas por un separador central, el cual puede tener un ancho variable de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; las calzadas deberán tener como mínimo dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) para facilitar flujos vehiculares continuos; en zonas urbanas pueden tener pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales. (MTC, 2018, p. 12)

### **Carreteras de Primera Clase**

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, la superficie de rodadura de estas vías debe ser pavimentada. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (MTC, 2018, p. 12)

### **Carreteras de Segunda Clase**

Son carreteras en las cuales la superficie de rodadura debe ser pavimentada, estas cuentan con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (MTC, 2018, p. 12)

### **Carreteras de Tercera Clase**

Este tipo de carreteras cuentan con IMDA menores a 400 veh/día, los carriles tiene un ancho de 3.00 metros y dos por calzada. En ocasiones excepcionales estas carreteras podrán tener carriles de hasta 2.5 m, siempre que cuente con sustento técnico.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. Si este tipo de vías son pavimentadas deberán cumplir los parámetros para las carreteras de segunda clase. (MTC, 2018, p. 12)

### **Trochas Carrozables**

Por lo general estos tipos de vías cuentan con la superficie de rodadura afirmada o sin afirmar, estas vías transitables, estas vías no cuentan con las características geométricas de una carretera, que generalmente tienen un IMDA menor a 200 veh/día. El ancho mínimo de la calzada es de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. (MTC, 2018, p. 13)

**2.2.1.1.2 Clasificación por orografía.** De acuerdo a la orografía más representante del terreno por el cual recorre el trazo, las carreteras se clasifican en:

#### **Terreno plano (tipo 1)**

Este tipo de terrenos cuenta con pendientes transversales al eje de la vía, con una pendiente máxima de 10% y mientras que las pendientes longitudinales están por debajo del 3%, en este tipo de orografía le movimiento de tierras es mínimo demandando un mínimo de movimiento de tierras, facilitando el trazo. (MTC, 2018, p. 14)

#### **Terreno ondulado (tipo 2)**

En este tipo de carreteras encontramos pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, lo que implica un movimiento de tierras moderado, se permiten alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo. (MTC, 2018, p. 14)

### **Terreno accidentado (tipo 3)**

Cuenta con pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, debido a este motivo se presenta un grado de dificultad a la hora de realizar el trazo, ya que se debe realizar un movimiento de tierras importante. (MTC, 2018, p. 14)

### **Terreno escarpado (tipo 4)**

Este tipo de terreno cuenta con pendientes transversales al eje de la vía que superan al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son mayores al 8%, este tipo de orografía genera un excesivo movimiento de tierra y dificulta el trazo de la vía. (MTC, 2018, p. 14)

#### **2.2.1.2      Diseño Geométrico**

**2.2.1.2.1      *Diseño geométrico en planta.*** El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está conformado por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, los cuales permiten una transición suave al transcurrir de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o incluso entre dos curvas circulares de curvatura variable.

El alineamiento horizontal tiene que permitir la operatividad sin interrupciones de los usuarios de la vía, intentando mantener en la mayor longitud de carretera la misma velocidad de diseño. El elemento de control principal del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño es el relieve del terreno, el cual, a su vez, determina la distancia de visibilidad. De acuerdo a las características del terreno es posible que un proyecto de calzadas separadas consideren el trazo de las a distinto nivel o ejes diferentes. El trazo en planta se referirá a un eje, que establece un punto en cada sección transversal. (MTC, 2018, p. 125)

Se adoptará para la definición del eje:

### **En autopistas**

En primer lugar, el centro del separador central, si éste fuera de ancho constante o con variación de ancho aproximadamente simétrico. En segundo lugar, el borde interior de la vía a proyectar en el caso de duplicaciones y, en tercer lugar, el borde interior de cada vía en cualquier otro caso.

### **En carreteras de vía única**

El centro de la superficie de rodadura.

Como elementos presenta a Tramos en Tangente y Curvas circulares:

### **Tramos en tangente**

Las longitudes están basadas en las siguientes fórmulas:

$$L_{(\text{min-s})}: 1.39 * V$$

$$L_{(\text{min-o})}: 2.78 * V$$

$$L_{\text{máx}}: 16.70 * V$$

Dónde:

$L_{(\text{min-s})}$ : Longitud mínima (m) para trazos en "S".

$L_{(\text{min-o})}$ : Longitud mínima (m) para el resto de casos.

$L_{\text{máx}}$ : Longitud máxima deseable (m).

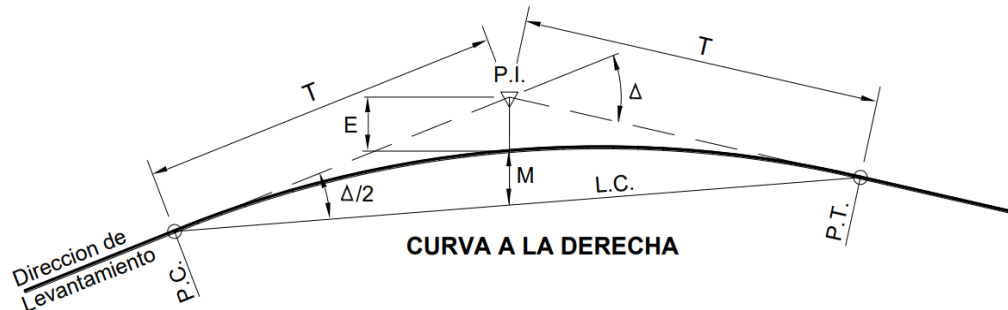
V: Velocidad de diseño (km/h)

### **Curvas circulares**

“Son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales” (MTC, 2018, p. 127).

## Figura 1

### Simbología de la Curva Circular



Los tramos circulares presentan los siguientes elementos de las curvas horizontales circulares

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I.: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T.: Punto de tangencia

E: Distancia a externa (m)

M: Distancia de la ordenada media (m)

R: Longitud del radio de la curva (m)

T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L: Longitud de la curva (m)

L.C.: Longitud de la cuerda (m)

$\Delta$ : Ángulo de deflexión ( $^{\circ}$ )

$p$ : Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

$S_a$ : Sobreancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m).

**2.2.1.2.2 Diseño geométrico en Perfil.** El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está formado por un grupo de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a las que las rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se determina según el progreso del kilometraje, en positivas, solo las que involucran un incremento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

El alineamiento vertical tiene que permitir la operatividad sin interrupciones de los usuarios de la vía, en lo posible se debe homogeneizar en la mayor longitud de carretera la misma velocidad de diseño. El relieve del terreno determina el radio de las curvas verticales las cuales pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y al mismo tiempo que, determina la distancia de visibilidad. Las curvas verticales ubicadas entre dos pendientes sucesivas posibilitan obtener una transición paulatina entre pendientes de diferentes características, restando el quiebre de la rasante. El correcto diseño de las curvas garantiza las distancias de visibilidad solicitadas por el proyecto. Con respecto al proyecto, su sistema de cotas, deberán estar enlazados y referidos con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional. El perfil longitudinal está controlado principalmente por la Topografía, Alineamiento, horizontal, Distancias de visibilidad, Velocidad de proyecto, Seguridad, Costos de Construcción, Categoría de la vía, Valores Estéticos y Drenaje. (MTC, 2018, p. 169)

#### **Pendiente mínima**

La pendiente mínima conveniente es de 0.5 %.

#### **Pendiente máxima**

Las pendientes máximas están representadas en la Tabla 1

**Tabla 1**

*Pendientes Máximas (%)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00		
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00		
60 km/h							6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h							5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00		
80 km/h							5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00		
90 km/h							4.50	4.50	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		
100 km/h							4.50	4.50	4.50	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		
110 km/h							4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00		
120 km/h							4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00		
130 km/h							3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50		

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

## **Curvas verticales**

“Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás” (MTC, 2018, p. 174).

El parámetro de curvatura (K), está dado por la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{A}$$

Dónde:

L: Longitud de la curva vertical.

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

**2.2.1.2.3 Diseño geométrico en la sección transversal.** El diseño geométrico de la sección transversal, se define como la descripción de los elementos viales en el plano de la sección vertical, que es perpendicular a la alineación horizontal, lo que permite determinar la ubicación y dimensiones de estos elementos en los puntos correspondientes a cada sección y su relación con el terreno natural. La sección transversal varía en diferentes puntos de ruta porque está determinada La combinación, tamaño, forma e interrelación de los distintos elementos que lo componen dependen de las funciones que desempeñan, así como de las características del trazado y topografía. (MTC, 2018, p. 183)

**2.2.1.2.4 Elementos de la sección transversal.** La sección transversal de una carretera está conformada por los siguientes elementos: calzada, carriles o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (Barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del Derecho de Vía del proyecto. (MTC, 2018, p. 183)



### **Calzada o superficie de rodadura**

Es aquella parte de una carretera diseñada para la circulación de vehículos conformada desde uno o más carriles, sin incluir la berma. La calzada se conforma en carriles, los cuales están diseñados para la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. El número de carriles de cada calzada será de acuerdo a las características y composición del tráfico, de acuerdo al IMDA de diseño. El ancho típico de carril es de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m. (MTC, 2018, p. 190)

### **Ancho de la calzada en tangente**

“El nivel de servicio determinará el ancho de la calzada en tangente el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio” (MTC, 2018, p. 190).

En la Tabla 2, se indican los valores del ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera.

**Tabla 2**

*Anchos Mínimos de Calzada en Tangente*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera							
Tráfico veh/día	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				<400							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase							
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30km/h																				6.0	6.0			
40 km/h																					6.6	6.6	6.6	6.0
50 km/h											7.2	7.2									6.6	6.6	6.6	6.0
60 km/h						7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6	6.6	6.6	6.6					
70 km/h			7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6					6.6	6.6		
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2										6.6	6.6		
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2											6.6	6.6		
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.	7.	7.2		7.2															
					2	2																		

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

#### **2.2.1.2.5 Bermas**

Es aquella franja longitudinal, paralela y Contigua a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, cuya función es confinar la capa de rodadura y también cumple la función como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en situaciones de emergencias. Independientemente de la superficie de acabado de la berma, en general debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada.

Actuar como una zona segura significa que en el caso que vehículo se saliera de la calzada, esta área forma un margen de seguridad para realizar maniobras de emergencia para evitar accidentes. En función al ancho de berma algunas funciones que desempeñan son tales como protección al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales, y como zona de seguridad para maniobras de emergencia. (MTC, 2018, p. 192)

#### **Ancho de las bermas**

En la Tabla 3, se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

**Tabla 3**

*Ancho de Bermas*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.5	0.5
40 km/h																	1.2	1.2	0.9	0.5
50 km/h											2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9
60 km/h					3.0	3.0	2.6	2.6	3.0	3.0	2.6	2.6	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2		
70 km/h			3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.2		1.2	1.2		
80 km/h	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		2.0	2.0			1.2	1.2		
90 km/h	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0	3.0			2.0				1.2	1.2		
100 km/h	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0				2.0							

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018)

**2.2.1.2.6 Bombeo.** “Las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona” (MTC, 2018, p. 195).

**2.2.1.2.7 Peralte.** Pendiente transversal de una calza en un tramo curvo, diseñada para contrarrestar o neutralizar la fuerza centrífuga del vehículo.

## **2.2.2 Levantamiento Topográfico**

Podemos definir un levantamiento topográfico como un estudio técnico y descriptivo en el cual se utilizan un conjunto de técnicas para obtener información del medio físico esta información es procesada y es utilizada para realizar representaciones gráficas o planos.

El levantamiento topográfico es un estudio preliminar, ya que, para realización de cualquier proyecto de construcción civil, unos de los primeros estudios que se requieren es el topográfico.

**2.2.2.1 Sistema de Referencia Geodésico.** El sistema de referencia geodésico es un recurso matemático que nos facilita, mediante la obtención de coordenadas de la superficie de la tierra, georreferenciar áreas concretas.

En el año 1984 se comenzó a utilizar en el mundo, el sistema geodésico WGS84, actualmente en el Perú se sigue utilizando. El sistema geodésico WGS84 tiene un margen de error de 2 cm con la que se basa el sistema de posición global (GPS).

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Derecho De Vía**

“Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario” (MTC, 2018, p. 10).

### **2.3.2 Índice Medio Diario Anual (IMDA)**

Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambas direcciones de la vía, durante 24 horas (conteo vehicular), para un período.

### **2.3.3 Mantenimiento vial**

Preservar el buen estado de la infraestructura vial y permitir un óptimo servicio del usuario, a este conjunto de actividades técnicas se le denomina mantenimiento vial, este puede ser rutinario o periódico.

### **2.3.4 Carretera**

“Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes” (MTC, 2018, p. 10).

### **2.3.5 Transitabilidad**

Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.

## **2.4 Sistema de hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis**

El análisis geométrico y diseño de afirmado del camino vecinal del Centro Poblado de Culebreros - Centro Poblado Cruz Azul del Distrito de Santa Catalina de Mossa generará un óptimo desempeño para la transitabilidad vehicular cumpliendo con las normas técnicas peruanas vigentes.

### **2.4.2 Variable**

Análisis geométrico y propuesta de mejoramiento

### 2.4.3 Cuadro de Operacionalización de Variables

**Tabla 4**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Análisis geométrico y propuesta de mejoramiento	Analizar mediante técnicas y procedimientos el diseño de una infraestructura vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros	El diseño geométrico de carreteras engloba una serie de estudios en los cuales mediante criterios técnicos se selecciona una ruta, se determinan los parámetros de diseño, el análisis y cálculo del alineamiento vertical y horizontal de carreteras, que tienen como resultado la geometría general de un camino.	Estudio de tráfico	Volumen vehicular, índice Medio, Índice Diario, Índice Anual.	Ficha de conteo vehicular
			Estudio topográfico	Pendiente de terreno, Orografía, Puntos referenciales	Ficha Topográfica
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría, Límites de consistencia, Proctor, CBR.	Ficha de estudio de suelos
			Evaluación geométrica propuesta y de mejoramiento	Grado máximo de curvatura, Radios, Pendientes máximas, Cortes, Elevaciones, Anchos de Corona y Calzada, Longitudes críticas, Curvas horizontales, de transición, Peralte.	Manual de Carreteras: "Diseño Geométrico (DG-2018)"

Fuente: Elaboración propia.

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación.

**3.1.1.1 Investigación Aplicada.** La presente investigación es aplicada porque tiene por objetivo resolver un determinado problema, apoyándose en conocimientos y nuevas tecnologías para su aplicación contribuyendo a la solución del problema presentado.

##### 3.1.2 Nivel de Investigación

**3.1.2.1 Investigación No experimental.** Esta investigación es no experimental de tipo Transversal porque se recolectarán datos de una población determinada en un solo momento y tiempo único con el fin de determinar la incidencia de la variable en un momento dado.

#### 3.2 Población y muestra de estudio

##### 3.2.1 Población

El estudio será elaborado en el camino vecinal que conecta al Centro Poblado Culebreros con el Centro Poblado Cruz Azul que consta de 8,072 kilómetros de longitud.

##### 3.2.2 Muestra

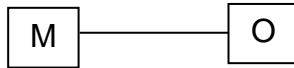
Dado que el estudio se aplicó en el 100% de la población del camino vecinal entre el Centro Poblado Culebreros al Centro Poblado Cruz Azul, el análisis comprenderá desde la progresiva 0+000 al 8+072 km.

#### 3.3 Diseño de investigación

##### 3.3.1 Diseño de Contrastación

La investigación tuvo un diseño no experimental transversal descriptivo, porque se describió los datos recolectados de una población determinada en un momento y tiempo único, se representa mediante la siguiente ecuación metodológica:





Donde:

M = Muestra

O = Mediciones al tramo (Estudio Topográfico, Estudio de Suelos y Estudio de Trafico).

### **3.4 Técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La técnica para la recolección de datos que se utilizará es la Observación de Campo, la cual será una observación estructurada, ya que se tendrá en cuenta una guía para poder especificar qué elementos serán observados siguiendo un procedimiento. Adicionalmente, se empleará el Análisis Documental enfocado en el análisis geométrico.

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.**

Se utilizarán fichas de registro según el tipo de estudio (Ficha Topográfica, Ficha de estudio de suelos y Ficha de conteo vehicular) y Los reglamentos y normativas vigentes de carreteras.

### **3.5 Procesamiento y análisis de datos**

A este punto se describieron las diferencias y similitudes de la geometría del camino vecinal en estudio con respecto a los parámetros establecidos en las normas peruanas vigentes, para ello se siguió los pasos descritos a continuación:

En el estudio topográfico, utilizamos como equipo a la estación total con el fin de realizar el levantamiento topográfico junto a la recopilación de datos, obteniendo los trazos de la geometría de la vía en estudio, la data obtenida se registró en tablas mediante el software Microsoft Excel.

La Data obtenida del levantamiento topográfico se procesó y mediante el Software AutoCAD Civil 3D se generó la planimetría, se realizó plano de corte longitudinal y planos de secciones transversales.

En el Estudio de suelos, se realizó la toma de muestra mediante calicatas según las normas peruanas vigentes, para analizarlas mediante ensayos de laboratorio como, Análisis Granulométrico por Tamizado, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, CBR (California Bearing Ratio), entre otros, y obtener las características fundamentales del terreno.

En el Estudio de tráfico se analizó la demanda de tráfico en la vía de estudio para determinar la clasificación según las normas peruanas vigentes. Siendo el IMD el principal indicador para los siguientes estudios.

En el análisis geométrico empleamos la normativa peruana vigente como el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2018 del MTC, para obtener las características geométricas del camino carrozable del Distrito de Santa Catalina y así determinar sus condiciones actuales, para así poder obtener una propuesta de mejoramiento, utilizando los parámetros establecidos en Manual de Carreteras, Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos MTC.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis e interpretación de resultados

De acuerdo al primer objetivo específico, se realizó el estudio topográfico para determinar el trazo de la geometría mediante un levantamiento cada 20m del eje para posteriormente procesar la información mediante software, y realizar los planos correspondientes y tablas de datos que caracterizan geoméricamente la vía.

#### 4.1.1 Datos Generales de la vía de estudio

La vía se estudió corresponde al camino vecinal que conecta la Centro Poblado Cruz Azul y el Centro Poblado Culebreros, los cuales están ubicados en el distrito de Santa Catalina de Mossa, Provincia de Morropón, Región Piura.

El Punto de inicio de la vía en el CP. Culebreros geográficamente inicia en las coordenadas Norte 9434498.703 y Este: 629157.711, a una altura de 1116.70 m.s.n.m y su punto final se ubica en el CP. Cruz Azul con coordenadas Norte 9438548.914 y Este 628798.245 con una altura de 1862.03 m.s.n.m, la ruta cuenta con 8072 km de longitud y tiene orientación Norte- Este.

##### 4.1.1.1 Clasificación Por orografía

Según la DG-2018 la vía de estudio para clasificar una carretera según su orografía se deberá tomar en consideración las pendientes longitudinales y transversales.

**Tabla 5**

*Pendientes transversales de la vía.*

Pendiente izquierda (%)	Progresiva	Pendiente derecha (%)	Pendiente izquierda (%)	Progresiva	Pendiente derecha (%)	Pendiente izquierda (%)	Progresiva	Pendiente derecha (%)
16.65	<b>0+020</b>	-6.29	14.28	<b>2+720</b>	-36.16	-20.00	<b>5+420</b>	13.50
55.89	<b>0+040</b>	-2.08	46.83	<b>2+740</b>	-21.33	-10.50	<b>5+440</b>	9.50
11..10	<b>0+060</b>	-0.54	21.73	<b>2+760</b>	-11.24	-10.00	<b>5+460</b>	8.00
26.05	<b>0+080</b>	-3.1	21.98	<b>2+780</b>	-25.74	-31.50	<b>5+480</b>	30.00
13.6	<b>0+100</b>	-8.84	28.52	<b>2+800</b>	-28.83	-52.50	<b>5+500</b>	50.50
15.02	<b>0+120</b>	-2.79	30.48	<b>2+820</b>	-32.44	-37.00	<b>5+520</b>	35.50

1.5	<b>0+140</b>	-4.62	40.8	<b>2+840</b>	-39.23	-38.00	<b>5+540</b>	38.50
9.45	<b>0+160</b>	-18.31	13.08	<b>2+860</b>	-14.85	-25.00	<b>5+560</b>	12.00
22.28	<b>0+180</b>	-21.27	18.04	<b>2+880</b>	-31.93	-2.50	<b>5+580</b>	-7.50
4.03	<b>0+200</b>	7.5	2.3	<b>2+900</b>	-52.8	-11.00	<b>5+600</b>	18.50
3.72	<b>0+220</b>	2.51	33.66	<b>2+920</b>	-60.45	-38.50	<b>5+620</b>	34.00
-14.05	<b>0+240</b>	11.4	4.09	<b>2+940</b>	7.7	-23.50	<b>5+640</b>	39.00
-7.88	<b>0+260</b>	4.75	18.12	<b>2+960</b>	-20.06	-42.50	<b>5+660</b>	31.50
13.9	<b>0+280</b>	7.68	3.66	<b>2+980</b>	-30.27	-52.00	<b>5+680</b>	30.00
6.5	<b>0+300</b>	1.46	14.82	<b>3+000</b>	-37.59	-61.00	<b>5+700</b>	12.50
11.17	<b>0+320</b>	-2.92	24.16	<b>3+020</b>	-47.64	-14.00	<b>5+720</b>	6.00
8.69	<b>0+340</b>	7.18	13.89	<b>3+040</b>	-23.25	-25.00	<b>5+740</b>	7.50
11.51	<b>0+360</b>	-15.26	8.27	<b>3+060</b>	-40.28	-10.00	<b>5+760</b>	70.00
12.85	<b>0+380</b>	-11.75	10.03	<b>3+080</b>	6.59	-5.00	<b>5+780</b>	17.00
18.14	<b>0+400</b>	-18.14	16.8	<b>3+100</b>	-0.04	-31.50	<b>5+800</b>	28.00
-4.1	<b>0+420</b>	7.09	0	<b>3+120</b>	0	-27.50	<b>5+820</b>	24.50
0.65	<b>0+440</b>	6.81	13.11	<b>3+140</b>	-16.06	-30.00	<b>5+840</b>	20.50
1.35	<b>0+460</b>	-1.74	36.67	<b>3+160</b>	-18.05	-3.50	<b>5+860</b>	40.50
3.84	<b>0+480</b>	4.91	12.83	<b>3+180</b>	-9.79	-21.50	<b>5+880</b>	38.50
-24.36	<b>0+500</b>	6.72	30.69	<b>3+200</b>	-30.92	-21.00	<b>5+900</b>	23.00
-15.37	<b>0+520</b>	4.12	17.62	<b>3+220</b>	-17.83	-27.50	<b>5+920</b>	18.00
-14.36	<b>0+540</b>	15.3	-0.84	<b>3+240</b>	-21.14	-27.00	<b>5+940</b>	10.50
-13.59	<b>0+560</b>	13.48	38.03	<b>3+260</b>	-31.58	-27.50	<b>5+960</b>	26.00
-18.32	<b>0+580</b>	17.94	36.39	<b>3+280</b>	-33.99	-27.50	<b>5+980</b>	21.50
-23.36	<b>0+600</b>	23.36	-11.51	<b>3+300</b>	-18.94	9.50	<b>6+000</b>	-13.00
-26.82	<b>0+620</b>	25.19	32.16	<b>3+320</b>	-31.04	-24.00	<b>6+020</b>	33.00
-24.44	<b>0+640</b>	23.34	26.86	<b>3+340</b>	-21.52	-12.00	<b>6+040</b>	26.00
-18.52	<b>0+660</b>	13.93	20.8	<b>3+360</b>	-14.72	-37.50	<b>6+060</b>	58.00
-23.37	<b>0+680</b>	23.37	32.88	<b>3+380</b>	-22.51	-46.50	<b>6+080</b>	8.50
-29.39	<b>0+700</b>	28.39	14.92	<b>3+400</b>	-16.03	-27.00	<b>6+100</b>	17.00
-24.19	<b>0+720</b>	23.83	6.79	<b>3+420</b>	-10.76	-15.50	<b>6+120</b>	26.00
-13.64	<b>0+740</b>	13.22	18.68	<b>3+440</b>	-22.45	-12.50	<b>6+140</b>	18.50
-16.92	<b>0+760</b>	16.87	23.88	<b>3+460</b>	-23.88	-10.50	<b>6+160</b>	12.00
-15.6	<b>0+780</b>	9.33	0	<b>3+480</b>	-27.39	-2.00	<b>6+180</b>	8.50
-18.51	<b>0+800</b>	11.66	36.92	<b>3+500</b>	-34.06	-5.00	<b>6+200</b>	13.00
-7.24	<b>0+820</b>	22.04	37.73	<b>3+520</b>	-34.06	-1.00	<b>6+220</b>	14.50
-28.89	<b>0+840</b>	31.21	41.59	<b>3+540</b>	-40.55	0.00	<b>6+240</b>	0.00
-25.52	<b>0+860</b>	28.24	32.51	<b>3+560</b>	-13.26	-5.50	<b>6+260</b>	3.00
-30.55	<b>0+880</b>	29.79	76.16	<b>3+580</b>	-24.69	-8.50	<b>6+280</b>	3.50
-28.81	<b>0+900</b>	35.53	52.79	<b>3+600</b>	-32.27	-23.50	<b>6+300</b>	2.00
-16.19	<b>0+920</b>	16.19	45.26	<b>3+620</b>	-39.3	-26.00	<b>6+320</b>	6.00
-3.41	<b>0+940</b>	32.72	69.64	<b>3+640</b>	-46.48	-29.00	<b>6+340</b>	13.50
-21.57	<b>0+960</b>	24.15	58.97	<b>3+660</b>	-54.6	-20.00	<b>6+360</b>	16.00
-15.38	<b>0+980</b>	15.38	38.93	<b>3+680</b>	-31.3	-30.00	<b>6+380</b>	12.00
-19.96	<b>1+000</b>	19.96	51.73	<b>3+700</b>	-57.08	-16.50	<b>6+400</b>	16.00
-16.52	<b>1+020</b>	22.82	52.41	<b>3+720</b>	-37.78	-18.50	<b>6+420</b>	11.00
-12.69	<b>1+040</b>	16.57	48.22	<b>3+740</b>	-7.04	-35.00	<b>6+440</b>	28.00
-34.79	<b>1+060</b>	32.59	53.43	<b>3+760</b>	-6.69	-24.50	<b>6+460</b>	22.00
-27.66	<b>1+080</b>	37.25	19.02	<b>3+780</b>	-19.02	-30.50	<b>6+480</b>	18.50

-23.07	<b>1+100</b>	31.55	23.78	<b>3+800</b>	-10.7	-27.00	<b>6+500</b>	6.50
-38.86	<b>1+120</b>	37.98	31.04	<b>3+820</b>	-32.75	-4.50	<b>6+520</b>	-0.50
-11.66	<b>1+140</b>	35.33	34.78	<b>3+840</b>	-33.03	-6.00	<b>6+540</b>	0.50
-6.32	<b>1+160</b>	18.07	48.75	<b>3+860</b>	-49.68	-26.50	<b>6+560</b>	32.00
-34.53	<b>1+180</b>	31.56	35.35	<b>3+880</b>	-41.57	-60.50	<b>6+580</b>	34.00
-40.83	<b>1+200</b>	40.83	26.38	<b>3+900</b>	-38.5	-22.50	<b>6+600</b>	41.00
-38.59	<b>1+220</b>	38.03	27.41	<b>3+920</b>	-26.2	-25.50	<b>6+620</b>	30.00
-37.56	<b>1+240</b>	37.58	29.56	<b>3+940</b>	-27.71	-28.50	<b>6+640</b>	31.50
-40.39	<b>1+260</b>	39.81	15.2	<b>3+960</b>	-17	-32.50	<b>6+660</b>	30.50
15.85	<b>1+280</b>	-10.96	-3.1	<b>3+980</b>	3.1	-31.00	<b>6+680</b>	33.00
20.7	<b>1+300</b>	-35.48	18.06	<b>4+000</b>	0.95	-43.50	<b>6+700</b>	45.50
22.81	<b>1+320</b>	-31.77	13.76	<b>4+020</b>	5.79	-41.00	<b>6+720</b>	19.50
32.44	<b>1+340</b>	-37.78	20.23	<b>4+040</b>	-36.92	-34.00	<b>6+740</b>	34.00
31.46	<b>1+360</b>	-33.68	30.19	<b>4+060</b>	-41.22	-28.50	<b>6+760</b>	29.00
31.55	<b>1+380</b>	-37.52	52.28	<b>4+080</b>	-19.48	19.50	<b>6+780</b>	-0.50
32.95	<b>1+400</b>	-32.53	50.12	<b>4+100</b>	-3.36	-5.00	<b>6+800</b>	49.50
30.76	<b>1+420</b>	-34.19	47.7	<b>4+120</b>	-4.76	-48.00	<b>6+820</b>	46.00
34.68	<b>1+440</b>	-34.25	26.48	<b>4+140</b>	-7.64	-33.00	<b>6+840</b>	33.00
14.59	<b>1+460</b>	-14.57	25.62	<b>4+160</b>	-42.77	-43.00	<b>6+860</b>	43.50
11.42	<b>1+480</b>	-11.42	25.23	<b>4+180</b>	-31.38	-44.00	<b>6+880</b>	47.50
29.08	<b>1+500</b>	-39.88	27.14	<b>4+200</b>	-35.49	-33.00	<b>6+900</b>	24.00
39.35	<b>1+520</b>	-39.36	43.07	<b>4+220</b>	-47.24	-17.50	<b>6+920</b>	17.00
37.59	<b>1+540</b>	-36.52	12.67	<b>4+240</b>	-4.01	-9.00	<b>6+940</b>	9.50
33.82	<b>1+560</b>	-12.68	36.3	<b>4+260</b>	36.54	-1.50	<b>6+960</b>	6.50
19.9	<b>1+580</b>	-19.52	34.42	<b>4+280</b>	-38.19	-16.50	<b>6+980</b>	31.50
29.45	<b>1+600</b>	-28.46	39.19	<b>4+300</b>	-38.93	-23.50	<b>7+000</b>	27.50
38.82	<b>1+620</b>	-37.34	38.51	<b>4+320</b>	-38.94	-22.00	<b>7+020</b>	29.00
29.08	<b>1+640</b>	-30.73	-28.00	<b>4+340</b>	68.00	-22.50	<b>7+040</b>	30.50
31.38	<b>1+660</b>	-31.38	-2.00	<b>4+360</b>	2.50	-14.50	<b>7+060</b>	24.00
23.83	<b>1+680</b>	-36.11	-34.00	<b>4+380</b>	38.00	-21.00	<b>7+080</b>	26.50
28.13	<b>1+700</b>	-35.55	-37.00	<b>4+400</b>	38.50	-13.50	<b>7+100</b>	-13.00
37.35	<b>1+720</b>	-39.18	-32.50	<b>4+420</b>	43.00	21.50	<b>7+120</b>	-25.50
32.35	<b>1+740</b>	-36.41	-32.50	<b>4+440</b>	43.00	14.00	<b>7+140</b>	-19.50
28.74	<b>1+760</b>	-50.82	-43.50	<b>4+460</b>	25.50	-10.00	<b>7+160</b>	10.00
25.31	<b>1+780</b>	-70.6	-39.00	<b>4+480</b>	40.50	-19.00	<b>7+180</b>	19.50
30.05	<b>1+800</b>	-30.05	-23.50	<b>4+500</b>	24.00	-13.00	<b>7+200</b>	7.00
33.61	<b>1+820</b>	-29.84	-39.00	<b>4+520</b>	39.50	-27.00	<b>7+220</b>	27.00
15.78	<b>1+840</b>	-16.8	-42.00	<b>4+540</b>	40.50	-25.50	<b>7+240</b>	25.00
5.98	<b>1+860</b>	-15.79	-38.00	<b>4+560</b>	34.50	-31.50	<b>7+260</b>	30.50
6.43	<b>1+880</b>	-13.14	-35.50	<b>4+580</b>	33.50	-33.00	<b>7+280</b>	30.50
4.34	<b>1+900</b>	-7.53	-31.00	<b>4+600</b>	32.50	-26.50	<b>7+300</b>	24.00
14.56	<b>1+920</b>	-13.03	-25.50	<b>4+620</b>	-0.50	9.50	<b>7+320</b>	-14.50
5.2	<b>1+940</b>	11.68	-30.00	<b>4+640</b>	29.00	0.00	<b>7+340</b>	-0.50
-4.45	<b>1+960</b>	8.27	-33.50	<b>4+660</b>	29.50	-7.00	<b>7+360</b>	10.50
-6.11	<b>1+980</b>	19.05	-43.00	<b>4+680</b>	42.50	-26.00	<b>7+380</b>	19.50
-20.24	<b>2+000</b>	20.04	-40.50	<b>4+700</b>	36.50	-25.00	<b>7+400</b>	22.50
-19.68	<b>2+020</b>	-54.42	-37.50	<b>4+720</b>	37.00	-24.00	<b>7+420</b>	23.00
-19.59	<b>2+040</b>	16.8	-35.50	<b>4+740</b>	48.00	-23.00	<b>7+440</b>	23.00

-14.49	<b>2+060</b>	15.94	13.50	<b>4+760</b>	-11.50	-11.00	<b>7+460</b>	13.50
-21.91	<b>2+080</b>	21.91	36.00	<b>4+780</b>	-36.00	-33.00	<b>7+480</b>	33.00
-12.93	<b>2+100</b>	8.68	33.50	<b>4+800</b>	-37.50	-37.00	<b>7+500</b>	24.50
-15.21	<b>2+120</b>	7.02	29.00	<b>4+820</b>	-30.00	-32.50	<b>7+520</b>	-10.00
-2.98	<b>2+140</b>	2.74	38.00	<b>4+840</b>	-35.50	-24.00	<b>7+540</b>	5.50
-14.84	<b>2+160</b>	15.97	43.00	<b>4+860</b>	-43.00	-24.00	<b>7+560</b>	3.00
8.04	<b>2+180</b>	2.42	43.00	<b>4+880</b>	-43.00	-4.09	<b>7+580</b>	13.72
3.8	<b>2+200</b>	-18.36	41.00	<b>4+900</b>	-41.00	-5.50	<b>7+600</b>	8.50
28.29	<b>2+220</b>	-25.76	34.00	<b>4+920</b>	-35.50	-4.50	<b>7+620</b>	19.50
22.55	<b>2+240</b>	-26.77	31.50	<b>4+940</b>	-31.50	-29.50	<b>7+640</b>	31.50
29.26	<b>2+260</b>	-13.87	33.50	<b>4+960</b>	-34.50	-2.50	<b>7+660</b>	-6.50
22.17	<b>2+280</b>	-12.73	38.50	<b>4+980</b>	-39.00	13.00	<b>7+680</b>	-2.00
6.6	<b>2+300</b>	-4.74	41.50	<b>5+000</b>	-40.00	25.50	<b>7+700</b>	-26.50
6.14	<b>2+320</b>	-23.19	-32.50	<b>5+020</b>	34.50	8.50	<b>7+720</b>	-11.00
18.09	<b>2+340</b>	-29.63	-40.00	<b>5+040</b>	40.50	2.00	<b>7+740</b>	-11.00
23.92	<b>2+360</b>	-27.62	-40.00	<b>5+060</b>	41.50	13.00	<b>7+760</b>	-15.50
25.26	<b>2+380</b>	-25.46	-36.50	<b>5+080</b>	38.50	25.50	<b>7+780</b>	-25.50
13.78	<b>2+400</b>	-24.88	-42.00	<b>5+100</b>	42.50	23.00	<b>7+800</b>	-20.50
25.95	<b>2+420</b>	-25.54	-7.50	<b>5+120</b>	10.50	-5.00	<b>7+820</b>	4.50
30.71	<b>2+440</b>	-29.36	-9.50	<b>5+140</b>	10.00	-39.50	<b>7+840</b>	32.50
36.84	<b>2+460</b>	-31.36	-29.50	<b>5+160</b>	30.00	-25.00	<b>7+860</b>	24.50
15.97	<b>2+480</b>	-15.27	-31.50	<b>5+180</b>	35.00	-17.50	<b>7+880</b>	17.50
1012	<b>2+500</b>	-12.38	-38.00	<b>5+200</b>	38.50	-23.50	<b>7+900</b>	26.50
9.27	<b>2+520</b>	-20.34	-37.50	<b>5+220</b>	39.00	-14.00	<b>7+920</b>	31.00
18.95	<b>2+540</b>	-32.27	-38.00	<b>5+240</b>	38.50	-20.00	<b>7+940</b>	20.00
-3.38	<b>2+560</b>	-7295	-28.50	<b>5+260</b>	33.00	-22.00	<b>7+960</b>	23.00
19.84	<b>2+580</b>	-41.67	-39.00	<b>5+280</b>	42.00	-20.50	<b>7+980</b>	21.50
35.94	<b>2+600</b>	-33.73	-27.50	<b>5+300</b>	34.00	-22.00	<b>8+000</b>	28.50
36.39	<b>2+620</b>	-34.31	-29.50	<b>5+320</b>	34.50	8.00	<b>8+020</b>	-7.50
35.88	<b>2+640</b>	-42.19	-41.00	<b>5+340</b>	42.00	17.50	<b>8+040</b>	-17.50
40.78	<b>2+660</b>	-4.64	-36.50	<b>5+360</b>	46.00	-5.50	<b>8+060</b>	5.50
29.2	<b>2+680</b>	-29.19	-38.50	<b>5+380</b>	48.00			
15.74	<b>2+700</b>	-39.45	-33.50	<b>5+400</b>	-4.50			

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Pendientes longitudinales de la vía.*

Progresiva		Ancho de Superficie de Rodadura	Pendiente longitudinal (%)	
De Km	Al km		Max	Min
0+000	0+500	4.00	24.11	3.67
0+500	1+000	4.00	-23.98	-1.85
1+000	1+500	4.00	37.45	-0.98
1+500	2+000	4.00	-26.50	-0.59

2+000	2+500	4.00	38.86	-0.88
2+500	3+000	4.00	40.77	-4.85
3+000	3+500	4.00	34.60	0.35
3+500	4+000	4.00	60.13	-0.56
4+000	4+500	4.00	41.00	-3.99
4+500	5+000	4.00	39.11	0.92
5+000	5+500	4.00	39.44	-0.38
5+500	6+000	4.00	40.56	1.10
6+000	6+500	4.00	43.74	-0.22
6+500	7+000	4.00	37.05	-2.77
7+000	7+500	4.00	-37.34	-6.62
7+500	8+072	4.00	41.09	-6.06

Fuente: Elaboración propia.

### **Pendientes transversales:**

Promedio de % Pendiente Izquierda = 26.80

Promedio de % Pendiente Derecha = 42.36

El terreno en estudio, de acuerdo a sus Pendientes Transversales, se encuentra dentro de los indicadores de un Terreno Ondulado (Tipo 2) por estar entre 11% y 50%.

### **Pendientes longitudinales:**

Promedio de % Pendiente Máxima = 37.86

El terreno en estudio, de acuerdo a sus Pendientes Longitudinales, se encuentra dentro de los indicadores de un Terreno Escarpado (Tipo 4) por tener pendientes mayores al 8%.

De acuerdo al análisis de los pendientes transversales y longitudinales, se determinó que el terreno se encuentra dentro de la clasificación por orografía como un **Terreno Escarpado (Tipo 4)**, evaluando la situación más crítica.

De acuerdo al segundo objetivo específico, para la elaboración de la planimetría de estudio se procesó la data obtenida en campo mediante el software Civil 3D resultando los planos de cortes longitudinales como se muestran en las láminas PP-01, PP-02, PP-03, PP-04, PP-05, PP-06, PP-07, PP-08 y los planos de secciones transversales como se muestran en las láminas ST-01, ST-02, ST-03, ST-04, ST-05, ST-06, ST-07, ST-08, ST-09 y ST-10. Los cuales están presentados en los anexos.

De acuerdo al tercer objetivo específico, se realizó un estudio de mecánica de suelos con la finalidad de complementar el análisis geométrico y diseñar el afirmado del camino vecinal, respaldando la información obtenida por las 4 calicatas distribuidas en el tramo de estudio como se muestra en la tabla 11. El diseño está basado por medio del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo que el suelo de apoyo está compuesto por cobertura vegetal, gravas, arcillas y roca, no presenta Napa freática y los cloruros y sales solubles presentes tienen un nivel de agresividad insignificante, los datos favorables manifiestan que no será necesario el uso de cementos especiales, pero debido a la humedad y escorrentías a la que se va a estar expuesto el concreto se recomienda utilizar el diseño del concreto cemento portland tipo II para futura pavimentación de la vía.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las calicatas del camino carrozable.

**Tabla 7**

*Espesor de la capa de afirmado*

Calicata	Coordenada	Muestra	Profundidad (m)	CBR (95%)	Calidad de la subrasante	Espesor de Afirmado calculado (mm)	Espesor afirmado en (cm)
C-1	628764.156 9438395.16	M-01	0.2-0.8	4.4	Pobre	239.59	25



C-2	629429.811	9437265.76	M-01	0.00-1.00	27.4	Muy buena	79.37	150
C-3	629320.152	9436495.21	M-01	0.20-1.00	23.3	Muy buena	86.97	150
C-4	629287.992	9435361.69	M-01	0.20-1.1	28.8	Muy buena	77.29	150

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al objetivo general, se realizó el análisis geométrico y el diseño del afirmado del camino vecinal Caserío Culebreros – Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura. Para el análisis geométrico se utilizaron los parámetros establecidos en el Manual de Carretera DG – 2018, los cuales presentamos a continuación.

#### 4.1.1.2 Vehículo de diseño

Para seleccionar el vehículo de diseño se tomó en cuenta la composición del tráfico, se considera como vehículo de diseño aquel que con sus características y proporciones físicas condicionan las características de proyecto de carretera.

**Tabla 8**

#### Tráfico Semanal por tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	0	0.00
Camioneta	106	86.89
C.R.	11	9.02
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	5	4.10
Camión 3E	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>122</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como vehículo de diseño se utilizará el Camión de 2 ejes puesto que características físicas del mismo, influyen directamente en las condiciones físicas que tendrá la carretera.



## 4.1.2 Diseño Geométrico en Planta

De acuerdo al procesamiento de datos, se obtuvo la siguiente tabla de elementos de las curvas horizontales en Planta.

**Tabla 10**

*Elementos de las Curvas horizontales en Planta.*

PI	DELTA	SENTIDO	RADIO	TANGENTE	LC	EXTERNA	PC	PT	PI	NORTE	ESTE
PI:1	27°09'15	I	12.51	3.02	5.87	0.36	0+221.76	0+227.68	0+224.78	9434693.08	629262.2
PI:2	17°18'00	I	30	4.56	9.02	0.35	0+230.14	0+239.20	0+234.70	9434702.3	629259.04
PI:3	62°59'07	D	3.62	2.22	3.78	0.62	0+258.69	0+262.67	0+260.91	9434722.55	629242.51
PI:4	32°30'38	D	3.83	1.12	2.14	0.16	0+268.37	0+270.55	0+269.49	9434730.44	629246.91
PI:5	28°37'54	I	17.84	4.55	8.82	0.57	0+285.70	0+294.62	0+290.25	9434740.34	629265.23
PI:6	25°32'44	D	36.31	8.23	16.06	0.92	0+295.40	0+311.59	0+303.63	9434751.71	629272.62
PI:7	25°25'30	I	23.73	5.35	10.44	0.6	0+419.97	0+430.50	0+425.32	9434821.12	629369
PI:8	80°12'38	I	9.04	7.61	11.64	2.78	0+488.63	0+501.29	0+496.25	9434890.14	629351.92
PI:9	35°30'35	D	51.76	16.57	31.57	2.59	0+566.68	0+598.76	0+583.25	9434867.18	629266.33
PI:10	43°31'29	D	21.78	8.69	16.15	1.67	0+628.26	0+644.81	0+636.96	9434894.48	629222.28
PI:11	27°18'38	I	49.16	11.94	23.21	1.43	0+659.14	0+682.57	0+671.08	9434928.45	629230.61
PI:12	25°06'03	D	29.47	6.56	12.81	0.72	0+704.33	0+717.24	0+710.89	9434963.92	629213.49
PI:13	35°06'53	I	27.86	8.82	16.81	1.36	0+817.10	0+834.17	0+825.91	9435077.78	629218.46
PI:14	44°19'44	I	16.67	6.79	12.58	1.33	0+953.30	0+966.20	0+960.09	9435185.11	629137.7
PI:15	36°58'47	D	14.64	4.9	9.29	0.8	1+019.11	1+028.56	1+024.01	9435205.6	629076.44
PI:16	65°56'14	I	5.62	3.64	6.12	1.08	1+056.61	1+063.08	1+060.26	9435235.75	629055.7
PI:17	55°55'39	I	3.79	2.01	3.55	0.5	1+077.07	1+080.76	1+079.08	9435232.96	629036.31
PI:18	41°16'53	D	9.1	3.43	6.41	0.62	1+085.21	1+091.77	1+088.64	9435224.77	629030.78

PI	DELTA	SENTIDO	RADIO	TANGENTE	LC	EXTERNA	PC	PT	PI	NORTE	ESTE
PI:19	34°21'23	D	9.53	2.95	5.63	0.44	1+135.56	1+141.27	1+138.51	9435205.65	628985.18
PI:20	25°57'56	D	19.4	4.47	8.72	0.51	1+164.00	1+172.79	1+168.48	9435208.2	628955.4
PI:21	28°57'31	I	22.34	5.77	11.17	0.73	1+188.66	1+199.95	1+194.43	9435221.71	628933.41
PI:22	20°00'34	D	32.19	5.68	11.19	0.5	1+212.39	1+223.63	1+218.07	9435219.68	628909.61
PI:23	18°59'20	I	13.54	2.26	4.47	0.19	1+253.16	1+257.64	1+255.42	9435226.09	628872.97
PI:24	24°28'59	D	16.49	3.58	6.99	0.38	1+265.42	1+272.46	1+268.99	9435221.19	628860.27
PI:25	62°28'06	D	1.81	1.1	1.87	0.31	1+273.60	1+275.57	1+274.69	9435221.54	628854.47
PI:26	59°30'50	D	1.61	0.92	1.6	0.24	1+278.73	1+280.41	1+279.65	9435226.27	628852.35
PI:27	38°40'19	I	7.47	2.62	4.95	0.45	1+448.53	1+453.58	1+451.16	9435337.86	628978.28
PI:28	60°30'03	D	6.79	3.96	6.84	1.07	1+490.23	1+497.40	1+494.19	9435380.46	628971.11
PI:29	37°58'30	D	9.69	3.33	6.31	0.56	1+520.40	1+526.82	1+523.73	9435389.97	628999.2
PI:30	29°47'20	I	13.44	3.58	6.91	0.47	1+532.18	1+539.17	1+535.76	9435384.71	629010.29
PI:31	34°59'40	I	10.71	3.38	6.44	0.52	1+546.94	1+553.48	1+550.31	9435387.68	629024.47
PI:32	39°26'07	D	5.77	2.07	3.9	0.36	1+576.39	1+580.37	1+578.46	9435410.29	629041.08
PI:33	48°05'09	D	7.37	3.29	6.01	0.7	1+584.10	1+590.28	1+587.39	9435410.36	629050.17
PI:34	34°12'48	I	11.09	3.41	6.53	0.51	1+605.50	1+612.13	1+608.92	9435394.17	629064.95
PI:35	25°07'24	I	20.58	4.59	8.95	0.5	1+813.65	1+822.68	1+818.24	9435351.98	629269.25
PI:36	24°59'18	I	31.68	7.02	13.71	0.77	1+831.52	1+845.34	1+838.54	9435359.99	629287.49
PI:37	23°13'14	I	39.8	8.18	16.02	0.83	1+894.82	1+910.95	1+903.00	9435420.32	629309.94
PI:38	26°52'17	I	21.39	5.11	9.94	0.6	1+928.96	1+938.99	1+934.07	9435450.67	629303.56
PI:39	27°49'28	D	30.89	7.65	14.86	0.93	2+075.24	2+090.25	2+082.89	9435524.12	629176.39
PI:40	41°41'22	I	15.42	5.87	10.97	1.08	2+136.85	2+148.07	2+142.72	9435578.7	629154.38
PI:41	43°43'54	D	8.08	3.24	6.02	0.63	2+183.94	2+190.11	2+187.19	9435617.59	629137.1
PI:42	27°40'43	I	24.39	6.01	11.67	0.73	2+237.49	2+249.27	2+243.49	9435619.98	629190.48
PI:43	24°12'58	I	50.34	10.8	21.12	1.15	2+266.77	2+288.05	2+277.57	9435635.47	629220.6
PI:44	46°33'02	D	13.55	5.83	10.71	1.2	2+307.44	2+318.45	2+313.27	9435668.47	629233.55
PI:45	39°32'25	D	11.06	3.97	7.48	0.69	2+345.05	2+352.68	2+349.02	9435682.11	629266.9
PI:46	23°13'15	I	26.45	5.43	10.65	0.55	2+404.36	2+415.07	2+409.79	9435646.47	629315.25
PI:47	46°32'26	I	15.33	6.59	12.11	1.36	2+460.68	2+473.14	2+467.28	9435658.05	629368.12

PI	DELTA	SENTIDO	RADIO	TANGENTE	LC	EXTERNA	PC	PT	PI	NORTE	ESTE
PI:48	23°59'00	D	25.8	5.48	10.72	0.58	2+516.72	2+527.52	2+522.20	9435713.69	629368.83
PI:49	31°19'25	D	17.9	5.02	9.66	0.69	2+551.21	2+560.99	2+556.23	9435713.53	629398.18
PI:79	31°12'10	I	31.99	8.93	17.21	1.22	4+461.34	4+478.76	4+470.27	9436939.56	629059.92
PI:80	29°57'50	I	18.59	4.97	9.61	0.65	4+493.70	4+503.42	4+498.68	9436951.11	629033.72
PI:81	46°46'14	D	6.54	2.83	5.19	0.59	4+509.77	4+515.12	4+512.60	9436947.18	629020.12
PI:82	35°55'09	D	17.5	5.67	10.79	0.9	4+526.13	4+537.10	4+531.80	9436957.14	629003.34
PI:83	35°08'56	D	21.73	6.88	13.12	1.06	4+668.30	4+681.63	4+675.18	9437067.56	628921.29
PI:84	98°42'24	I	6.19	7.21	9.4	3.31	4+747.42	4+758.09	4+754.64	9437139.93	628889.08
PI:85	58°21'53	I	5.76	3.21	5.61	0.84	4+758.44	4+764.30	4+761.65	9437133.07	628880.78
PI:86	29°07'28	D	32.27	8.38	16.23	1.07	4+890.12	4+906.52	4+898.50	9437003.52	628904.42
PI:87	29°23'38	I	8.64	2.27	4.38	0.29	4+987.61	4+992.05	4+989.88	9436916.1	628890.03
PI:88	68°12'19	D	2.2	1.49	2.47	0.46	4+998.89	5+001.51	5+000.38	9436909.44	628898.26
PI:89	62°14'08	D	6.61	3.99	6.83	1.11	5+006.38	5+013.56	5+010.37	9436900.5	628893.69
PI:90	52°06'56	D	5.45	2.67	4.79	0.62	5+015.11	5+020.07	5+017.78	9436903.12	628885.92
PI:91	48°16'23	I	22.86	10.24	18.7	2.19	5+095.11	5+114.37	5+105.36	9436989	628868.89
PI:92	17°36'26	D	34.7	5.37	10.62	0.41	5+155.86	5+166.52	5+161.23	9436989.89	628814.91
PI:93	29°38'49	I	6.35	1.68	3.25	0.22	5+240.65	5+243.94	5+242.33	9437051.84	628771.87
PI:94	62°32'12	I	3.59	2.18	3.73	0.61	5+297.18	5+301.10	5+299.36	9437081.14	628726.41
PI:95	33°52'10	D	21.84	6.65	12.72	0.99	5+308.65	5+321.56	5+315.30	9437076.68	628710.65
PI:96	49°50'03	I	14.52	6.75	12.24	1.49	5+411.13	5+423.76	5+417.87	9437128.26	628627.61
PI:97	59°13'19	D	13.22	7.52	13.07	1.99	5+485.35	5+499.02	5+492.86	9437079.48	628570.6
PI:98	53°33'00	I	16.45	8.3	14.82	1.98	5+539.18	5+554.55	5+547.48	9437120.4	628533.51
PI:99	55°37'25	D	14.92	7.87	13.93	1.95	5+589.64	5+604.13	5+597.51	9437102.13	628487.18
PI:100	54°13'01	D	17.5	8.96	15.95	2.16	5+630.77	5+647.33	5+639.73	9437119.07	628447.15
PI:101	37°22'32	I	25.49	8.62	16.33	1.42	5+703.15	5+719.78	5+711.77	9437188.07	628442.89
PI:102	38°41'06	D	20.18	7.08	13.37	1.21	5+763.18	5+776.81	5+770.27	9437210.82	628391.04

PI	DELTA	SENTIDO	RADIO	TANGENTE	LC	EXTERNA	PC	PT	PI	NORTE	ESTE
PI:103	32°45'30	D	21.42	6.29	12.08	0.91	5+862.18	5+874.42	5+868.47	9437290.36	628443.92
PI:104	33°39'21	D	19.61	5.93	11.35	0.88	5+875.54	5+887.06	5+881.47	9437295.76	628456.13
PI:105	50°16'40	I	12.95	6.08	11.01	1.36	5+978.41	5+989.77	5+984.48	9437325.37	628543.94
PI:106	63°21'27	I	9.87	6.09	10.37	1.73	6+079.67	6+090.59	6+085.77	9437417.47	628518.78
PI:107	34°36'03	D	28.88	8.99	17.18	1.37	6+245.88	6+263.32	6+254.87	9437529.12	628397.7
PI:108	36°50'08	D	22.29	7.42	14.08	1.2	6+286.14	6+300.47	6+293.56	9437558.45	628418.76
PI:109	54°09'37	I	16.3	8.33	14.84	2.01	6+336.23	6+351.64	6+344.57	9437550.92	628469.47
PI:110	29°18'38	D	16.91	4.42	8.56	0.57	6+437.00	6+445.65	6+441.42	9437634.62	628510.61
PI:111	25°59'03	I	34.45	7.95	15.49	0.91	6+456.31	6+471.94	6+464.26	9437630.03	628532.46
PI:112	62°08'41	I	12.28	7.4	12.67	2.06	6+474.88	6+488.20	6+482.28	9437629.08	628550.72
PI:113	58°14'59	D	11.01	6.13	10.71	1.59	6+548.68	6+559.87	6+554.81	9437699.58	628561.2
PI:114	33°24'43	I	23.36	7.01	13.43	1.03	6+732.32	6+745.94	6+739.33	9437703.32	628742.08
PI:115	45°54'38	I	19.33	8.19	15.07	1.66	6+880.89	6+896.38	6+889.08	9437822.99	628824.39
PI:116	44°36'29	D	9.56	3.92	7.25	0.77	6+977.34	6+984.78	6+981.26	9437905.57	628787.73
PI:117	42°05'00	I	15.5	5.96	11.13	1.11	7+090.73	7+102.12	7+096.70	9437939.44	628893.88
PI:118	43°31'01	I	14.05	5.61	10.41	1.08	7+105.83	7+116.50	7+111.44	9437949.41	628883.8
PI:119	43°32'52	I	20.52	8.2	15.22	1.58	7+293.01	7+308.60	7+301.20	9438085.52	628825.61
PI:120	44°42'31	D	18.97	7.8	14.43	1.54	7+369.74	7+384.54	7+377.54	9438144.83	628784.12
PI:121	54°24'33	I	12.18	6.26	11.13	1.51	7+484.07	7+495.64	7+490.33	9438146.9	628887.68
PI:122	37°09'46	D	19.42	6.53	12.37	1.07	7+609.62	7+622.21	7+616.15	9438262.58	628877.09
PI:123	40°36'38	I	13.44	4.97	9.33	0.89	7+649.13	7+658.66	7+654.10	9438298.43	628886.34
PI:124	35°04'51	D	8.88	2.81	5.35	0.43	7+710.04	7+715.48	7+712.85	9438326.73	628840.06
PI:125	69°17'48	D	8.01	5.53	9.11	1.73	7+814.89	7+824.57	7+820.42	9438382.76	628754.34
PI:126	71°04'13	I	7.36	5.26	8.56	1.68	7+853.88	7+863.01	7+859.14	9438399.9	628787.69
PI:127	74°50'17	I	5.91	4.52	7.18	1.53	8+007.24	8+014.96	8+011.76	9438522.87	628849.55
PI:128	34°09'54	D	19.06	5.86	11.2	0.88	8+038.44	8+049.80	8+044.29	9438529.55	628817.01

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.1 Tramos en tangente

Las longitudes de tramos en tangente de la Tabla 14 están basadas en las fórmulas del Manual de Carreteras DG 2018, las cuales son las siguientes:

$$L \text{ min.: } 1.39 V$$

$$L \text{ máx.: } 16.70 V$$

Dónde:

L mín.: Longitud mínima (m) para trazados en "S".

L máx.: Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

**Tabla 11**

*Verificación de la longitud en tramos en tangente.*

P. I	Radio (m)	Deflexión	Sentido	Tramo en tangente	L T.T (m)	Tipo "S" u "O"	Lmin (m)	Verificación
INICIO		-	-	INICIO - PI:1	221.76	-		
PI:1	12.51	27°09'15	I	PI:1 - PI:2	2.46	Lim.o	83	No cumple
PI:2	30	17°18'00	I	PI:2 - PI:3	19.49	Lim.s	42	No cumple
PI:3	3.62	62°59'07	D	PI:3 - PI:4	5.70	Lim.o	83	No cumple
PI:4	3.83	32°30'38	D	PI:4 - PI:5	15.15	Lim.s	42	No cumple
PI:5	17.84	28°37'54	I	PI:5 - PI:6	0.78	Lim.s	42	No cumple
PI:6	36.31	25°32'44	D	PI:6 - PI:7	108.38	Lim.s	42	Cumple
PI:7	23.73	25°25'30	I	PI:7 - PI:8	58.13	Lim.o	83	No cumple
PI:8	9.04	80°12'38	I	PI:8 - PI:9	65.39	Lim.s	42	Cumple
PI:9	51.76	35°30'35	D	PI:9 - PI:10	29.50	Lim.o	83	No cumple
PI:10	21.78	43°31'29	D	PI:10 - PI:11	14.33	Lim.s	42	No cumple
PI:11	49.16	27°18'38	I	PI:11 - PI:12	21.76	Lim.s	42	No cumple
PI:12	29.47	25°06'03	D	PI:12 - PI:13	99.86	Lim.s	42	Cumple
PI:13	27.86	35°06'53	I	PI:13 - PI:14	119.13	Lim.o	83	Cumple
PI:14	16.67	44°19'44	I	PI:14 - PI:15	52.91	Lim.s	42	Cumple
PI:15	14.64	36°58'47	D	PI:15 - PI:16	28.05	Lim.s	42	No cumple
PI:16	5.62	65°56'14	I	PI:16 - PI:17	13.99	Lim.o	83	No cumple
PI:17	3.79	55°55'39	I	PI:17 - PI:18	4.45	Lim.s	42	No cumple
PI:18	9.1	41°16'53	D	PI:18 - PI:19	43.79	Lim.o	83	No cumple
PI:19	9.53	34°21'23	D	PI:19 - PI:20	22.73	Lim.o	83	No cumple

PI:20	19.4	25°57'56	D	PI:20 - PI:21	15.87	Lim.s	42	No cumple
PI:21	22.34	28°57'31	I	PI:21 - PI:22	12.44	Lim.s	42	No cumple
PI:22	32.19	20°00'34	D	PI:22 - PI:23	29.53	Lim.s	42	No cumple
PI:23	13.54	18°59'20	I	PI:23 - PI:24	7.78	Lim.s	42	No cumple
PI:24	16.49	24°28'59	D	PI:24 - PI:25	1.14	Lim.o	83	No cumple
PI:25	1.81	62°28'06	D	PI:25 - PI:26	3.16	Lim.o	83	No cumple
PI:26	1.61	59°30'50	D	PI:26 - PI:27	168.12	Lim.s	42	Cumple
PI:27	7.47	38°40'19	I	PI:27 - PI:28	36.65	Lim.s	42	No cumple
PI:28	6.79	60°30'03	D	PI:28 - PI:29	23.00	Lim.o	83	No cumple
PI:29	9.69	37°58'30	D	PI:29 - PI:30	5.36	Lim.s	42	No cumple
PI:30	13.44	29°47'20	I	PI:30 - PI:31	7.77	Lim.o	83	No cumple
PI:31	10.71	34°59'40	I	PI:31 - PI:32	22.91	Lim.s	42	No cumple
PI:32	5.77	39°26'07	D	PI:32 - PI:33	3.73	Lim.o	83	No cumple
PI:33	7.37	48°05'09	D	PI:33 - PI:34	15.22	Lim.s	42	No cumple
PI:34	11.09	34°12'48	I	PI:34 - PI:35	201.52	Lim.o	83	Cumple
PI:35	20.58	25°07'24	I	PI:35 - PI:36	8.84	Lim.o	83	No cumple
PI:36	31.68	24°59'18	I	PI:36 - PI:37	49.48	Lim.o	83	No cumple
PI:37	39.8	23°13'14	I	PI:37 - PI:38	18.01	Lim.o	83	No cumple
PI:38	21.39	26°52'17	I	PI:38 - PI:39	136.25	Lim.s	42	Cumple
PI:39	30.89	27°49'28	D	PI:39 - PI:40	46.60	Lim.s	42	Cumple
PI:40	15.42	41°41'22	I	PI:40 - PI:41	35.87	Lim.s	42	No cumple
PI:41	8.08	43°43'54	D	PI:41 - PI:42	47.38	Lim.s	42	Cumple
PI:42	24.39	27°40'43	I	PI:42 - PI:43	17.50	Lim.o	83	No cumple
PI:43	50.34	24°12'58	I	PI:43 - PI:44	19.39	Lim.s	42	No cumple
PI:44	13.55	46°33'02	D	PI:44 - PI:45	26.60	Lim.o	83	No cumple
PI:45	11.06	39°32'25	D	PI:45 - PI:46	51.68	Lim.s	42	Cumple
PI:46	26.45	23°13'15	I	PI:46 - PI:47	45.61	Lim.o	83	No cumple
PI:47	15.33	46°32'26	I	PI:47 - PI:48	43.58	Lim.s	42	Cumple
PI:48	25.8	23°59'00	D	PI:48 - PI:49	23.69	Lim.o	83	No cumple
PI:49	17.9	31°19'25	D	PI:49 - PI:50	14.89	Lim.s	42	No cumple
PI:50	6.06	43°44'34	I	PI:50 - PI:51	19.87	Lim.o	83	No cumple
PI:51	4.76	54°40'48	I	PI:51 - PI:52	64.59	Lim.o	83	No cumple
PI:52	20.82	35°05'42	I	PI:52 - PI:53	11.71	Lim.s	42	No cumple
PI:53	5.53	63°52'07	D	PI:53 - PI:54	153.87	Lim.s	42	Cumple
PI:54	46.32	19°32'39	I	PI:54 - PI:55	15.24	Lim.s	42	No cumple
PI:55	9.89	35°53'50	D	PI:55 - PI:56	45.57	Lim.s	42	Cumple
PI:56	4.58	92°13'45	I	PI:56 - PI:57	149.12	Lim.o	83	Cumple
PI:57	19.76	33°40'11	I	PI:57 - PI:58	7.31	Lim.o	83	No cumple
PI:58	4.82	70°05'33	I	PI:58 - PI:59	33.46	Lim.s	42	No cumple
PI:59	4.8	54°52'29	D	PI:59 - PI:60	2.14	Lim.s	42	No cumple
PI:60	2.82	55°32'23	I	PI:60 - PI:61	31.02	Lim.s	42	No cumple
PI:61	40.3	22°52'55	D	PI:61 - PI:62	9.58	Lim.s	42	No cumple
PI:62	4.15	62°43'37	I	PI:62 - PI:63	2.95	Lim.s	42	No cumple



PI:63	5.41	40°16'34	D	PI:63 - PI:64	11.93	Lim.o	83	No cumple
PI:64	7.33	47°01'24	D	PI:64 - PI:65	3.72	Lim.o	83	No cumple
PI:65	2.6	57°16'59	D	PI:65 - PI:66	58.13	Lim.o	83	No cumple
PI:66	17.46	39°24'54	D	PI:66 - PI:67	71.19	Lim.s	42	Cumple
PI:67	3.4	78°15'01	I	PI:67 - PI:68	80.99	Lim.s	42	Cumple
PI:68	3.14	53°50'21	D	PI:68 - PI:69	54.62	Lim.s	42	Cumple
PI:69	28.81	32°25'22	I	PI:69 - PI:70	20.36	Lim.s	42	No cumple
PI:70	28.51	48°13'26	D	PI:70 - PI:71	54.71	Lim.s	42	Cumple
PI:71	13.63	71°58'08	I	PI:71 - PI:72	16.62	Lim.s	42	No cumple
PI:72	7.42	54°19'52	D	PI:72 - PI:73	22.94	Lim.s	42	No cumple
PI:73	28.85	40°47'47	I	PI:73 - PI:74	205.71	Lim.o	83	Cumple
PI:74	71.41	29°07'13	I	PI:74 - PI:75	262.87	Lim.o	83	Cumple
PI:75	3.14	120°46'37	I	PI:75 - PI:76	21.30	Lim.s	42	No cumple
PI:76	2.48	102°50'06	D	PI:76 - PI:77	62.10	Lim.s	42	Cumple
PI:77	13.64	41°21'06	I	PI:77 - PI:78	23.23	Lim.s	42	No cumple
PI:78	7.62	90°36'24	D	PI:78 - PI:79	79.38	Lim.s	42	Cumple
PI:79	31.99	31°12'10	I	PI:79 - PI:80	14.94	Lim.o	83	No cumple
PI:80	18.59	29°57'50	I	PI:80 - PI:81	6.35	Lim.s	42	No cumple
PI:81	6.54	46°46'14	D	PI:81 - PI:82	11.01	Lim.o	83	No cumple
PI:82	17.5	35°55'09	D	PI:82 - PI:83	131.20	Lim.o	83	Cumple
PI:83	21.73	35°08'56	D	PI:83 - PI:84	65.79	Lim.s	42	Cumple
PI:84	6.19	98°42'24	I	PI:84 - PI:85	0.35	Lim.o	83	No cumple
PI:85	5.76	58°21'53	I	PI:85 - PI:86	125.82	Lim.s	42	Cumple
PI:86	32.27	29°07'28	D	PI:86 - PI:87	81.09	Lim.s	42	Cumple
PI:87	8.64	29°23'38	I	PI:87 - PI:88	6.84	Lim.s	42	No cumple
PI:88	2.2	68°12'19	D	PI:88 - PI:89	4.87	Lim.o	83	No cumple
PI:89	6.61	62°14'08	D	PI:89 - PI:90	1.55	Lim.o	83	No cumple
PI:90	5.45	52°06'56	D	PI:90 - PI:91	75.04	Lim.s	42	Cumple
PI:91	22.86	48°16'23	I	PI:91 - PI:92	41.49	Lim.s	42	No cumple
PI:92	34.7	17°36'26	D	PI:92 - PI:93	74.13	Lim.s	42	Cumple
PI:93	6.35	29°38'49	I	PI:93 - PI:94	53.24	Lim.o	83	No cumple
PI:94	3.59	62°32'12	I	PI:94 - PI:95	7.55	Lim.s	42	No cumple
PI:95	21.84	33°52'10	D	PI:95 - PI:96	89.57	Lim.s	42	Cumple
PI:96	14.52	49°50'03	I	PI:96 - PI:97	61.59	Lim.s	42	Cumple
PI:97	13.22	59°13'19	D	PI:97 - PI:98	40.16	Lim.s	42	No cumple
PI:98	16.45	53°33'00	I	PI:98 - PI:99	35.09	Lim.s	42	No cumple
PI:99	14.92	55°37'25	D	PI:99 - PI:100	26.64	Lim.o	83	No cumple
PI:100	17.5	54°13'01	D	PI:100 - PI:101	55.82	Lim.s	42	Cumple
PI:101	25.49	37°22'32	I	PI:101 - PI:102	43.40	Lim.s	42	Cumple
PI:102	20.18	38°41'06	D	PI:102 - PI:103	85.37	Lim.o	83	Cumple
PI:103	21.42	32°45'30	D	PI:103 - PI:104	1.12	Lim.o	83	No cumple
PI:104	19.61	33°39'21	D	PI:104 - PI:105	91.35	Lim.s	42	Cumple
PI:105	12.95	50°16'40	I	PI:105 - PI:106	89.90	Lim.o	83	Cumple

PI:106	9.87	63°21'27	I	PI:106 - PI:107	155.29	Lim.s	42	Cumple
PI:107	28.88	34°36'03	D	PI:107 - PI:108	22.82	Lim.o	83	No cumple
PI:108	22.29	36°50'08	D	PI:108 - PI:109	35.76	Lim.s	42	No cumple
PI:109	16.3	54°09'37	I	PI:109 - PI:110	85.36	Lim.s	42	Cumple
PI:110	16.91	29°18'38	D	PI:110 - PI:111	10.66	Lim.s	42	No cumple
PI:111	34.45	25°59'03	I	PI:111 - PI:112	2.94	Lim.o	83	No cumple
PI:112	12.28	62°08'41	I	PI:112 - PI:113	60.48	Lim.s	42	Cumple
PI:113	11.01	58°14'59	D	PI:113 - PI:114	172.45	Lim.s	42	Cumple
PI:114	23.36	33°24'43	I	PI:114 - PI:115	134.95	Lim.o	83	Cumple
PI:115	19.33	45°54'38	I	PI:115 - PI:116	80.96	Lim.s	42	Cumple
PI:116	9.56	44°36'29	D	PI:116 - PI:117	105.95	Lim.s	42	Cumple
PI:117	15.5	42°05'00	I	PI:117 - PI:118	3.71	Lim.o	83	No cumple
PI:118	14.05	43°31'01	I	PI:118 - PI:119	176.51	Lim.o	83	Cumple
PI:119	20.52	43°32'52	I	PI:119 - PI:120	61.14	Lim.s	42	Cumple
PI:120	18.97	44°42'31	D	PI:120 - PI:121	99.53	Lim.s	42	Cumple
PI:121	12.18	54°24'33	I	PI:121 - PI:122	113.98	Lim.s	42	Cumple
PI:122	19.42	37°09'46	D	PI:122 - PI:123	26.92	Lim.s	42	No cumple
PI:123	13.44	40°36'38	I	PI:123 - PI:124	51.38	Lim.s	42	Cumple
PI:124	8.88	35°04'51	D	PI:124 - PI:125	99.41	Lim.o	83	Cumple
PI:125	8.01	69°17'48	D	PI:125 - PI:126	29.31	Lim.s	42	No cumple
PI:126	7.36	71°04'13	I	PI:126 - PI:127	144.23	Lim.o	83	Cumple
PI:127	5.91	74°50'17	I	PI:127 - PI:128	23.48	Lim.s	42	No cumple
PI:128	19.06	34°09'54	D	PI:128 - FINAL	22.20	Lim.s	42	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

<b>Cumple</b>	50	39%
<b>No cumple</b>	78	61%

De acuerdo a nuestro estudio, los tramos tangentes en la vía que representan un total de 128 PI, el 61% no cumple con los parámetros de las longitudes mínimas admisibles del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

#### 4.1.2.2 Curvas circulares

##### Radios Mínimos

Según la Tabla 302.02 del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, de acuerdo a la orografía de terreno y a la velocidad de diseño, que en este caso es 30, se puede determinar un Radio Mínimo de 25 m. Se muestra la tabla 15 como verificación.

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

$R_{\text{mín}}$ : Radio Mínimo

$V$ : Velocidad de diseño

$P_{\text{máx}}$ : Peralte máximo asociado a  $V$  (en tanto por uno).

$f_{\text{máx}}$ : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a  $V$ .

**Tabla 12**

*Verificación de Radios Mínimos.*

PI	PC	PT	TIPO DE CURVA	Radio (m)	Rmin (m)	Verificación
PI:1	0+221.76	0+227.68		12.51	25	No cumple
PI:2	0+230.14	0+239.20		30	25	Cumple
PI:3	0+258.69	0+262.67		3.62	25	No cumple
PI:4	0+268.37	0+270.55		3.83	25	No cumple
PI:5	0+285.70	0+294.62		17.84	25	No cumple
PI:6	0+295.40	0+311.59		36.31	25	Cumple
PI:7	0+419.97	0+430.50		23.73	25	No cumple
PI:8	0+488.63	0+501.29		9.04	25	No cumple
PI:9	0+566.68	0+598.76		51.76	25	Cumple
PI:10	0+628.26	0+644.81		21.78	25	No cumple
PI:11	0+659.14	0+682.57		49.16	25	Cumple
PI:12	0+704.33	0+717.24		29.47	25	Cumple
PI:13	0+817.10	0+834.17		27.86	25	Cumple
PI:14	0+953.30	0+966.20		16.67	25	No cumple
PI:15	1+019.11	1+028.56		14.64	25	No cumple
PI:16	1+056.61	1+063.08		5.62	25	No cumple
PI:17	1+077.07	1+080.76		3.79	25	No cumple
PI:18	1+085.21	1+091.77		9.1	25	No cumple
PI:19	1+135.56	1+141.27		9.53	25	No cumple
PI:20	1+164.00	1+172.79		19.4	25	No cumple
PI:21	1+188.66	1+199.95		22.34	25	No cumple
PI:22	1+212.39	1+223.63		32.19	25	Cumple

PI:23	1+253.16	1+257.64		13.54	25	No cumple
PI:24	1+265.42	1+272.46	C.volteo	16.49	25	No cumple
PI:25	1+273.60	1+275.57	C.volteo	1.81	25	No cumple
PI:26	1+278.73	1+280.41	C.volteo	1.61	25	No cumple
PI:27	1+448.53	1+453.58		7.47	25	No cumple
PI:28	1+490.23	1+497.40		6.79	25	No cumple
PI:29	1+520.40	1+526.82		9.69	25	No cumple
PI:30	1+532.18	1+539.17		13.44	25	No cumple
PI:31	1+546.94	1+553.48		10.71	25	No cumple
PI:32	1+576.39	1+580.37		5.77	25	No cumple
PI:33	1+584.10	1+590.28		7.37	25	No cumple
PI:34	1+605.50	1+612.13		11.09	25	No cumple
PI:35	1+813.65	1+822.68		20.58	25	No cumple
PI:36	1+831.52	1+845.34		31.68	25	Cumple
PI:37	1+894.82	1+910.95		39.8	25	Cumple
PI:38	1+928.96	1+938.99		21.39	25	No cumple
PI:39	2+075.24	2+090.25		30.89	25	Cumple
PI:40	2+136.85	2+148.07		15.42	25	No cumple
PI:41	2+183.94	2+190.11		8.08	25	No cumple
PI:42	2+237.49	2+249.27		24.39	25	No cumple
PI:43	2+266.77	2+288.05		50.34	25	Cumple
PI:44	2+307.44	2+318.45		13.55	25	No cumple
PI:45	2+345.05	2+352.68		11.06	25	No cumple
PI:46	2+404.36	2+415.07		26.45	25	Cumple
PI:47	2+460.68	2+473.14		15.33	25	No cumple
PI:48	2+516.72	2+527.52		25.8	25	Cumple
PI:49	2+551.21	2+560.99		17.9	25	No cumple
PI:50	2+575.88	2+580.51		6.06	25	No cumple
PI:51	2+600.38	2+604.92		4.76	25	No cumple
PI:52	2+669.51	2+682.26		20.82	25	No cumple
PI:53	2+693.97	2+700.14		5.53	25	No cumple
PI:54	2+854.01	2+869.81		46.32	25	Cumple
PI:55	2+885.05	2+891.25		9.89	25	No cumple
PI:56	2+936.82	2+944.18		4.58	25	No cumple
PI:57	3+093.30	3+104.92		19.76	25	No cumple
PI:58	3+112.23	3+118.12		4.82	25	No cumple
PI:59	3+151.58	3+156.18		4.8	25	No cumple
PI:60	3+158.32	3+161.06		2.82	25	No cumple
PI:61	3+192.08	3+208.17		40.3	25	Cumple

PI:62	3+217.75	3+222.29		4.15	25	No cumple
PI:63	3+225.24	3+229.04		5.41	25	No cumple
PI:64	3+240.97	3+246.98		7.33	25	No cumple
PI:65	3+250.70	3+253.30		2.6	25	No cumple
PI:66	3+311.43	3+323.44		17.46	25	No cumple
PI:67	3+394.63	3+399.27		3.4	25	No cumple
PI:68	3+480.26	3+483.22		3.14	25	No cumple
PI:69	3+537.84	3+554.14		28.81	25	Cumple
PI:70	3+574.50	3+598.50		28.51	25	Cumple
PI:71	3+653.21	3+670.33		13.63	25	No cumple
PI:72	3+686.95	3+693.99		7.42	25	No cumple
PI:73	3+716.93	3+737.47		28.85	25	Cumple
PI:74	3+943.18	3+979.47		71.41	25	Cumple
PI:75	4+242.34	4+248.97		3.14	25	No cumple
PI:76	4+270.27	4+274.73		2.48	25	No cumple
PI:77	4+336.83	4+346.67		13.64	25	No cumple
PI:78	4+369.90	4+381.96		7.62	25	No cumple
PI:79	4+461.34	4+478.76		31.99	25	Cumple
PI:80	4+493.70	4+503.42		18.59	25	No cumple
PI:81	4+509.77	4+515.12		6.54	25	No cumple
PI:82	4+526.13	4+537.10		17.5	25	No cumple
PI:83	4+668.30	4+681.63		21.73	25	No cumple
PI:84	4+747.42	4+758.09	C.volteo	6.19	25	No cumple
PI:85	4+758.44	4+764.30	C.volteo	5.76	25	No cumple
PI:86	4+890.12	4+906.52		32.27	25	Cumple
PI:87	4+987.61	4+992.05		8.64	25	No cumple
PI:88	4+998.89	5+001.51		2.2	25	No cumple
PI:89	5+006.38	5+013.56	C.volteo	6.61	25	No cumple
PI:90	5+015.11	5+020.07	C.volteo	5.45	25	No cumple
PI:91	5+095.11	5+114.37		22.86	25	No cumple
PI:92	5+155.86	5+166.52		34.7	25	Cumple
PI:93	5+240.65	5+243.94		6.35	25	No cumple
PI:94	5+297.18	5+301.10		3.59	25	No cumple
PI:95	5+308.65	5+321.56		21.84	25	No cumple
PI:96	5+411.13	5+423.76		14.52	25	No cumple
PI:97	5+485.35	5+499.02		13.22	25	No cumple
PI:98	5+539.18	5+554.55		16.45	25	No cumple
PI:99	5+589.64	5+604.13		14.92	25	No cumple
PI:100	5+630.77	5+647.33		17.5	25	No cumple

PI:101	5+703.15	5+719.78		25.49	25	Cumple
PI:102	5+763.18	5+776.81		20.18	25	No cumple
PI:103	5+862.18	5+874.42		21.42	25	No cumple
PI:104	5+875.54	5+887.06		19.61	25	No cumple
PI:105	5+978.41	5+989.77		12.95	25	No cumple
PI:106	6+079.67	6+090.59		9.87	25	No cumple
PI:107	6+245.88	6+263.32		28.88	25	Cumple
PI:108	6+286.14	6+300.47		22.29	25	No cumple
PI:109	6+336.23	6+351.64		16.3	25	No cumple
PI:110	6+437.00	6+445.65		16.91	25	No cumple
PI:111	6+456.31	6+471.94		34.45	25	Cumple
PI:112	6+474.88	6+488.20		12.28	25	No cumple
PI:113	6+548.68	6+559.87		11.01	25	No cumple
PI:114	6+732.32	6+745.94		23.36	25	No cumple
PI:115	6+880.89	6+896.38		19.33	25	No cumple
PI:116	6+977.34	6+984.78		9.56	25	No cumple
PI:117	7+090.73	7+102.12	C.volteo	15.5	25	No cumple
PI:118	7+105.83	7+116.50	C.volteo	14.05	25	No cumple
PI:119	7+293.01	7+308.60		20.52	25	No cumple
PI:120	7+369.74	7+384.54		18.97	25	No cumple
PI:121	7+484.07	7+495.64		12.18	25	No cumple
PI:122	7+609.62	7+622.21		19.42	25	No cumple
PI:123	7+649.13	7+658.66		13.44	25	No cumple
PI:124	7+710.04	7+715.48		8.88	25	No cumple
PI:125	7+814.89	7+824.57		8.01	25	No cumple
PI:126	7+853.88	7+863.01		7.36	25	No cumple
PI:127	8+007.24	8+014.96		5.91	25	No cumple
PI:128	8+038.44	8+049.80		19.06	25	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

<b>Cumple</b>	25	20%
<b>No cumple</b>	103	80%

De acuerdo a nuestro estudio, de los 128 PI que conforman el terreno, el 80% no cumple con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras (DG – 2018).

### 4.1.3 Diseño Geométrico en Perfil

#### 4.1.3.1 Pendiente

Según el Manual de Carreteras (DG – 2018), determina una pendiente mínima de 0.5% y de acuerdo a la velocidad de diseño de 30 km/h, un tránsito menor de 400 vehículos por día y siendo de tercera clase, se le otorga una pendiente máxima de 10%.

**Tabla 13**

*Pendiente de diseño y elemento del alineamiento vertical.*

PI	Tipo de Curva	Pendiente entrada (%)	Pendiente Salida (%)	LC	Cota	PIV
Piv-01	Cóncava	7.22	16.23	36.01	1119.02	0+032.03
Piv-02	Convexa	16.23	9.66	20.00	1137.11	0+143.53
Piv-03	Cóncava	9.66	19.54	7.17	1142.00	0+194.12
Piv-04	Convexa	19.54	9.48	35.40	1149.66	0+233.30
Piv-05	Cóncava	9.48	20.76	20.00	1154.84	0+287.93
Piv-06	Convexa	20.76	16.43	20.00	1169.80	0+360.00
Piv-07	Convexa	16.43	3.67	38.86	1174.80	0+390.43
Piv-08	Cóncava	3.67	14.39	10.00	1175.86	0+419.58
Piv-09	Cóncava	14.39	24.11	8.73	1183.68	0+473.90
Piv-10	Convexa	24.11	10.93	11.35	1189.27	0+497.07
Piv-11	Convexa	10.93	-23.98	14.90	1192.55	0+527.11
Piv-12	Cóncava	-23.98	-15.61	7.10	1181.99	0+571.13
Piv-13	Cóncava	-15.61	-1.85	7.84	1176.54	0+606.06
Piv-14	Cóncava	-1.85	10.74	11.39	1176.23	0+622.83
Piv-15	Cóncava	10.74	20.22	10.00	1177.77	0+637.17
Piv-16	Convexa	20.22	4.76	14.53	1188.53	0+690.40
Piv-17	Cóncava	4.76	20.06	10.00	1189.81	0+717.24
Piv-18	Convexa	20.06	5.64	20.00	1211.57	0+825.71
Piv-19	Cóncava	5.64	16.37	20.00	1216.88	0+920.00
Piv-20	Convexa	16.37	8.90	10.00	1224.01	0+963.52
Piv-21	Cóncava	8.90	23.94	15.00	1228.95	1+019.11
Piv-22	Convexa	23.94	-0.98	13.30	1238.69	1+059.78
Piv-23	Cóncava	-0.98	22.76	9.07	1237.91	1+138.83
Piv-24	Convexa	22.76	12.58	20.00	1250.68	1+194.94

Piv-25	Convexa	12.58	-2.99	10.04	1258.12	1+254.06
Piv-26	Cóncava	-2.99	20.80	10.00	1257.68	1+268.75
Piv-27	Convexa	20.80	10.68	20.00	1268.42	1+320.41
Piv-28	Cóncava	10.68	20.71	20.00	1278.11	1+411.14
Piv-29	Cóncava	20.71	37.46	15.00	1286.00	1+449.26
Piv-30	Convexa	37.46	-11.15	8.07	1303.72	1+496.55
Piv-31	Convexa	-11.15	-26.50	10.00	1300.74	1+523.21
Piv-32	Cóncava	-26.50	-0.59	4.46	1295.72	1+542.18
Piv-33	Cóncava	-0.59	16.53	5.00	1295.66	1+552.24
Piv-34	Convexa	16.53	-17.51	10.00	1301.26	1+586.16
Piv-35	Cóncava	-17.51	1.49	10.00	1297.01	1+610.48
Piv-36	Cóncava	1.49	5.88	20.00	1298.04	1+679.64
Piv-37	Convexa	5.88	-9.08	15.00	1303.74	1+776.72
Piv-38	Cóncava	-9.08	14.70	7.00	1299.72	1+820.99
Piv-39	Cóncava	14.70	19.95	28.58	1314.57	1+921.95
Piv-40	Convexa	19.95	4.48	20.00	1334.65	2+022.58
Piv-41	Cóncava	4.48	15.29	15.00	1336.84	2+071.67
Piv-42	Cóncava	15.29	27.46	9.05	1352.64	2+174.98
Piv-43	Convexa	27.46	-9.95	28.77	1359.42	2+199.68
Piv-44	Cóncava	-9.95	10.71	15.00	1355.01	2+244.04
Piv-45	Cóncava	10.71	25.78	10.00	1358.27	2+274.51
Piv-46	Convexa	25.78	8.77	15.00	1370.47	2+321.84
Piv-47	Convexa	8.77	-13.97	7.41	1373.18	2+352.73
Piv-48	Convexa	-13.97	-26.53	7.36	1370.93	2+368.83
Piv-49	Cóncava	-26.53	-10.67	8.18	1357.41	2+419.79
Piv-50	Cóncava	-10.67	-0.07	15.00	1355.09	2+441.57
Piv-51	Cóncava	-0.07	27.28	9.79	1355.08	2+458.04
Piv-52	Cóncava	27.28	41.24	15.00	1358.86	2+471.90
Piv-53	Convexa	41.24	-25.97	20.01	1382.00	2+528.01
Piv-54	Convexa	-25.97	-38.30	20.00	1374.28	2+557.73
Piv-55	Cóncava	-38.30	27.75	19.04	1357.51	2+601.52
Piv-56	Convexa	27.75	12.10	20.00	1368.00	2+639.32
Piv-57	Cóncava	12.10	37.34	19.79	1372.45	2+676.13
Piv-58	Convexa	37.34	-22.59	15.00	1381.31	2+699.85
Piv-59	Convexa	-22.59	-31.19	10.00	1375.65	2+724.93
Piv-60	Cóncava	-31.19	-4.85	5.00	1372.45	2+735.18
Piv-61	Cóncava	-4.85	15.22	10.00	1367.07	2+846.26
Piv-62	Cóncava	15.22	42.69	10.44	1371.64	2+876.30
Piv-63	Convexa	42.69	-15.05	28.30	1380.32	2+896.64



Piv-64	Cóncava	-15.05	29.09	5.00	1373.59	2+941.36
Piv-65	Convexa	29.09	-22.80	70.28	1391.09	3+001.51
Piv-66	Cóncava	-22.80	-0.96	26.27	1369.98	3+094.13
Piv-67	Cóncava	-0.96	27.58	5.00	1369.72	3+121.56
Piv-68	Convexa	27.58	-6.84	6.37	1378.47	3+153.30
Piv-69	Cóncava	-6.84	35.41	7.40	1378.00	3+160.18
Piv-70	Convexa	35.41	-27.10	15.00	1409.35	3+248.71
Piv-71	Cóncava	-27.10	4.95	10.00	1401.15	3+278.93
Piv-72	Convexa	4.95	-7.37	10.00	1401.75	3+291.03
Piv-73	Convexa	-7.37	-31.12	16.52	1399.75	3+318.12
Piv-74	Cóncava	-31.12	-23.06	15.00	1384.80	3+366.19
Piv-75	Cóncava	-23.06	-4.78	4.42	1379.96	3+387.14
Piv-76	Cóncava	-4.78	34.36	7.65	1379.48	3+397.18
Piv-77	Convexa	34.36	27.03	20.00	1394.94	3+442.17
Piv-78	Convexa	27.03	-23.57	15.02	1404.86	3+478.88
Piv-79	Cóncava	-23.57	1.48	10.00	1391.37	3+536.12
Piv-80	Cóncava	1.48	14.26	5.00	1391.57	3+549.69
Piv-81	Convexa	14.26	-13.10	10.00	1397.14	3+588.75
Piv-82	Cóncava	-13.10	-0.95	20.00	1394.42	3+609.54
Piv-83	Convexa	-0.95	-13.91	5.00	1394.05	3+648.33
Piv-84	Cóncava	-13.91	28.87	10.00	1392.67	3+658.24
Piv-85	Cóncava	28.87	60.13	5.00	1395.31	3+667.39
Piv-86	Convexa	60.13	-33.84	15.00	1409.30	3+690.67
Piv-87	Convexa	-33.84	-55.24	5.00	1403.13	3+708.90
Piv-88	Cóncava	-55.24	-24.81	15.48	1395.46	3+722.79
Piv-89	Cóncava	-24.81	3.13	12.23	1391.57	3+738.49
Piv-90	Cóncava	3.13	25.45	8.75	1393.65	3+805.00
Piv-91	Convexa	25.45	-3.42	10.00	1410.95	3+872.96
Piv-92	Convexa	-3.42	-25.40	20.00	1409.40	3+918.13
Piv-93	Cóncava	-25.40	3.48	10.00	1403.43	3+941.64
Piv-94	Cóncava	3.48	18.01	15.00	1404.96	3+985.52
Piv-95	Convexa	18.01	12.73	20.00	1415.80	4+045.72
Piv-96	Cóncava	12.73	25.36	10.00	1423.54	4+106.51
Piv-97	Convexa	25.36	6.57	10.00	1447.27	4+200.08
Piv-98	Cóncava	6.57	18.61	5.00	1449.75	4+237.80
Piv-99	Cóncava	18.61	40.54	8.03	1455.11	4+266.62
Piv-100	Convexa	40.54	-4.74	5.00	1458.51	4+275.00
Piv-101	Cóncava	-4.74	20.25	10.00	1456.00	4+327.91
Piv-102	Cóncava	20.25	38.61	5.00	1458.80	4+341.75

Piv-103	Convexa	38.61	-3.99	19.99	1472.51	4+377.27
Piv-104	Convexa	-3.99	-15.78	20.00	1471.40	4+405.16
Piv-105	Cóncava	-15.78	0.00	20.00	1464.00	4+452.05
Piv-106	Cóncava	0.00	16.39	5.00	1464.00	4+473.82
Piv-107	Cóncava	16.39	35.55	12.80	1467.26	4+493.69
Piv-108	Convexa	35.55	12.68	10.00	1474.31	4+513.52
Piv-109	Convexa	12.68	-8.71	15.00	1476.63	4+531.87
Piv-110	Cóncava	-8.71	21.63	56.92	1468.96	4+620.00
Piv-111	Convexa	21.63	4.12	5.00	1480.98	4+675.56
Piv-112	Convexa	4.12	-5.63	5.00	1482.23	4+705.94
Piv-113	Cóncava	-5.63	-0.20	5.00	1480.22	4+741.59
Piv-114	Cóncava	-0.20	32.24	5.00	1480.21	4+750.54
Piv-115	Convexa	32.24	13.33	5.00	1484.22	4+762.98
Piv-116	Cóncava	13.33	30.61	16.04	1489.28	4+800.96
Piv-117	Convexa	30.61	20.27	10.00	1498.28	4+830.35
Piv-118	Convexa	20.27	0.64	10.00	1500.52	4+841.43
Piv-119	Cóncava	0.64	25.43	20.00	1500.90	4+900.00
Piv-120	Cóncava	25.43	39.11	5.00	1506.26	4+921.10
Piv-121	Convexa	39.11	27.83	5.00	1512.89	4+938.05
Piv-122	Convexa	27.83	17.07	5.00	1521.53	4+969.08
Piv-123	Convexa	17.07	9.27	5.00	1524.00	4+983.57
Piv-124	Convexa	9.27	-15.67	5.00	1524.61	4+990.12
Piv-125	Cóncava	-15.67	34.02	3.05	1523.02	5+000.23
Piv-126	Convexa	34.02	-10.06	5.00	1528.78	5+017.16
Piv-127	Convexa	-10.06	-19.19	5.00	1523.89	5+065.80
Piv-128	Cóncava	-19.19	38.21	33.20	1516.00	5+106.90
Piv-129	Convexa	38.21	21.68	14.19	1535.38	5+157.61
Piv-130	Convexa	21.68	-11.90	19.75	1542.25	5+189.30
Piv-131	Cóncava	-11.90	26.23	10.00	1536.38	5+238.59
Piv-132	Convexa	26.23	-1.57	10.00	1544.45	5+269.37
Piv-133	Cóncava	-1.57	35.08	10.00	1544.00	5+298.22
Piv-134	Convexa	35.08	-7.74	27.87	1554.26	5+327.48
Piv-135	Cóncava	-7.74	8.43	5.00	1552.92	5+344.87
Piv-136	Convexa	8.43	-16.76	6.05	1554.35	5+361.90
Piv-137	Cóncava	-16.76	-2.20	5.00	1550.37	5+385.68
Piv-138	Cóncava	-2.20	25.56	13.79	1549.99	5+402.89
Piv-139	Cóncava	25.56	39.80	13.32	1554.36	5+420.00
Piv-140	Convexa	39.80	-15.40	22.86	1584.02	5+494.51
Piv-141	Cóncava	-15.40	5.05	10.00	1577.45	5+537.17

Piv-142	Cóncava	5.05	35.25	23.02	1578.28	5+553.68
Piv-143	Convexa	35.25	25.34	5.00	1595.77	5+603.30
Piv-144	Convexa	25.34	-2.69	9.32	1604.26	5+636.77
Piv-145	Convexa	-2.69	-33.73	5.00	1603.96	5+647.91
Piv-146	Cóncava	-33.73	-13.23	10.00	1592.14	5+682.96
Piv-147	Cóncava	-13.23	40.56	5.00	1589.70	5+701.39
Piv-148	Convexa	40.56	40.67		1598.91	5+724.10
Piv-149	Convexa	40.67	1.16	4.62	1613.89	5+760.92
Piv-150	Convexa	1.16	-21.83	10.00	1614.14	5+782.62
Piv-151	Cóncava	-21.83	-14.14	5.50	1608.79	5+807.12
Piv-152	Convexa	-14.14	-21.21	1.66	1606.04	5+826.57
Piv-153	Cóncava	-21.21	1.10	6.55	1603.63	5+837.95
Piv-154	Cóncava	1.10	16.38	5.72	1603.75	5+848.83
Piv-155	Convexa	16.38	-16.97	20.00	1606.95	5+868.42
Piv-156	Convexa	-16.97	-28.31	7.14	1604.58	5+882.38
Piv-157	Cóncava	-28.31	-24.47	14.59	1595.72	5+913.68
Piv-158	Cóncava	-24.47	-13.64	6.89	1588.27	5+944.15
Piv-159	Cóncava	-13.64	-2.83	8.64	1587.01	5+953.38
Piv-160	Cóncava	-2.83	11.59	4.95	1586.43	5+973.64
Piv-161	Cóncava	11.59	33.26	7.80	1587.53	5+983.13
Piv-162	Cóncava	33.26	39.13	12.58	1593.14	6+000.00
Piv-163	Convexa	39.13	-4.36	24.00	1605.92	6+032.64
Piv-164	Cóncava	-4.36	21.27	15.00	1603.76	6+082.18
Piv-165	Convexa	21.27	2.79	17.39	1634.89	6+228.52
Piv-166	Convexa	2.79	-5.41	5.90	1635.23	6+240.69
Piv-167	Convexa	-5.41	-16.33	31.81	1632.47	6+291.67
Piv-168	Cóncava	-16.33	-0.22	5.56	1624.30	6+341.71
Piv-169	Cóncava	-0.22	12.46	6.19	1624.29	6+348.36
Piv-170	Cóncava	12.46	26.50	10.25	1628.35	6+380.95
Piv-171	Convexa	26.50	-12.99	29.10	1643.08	6+436.53
Piv-172	Cóncava	-12.99	-0.41	4.69	1638.10	6+474.87
Piv-173	Cóncava	-0.41	20.31	6.38	1638.07	6+482.48
Piv-174	Cóncava	20.31	34.38	6.93	1642.25	6+503.08
Piv-175	Convexa	34.38	29.95	2.34	1656.66	6+545.00
Piv-176	Convexa	29.95	-2.92	18.95	1660.54	6+557.96
Piv-177	Cóncava	-2.92	21.92	4.30	1659.80	6+583.31
Piv-178	Convexa	21.92	-2.77	14.62	1664.53	6+604.87
Piv-179	Cóncava	-2.77	9.97	13.78	1663.56	6+639.73
Piv-180	Convexa	9.97	-3.09	19.18	1667.18	6+676.05

Piv-181	Cóncava	-3.09	12.97	7.99	1665.92	6+717.08
Piv-182	Cóncava	12.97	28.75	7.20	1668.79	6+739.29
Piv-183	Convexa	28.75	4.45	21.34	1677.70	6+770.28
Piv-184	Convexa	4.45	-2.71	18.10	1679.02	6+799.88
Piv-185	Cóncava	-2.71	18.65	5.00	1678.36	6+824.32
Piv-186	Cóncava	18.65	29.51	5.26	1680.66	6+836.66
Piv-187	Convexa	29.51	6.64	14.43	1686.79	6+857.43
Piv-188	Convexa	6.64	-5.23	6.55	1687.99	6+875.47
Piv-189	Cóncava	-5.23	8.66	5.02	1687.61	6+882.67
Piv-190	Cóncava	8.66	24.54	5.98	1688.45	6+892.38
Piv-191	Cóncava	24.54	37.05	4.08	1690.48	6+900.63
Piv-192	Convexa	37.05	-20.31	23.12	1720.01	6+980.34
Piv-193	Cóncava	-20.31	-6.62	8.92	1703.05	7+063.84
Piv-194	Cóncava	-6.62	13.23	12.23	1701.32	7+090.04
Piv-195	Cóncava	13.23	30.49	14.02	1706.64	7+130.25
Piv-196	Convexa	30.49	22.56	9.44	1732.47	7+214.96
Piv-197	Convexa	22.56	11.94	13.84	1741.32	7+254.20
Piv-198	Cóncava	11.94	31.80	14.80	1746.35	7+296.37
Piv-199	Convexa	31.80	24.62	14.32	1761.82	7+345.00
Piv-200	Convexa	24.62	9.11	16.24	1769.11	7+374.64
Piv-201	Convexa	9.11	-7.08	8.08	1770.41	7+388.84
Piv-202	Convexa	-7.08	-13.67	7.23	1769.47	7+402.05
Piv-203	Convexa	-13.67	-23.01	20.46	1765.68	7+429.80
Piv-204	Convexa	-23.01	-37.34	10.47	1759.35	7+457.31
Piv-205	Cóncava	-37.34	-28.93	8.10	1754.35	7+470.70
Piv-206	Cóncava	-28.93	11.56	13.52	1748.65	7+490.39
Piv-207	Cóncava	11.56	32.80	23.04	1751.71	7+516.85
Piv-208	Convexa	32.80	15.69	17.61	1789.07	7+630.75
Piv-209	Cóncava	15.69	25.93	13.65	1792.78	7+654.36
Piv-210	Convexa	25.93	12.17	16.47	1803.12	7+694.24
Piv-211	Cóncava	12.17	25.79	8.43	1805.71	7+715.50
Piv-212	Convexa	25.79	15.60	8.01	1821.05	7+775.00
Piv-213	Cóncava	15.60	41.09	13.00	1825.28	7+802.06
Piv-214	Convexa	41.09	-19.91	20.22	1834.73	7+825.07
Piv-215	Cóncava	-19.91	-6.06	6.50	1831.66	7+840.47
Piv-216	Cóncava	-6.06	23.71	9.83	1830.69	7+856.53
Piv-217	Convexa	23.71	14.25	12.57	1846.19	7+921.87
Piv-218	Convexa	14.25	8.03	15.11	1848.80	7+940.20
Piv-219	Convexa	8.03	-11.51	13.35	1851.43	7+973.01

Piv-220	Cóncava	-11.51	20.67	5.27	1847.69	8+005.51
Piv-221	Convexa	20.67	17.56	8.48	1853.60	8+034.06
Piv-222	Cóncava	17.56	24.31	5.28	1855.56	8+045.25

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14**

*Verificación de la Pendiente del alineamiento vertical.*

<b>PI</b>	<b>Pendiente entrada (%)</b>	<b>Verificación</b>	<b>Pendiente Salida (%)</b>	<b>Verificación</b>
Piv-01	7.22	Si cumple	16.23	No cumple
Piv-02	16.23	No cumple	9.66	Si cumple
Piv-03	9.66	Si cumple	19.54	No cumple
Piv-04	19.54	No cumple	9.48	Si cumple
Piv-05	9.48	Si cumple	20.76	No cumple
Piv-06	20.76	No cumple	16.43	No cumple
Piv-07	16.43	No cumple	3.67	Si cumple
Piv-08	3.67	Si cumple	14.39	No cumple
Piv-09	14.39	No cumple	24.11	No cumple
Piv-10	24.11	No cumple	10.93	No cumple
Piv-11	10.93	No cumple	-23.98	No cumple
Piv-12	-23.98	No cumple	-15.61	No cumple
Piv-13	-15.61	No cumple	-1.85	Si cumple
Piv-14	-1.85	Si cumple	10.74	No cumple
Piv-15	10.74	No cumple	20.22	No cumple
Piv-16	20.22	No cumple	4.76	Si cumple
Piv-17	4.76	Si cumple	20.06	No cumple
Piv-18	20.06	No cumple	5.64	Si cumple
Piv-19	5.64	Si cumple	16.37	No cumple
Piv-20	16.37	No cumple	8.90	Si cumple
Piv-21	8.90	Si cumple	23.94	No cumple
Piv-22	23.94	No cumple	-0.98	Si cumple
Piv-23	-0.98	Si cumple	22.76	No cumple
Piv-24	22.76	No cumple	12.58	No cumple
Piv-25	12.58	No cumple	-2.99	Si cumple
Piv-26	-2.99	Si cumple	20.80	No cumple
Piv-27	20.80	No cumple	10.68	No cumple
Piv-28	10.68	No cumple	20.71	No cumple

Piv-29	20.71	No cumple	37.46	No cumple
Piv-30	37.46	No cumple	-11.15	No cumple
Piv-31	-11.15	No cumple	-26.50	No cumple
Piv-32	-26.50	No cumple	-0.59	Si cumple
Piv-33	-0.59	Si cumple	16.53	No cumple
Piv-34	16.53	No cumple	-17.51	No cumple
Piv-35	-17.51	No cumple	1.49	Si cumple
Piv-36	1.49	Si cumple	5.88	Si cumple
Piv-37	5.88	Si cumple	-9.08	Si cumple
Piv-38	-9.08	Si cumple	14.70	No cumple
Piv-39	14.70	No cumple	19.95	No cumple
Piv-40	19.95	No cumple	4.48	Si cumple
Piv-41	4.48	Si cumple	15.29	No cumple
Piv-42	15.29	No cumple	27.46	No cumple
Piv-43	27.46	No cumple	-9.95	Si cumple
Piv-44	-9.95	Si cumple	10.71	No cumple
Piv-45	10.71	No cumple	25.78	No cumple
Piv-46	25.78	No cumple	8.77	Si cumple
Piv-47	8.77	Si cumple	-13.97	No cumple
Piv-48	-13.97	No cumple	-26.53	No cumple
Piv-49	-26.53	No cumple	-10.67	No cumple
Piv-50	-10.67	No cumple	-0.07	No cumple
Piv-51	-0.07	No cumple	27.28	No cumple
Piv-52	27.28	No cumple	41.24	No cumple
Piv-53	41.24	No cumple	-25.97	No cumple
Piv-54	-25.97	No cumple	-38.30	No cumple
Piv-55	-38.30	No cumple	27.75	No cumple
Piv-56	27.75	No cumple	12.10	No cumple
Piv-57	12.10	No cumple	37.34	No cumple
Piv-58	37.34	No cumple	-22.59	No cumple
Piv-59	-22.59	No cumple	-31.19	No cumple
Piv-60	-31.19	No cumple	-4.85	Si cumple
Piv-61	-4.85	Si cumple	15.22	No cumple
Piv-62	15.22	No cumple	42.69	No cumple
Piv-63	42.69	No cumple	-15.05	No cumple
Piv-64	-15.05	No cumple	29.09	No cumple
Piv-65	29.09	No cumple	-22.80	No cumple
Piv-66	-22.80	No cumple	-0.96	Si cumple
Piv-67	-0.96	Si cumple	27.58	No cumple

Piv-68	27.58	No cumple	-6.84	Si cumple
Piv-69	-6.84	Si cumple	35.41	No cumple
Piv-70	35.41	No cumple	-27.10	No cumple
Piv-71	-27.10	No cumple	4.95	Si cumple
Piv-72	4.95	Si cumple	-7.37	Si cumple
Piv-73	-7.37	Si cumple	-31.12	No cumple
Piv-74	-31.12	No cumple	-23.06	No cumple
Piv-75	-23.06	No cumple	-4.78	Si cumple
Piv-76	-4.78	Si cumple	34.36	No cumple
Piv-77	34.36	No cumple	27.03	No cumple
Piv-78	27.03	No cumple	-23.57	No cumple
Piv-79	-23.57	No cumple	1.48	Si cumple
Piv-80	1.48	Si cumple	14.26	No cumple
Piv-81	14.26	No cumple	-13.10	No cumple
Piv-82	-13.10	No cumple	-0.95	Si cumple
Piv-83	-0.95	Si cumple	-13.91	No cumple
Piv-84	-13.91	No cumple	28.87	No cumple
Piv-85	28.87	No cumple	60.13	No cumple
Piv-86	60.13	No cumple	-33.84	No cumple
Piv-87	-33.84	No cumple	-55.24	No cumple
Piv-88	-55.24	No cumple	-24.81	No cumple
Piv-89	-24.81	No cumple	3.13	Si cumple
Piv-90	3.13	Si cumple	25.45	No cumple
Piv-91	25.45	No cumple	-3.42	Si cumple
Piv-92	-3.42	Si cumple	-25.40	No cumple
Piv-93	-25.40	No cumple	3.48	Si cumple
Piv-94	3.48	Si cumple	18.01	No cumple
Piv-95	18.01	No cumple	12.73	No cumple
Piv-96	12.73	No cumple	25.36	No cumple
Piv-97	25.36	No cumple	6.57	Si cumple
Piv-98	6.57	Si cumple	18.61	No cumple
Piv-99	18.61	No cumple	40.54	No cumple
Piv-100	40.54	No cumple	-4.74	Si cumple
Piv-101	-4.74	Si cumple	20.25	No cumple
Piv-102	20.25	No cumple	38.61	No cumple
Piv-103	38.61	No cumple	-3.99	Si cumple
Piv-104	-3.99	Si cumple	-15.78	No cumple
Piv-105	-15.78	No cumple	0.00	No cumple
Piv-106	0.00	No cumple	16.39	No cumple

Piv-107	16.39	No cumple	35.55	No cumple
Piv-108	35.55	No cumple	12.68	No cumple
Piv-109	12.68	No cumple	-8.71	Si cumple
Piv-110	-8.71	Si cumple	21.63	No cumple
Piv-111	21.63	No cumple	4.12	Si cumple
Piv-112	4.12	Si cumple	-5.63	Si cumple
Piv-113	-5.63	Si cumple	-0.20	No cumple
Piv-114	-0.20	No cumple	32.24	No cumple
Piv-115	32.24	No cumple	13.33	No cumple
Piv-116	13.33	No cumple	30.61	No cumple
Piv-117	30.61	No cumple	20.27	No cumple
Piv-118	20.27	No cumple	0.64	Si cumple
Piv-119	0.64	Si cumple	25.43	No cumple
Piv-120	25.43	No cumple	39.11	No cumple
Piv-121	39.11	No cumple	27.83	No cumple
Piv-122	27.83	No cumple	17.07	No cumple
Piv-123	17.07	No cumple	9.27	Si cumple
Piv-124	9.27	Si cumple	-15.67	No cumple
Piv-125	-15.67	No cumple	34.02	No cumple
Piv-126	34.02	No cumple	-10.06	No cumple
Piv-127	-10.06	No cumple	-19.19	No cumple
Piv-128	-19.19	No cumple	38.21	No cumple
Piv-129	38.21	No cumple	21.68	No cumple
Piv-130	21.68	No cumple	-11.90	No cumple
Piv-131	-11.90	No cumple	26.23	No cumple
Piv-132	26.23	No cumple	-1.57	Si cumple
Piv-133	-1.57	Si cumple	35.08	No cumple
Piv-134	35.08	No cumple	-7.74	Si cumple
Piv-135	-7.74	Si cumple	8.43	Si cumple
Piv-136	8.43	Si cumple	-16.76	No cumple
Piv-137	-16.76	No cumple	-2.20	Si cumple
Piv-138	-2.20	Si cumple	25.56	No cumple
Piv-139	25.56	No cumple	39.80	No cumple
Piv-140	39.80	No cumple	-15.40	No cumple
Piv-141	-15.40	No cumple	5.05	Si cumple
Piv-142	5.05	Si cumple	35.25	No cumple
Piv-143	35.25	No cumple	25.34	No cumple
Piv-144	25.34	No cumple	-2.69	Si cumple
Piv-145	-2.69	Si cumple	-33.73	No cumple



Piv-146	-33.73	No cumple	-13.23	No cumple
Piv-147	-13.23	No cumple	40.56	No cumple
Piv-148	40.56	No cumple	40.67	No cumple
Piv-149	40.67	No cumple	1.16	Si cumple
Piv-150	1.16	Si cumple	-21.83	No cumple
Piv-151	-21.83	No cumple	-14.14	No cumple
Piv-152	-14.14	No cumple	-21.21	No cumple
Piv-153	-21.21	No cumple	1.10	Si cumple
Piv-154	1.10	Si cumple	16.38	No cumple
Piv-155	16.38	No cumple	-16.97	No cumple
Piv-156	-16.97	No cumple	-28.31	No cumple
Piv-157	-28.31	No cumple	-24.47	No cumple
Piv-158	-24.47	No cumple	-13.64	No cumple
Piv-159	-13.64	No cumple	-2.83	Si cumple
Piv-160	-2.83	Si cumple	11.59	No cumple
Piv-161	11.59	No cumple	33.26	No cumple
Piv-162	33.26	No cumple	39.13	No cumple
Piv-163	39.13	No cumple	-4.36	Si cumple
Piv-164	-4.36	Si cumple	21.27	No cumple
Piv-165	21.27	No cumple	2.79	Si cumple
Piv-166	2.79	Si cumple	-5.41	Si cumple
Piv-167	-5.41	Si cumple	-16.33	No cumple
Piv-168	-16.33	No cumple	-0.22	No cumple
Piv-169	-0.22	No cumple	12.46	No cumple
Piv-170	12.46	No cumple	26.50	No cumple
Piv-171	26.50	No cumple	-12.99	No cumple
Piv-172	-12.99	No cumple	-0.41	No cumple
Piv-173	-0.41	No cumple	20.31	No cumple
Piv-174	20.31	No cumple	34.38	No cumple
Piv-175	34.38	No cumple	29.95	No cumple
Piv-176	29.95	No cumple	-2.92	Si cumple
Piv-177	-2.92	Si cumple	21.92	No cumple
Piv-178	21.92	No cumple	-2.77	Si cumple
Piv-179	-2.77	Si cumple	9.97	Si cumple
Piv-180	9.97	Si cumple	-3.09	Si cumple
Piv-181	-3.09	Si cumple	12.97	No cumple
Piv-182	12.97	No cumple	28.75	No cumple
Piv-183	28.75	No cumple	4.45	Si cumple
Piv-184	4.45	Si cumple	-2.71	Si cumple

Piv-185	-2.71	Si cumple	18.65	No cumple
Piv-186	18.65	No cumple	29.51	No cumple
Piv-187	29.51	No cumple	6.64	Si cumple
Piv-188	6.64	Si cumple	-5.23	Si cumple
Piv-189	-5.23	Si cumple	8.66	Si cumple
Piv-190	8.66	Si cumple	24.54	No cumple
Piv-191	24.54	No cumple	37.05	No cumple
Piv-192	37.05	No cumple	-20.31	No cumple
Piv-193	-20.31	No cumple	-6.62	Si cumple
Piv-194	-6.62	Si cumple	13.23	No cumple
Piv-195	13.23	No cumple	30.49	No cumple
Piv-196	30.49	No cumple	22.56	No cumple
Piv-197	22.56	No cumple	11.94	No cumple
Piv-198	11.94	No cumple	31.80	No cumple
Piv-199	31.80	No cumple	24.62	No cumple
Piv-200	24.62	No cumple	9.11	Si cumple
Piv-201	9.11	Si cumple	-7.08	Si cumple
Piv-202	-7.08	Si cumple	-13.67	No cumple
Piv-203	-13.67	No cumple	-23.01	No cumple
Piv-204	-23.01	No cumple	-37.34	No cumple
Piv-205	-37.34	No cumple	-28.93	No cumple
Piv-206	-28.93	No cumple	11.56	No cumple
Piv-207	11.56	No cumple	32.80	No cumple
Piv-208	32.80	No cumple	15.69	No cumple
Piv-209	15.69	No cumple	25.93	No cumple
Piv-210	25.93	No cumple	12.17	No cumple
Piv-211	12.17	No cumple	25.79	No cumple
Piv-212	25.79	No cumple	15.60	No cumple
Piv-213	15.60	No cumple	41.09	No cumple
Piv-214	41.09	No cumple	-19.91	No cumple
Piv-215	-19.91	No cumple	-6.06	Si cumple
Piv-216	-6.06	Si cumple	23.71	No cumple
Piv-217	23.71	No cumple	14.25	No cumple
Piv-218	14.25	No cumple	8.03	Si cumple
Piv-219	8.03	Si cumple	-11.51	No cumple
Piv-220	-11.51	No cumple	20.67	No cumple
Piv-221	20.67	No cumple	17.56	No cumple
Piv-222	17.56	No cumple	24.31	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los parámetros mínimos y máximos permitidos se comprobó que el 72% de las pendientes de la vía no cumple con lo establecido en el manual.

#### 4.1.3.1 Curvas verticales

Para el siguiente análisis se tomó en cuenta todas las curvas presentes en el alineamiento vertical, por medio de la verificación determinaremos cuales cumplen con los parámetros del Manual de Carreteras DG – 2018.

Utilizando curvas parabólicas y según nuestro tipo de vía, que es una trocha carrozable se delimitará mediante una diferencia algebraica (A) de 2%.

Para determinar la Distancia de visibilidad de parada, se utilizará la siguiente fórmula obtenida del Manual.

$$Dp = 0.278 * V * tp + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

Dónde:

$V$  : Velocidad de diseño (km/h)

$tp$  : Tiempo de percepción + reacción (s)

$a$  : deceleración en m/s<sup>2</sup>

Para determinar las longitudes mínimas de curvas será necesario utilizar las siguientes formulas según el tipo de curva y la visibilidad de parada ( $Dp$ ) resultante en la anterior ecuación.

#### Curvas Verticales Convexas

Cuando  $Dp < L$

$$L = \frac{A Dp^2}{100 * (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2})^2}$$

Cuando  $Dp > L$

$$L = \frac{A D p^2}{100 * (\sqrt{2 h_1} + \sqrt{2 h_2})^2}$$

### **Curvas Verticales Cóncavas**

Cuando  $D_p < L$

$$L = \frac{A D p^2}{120 + 3.5D}$$

Cuando  $D_p > L$

$$L = 2D - \left(\frac{120 + 3.5D}{A}\right)$$

Dónde, para todos los casos:

$L$  : Longitud de la curva vertical (m)

$A$  : Diferencia algebraica de pendientes (%)

$h_1$ : Altura del ojo sobre la rasante (m)

$h_2$  : Altura del objeto sobre la rasante (m)

**Tabla 15***Pendientes de diseño y elementos de alineamiento vertical.*

PI	Pendiente entrada (%)	Pendiente Salida (%)	Tipo de Curva	Cota	PIV	LC	A	K	DP (m)	Lc min	Verificación
Piv-01	7.22	16.23	Cóncava	1119.02	0+032.03	36.01	9.01	4.00	27.81	32.07	Cumple
Piv-02	16.23	9.66	Convexa	1137.11	0+143.53	20.00	6.57	3.04	27.81	0.00	Cumple
Piv-03	9.66	19.54	Cóncava	1142.00	0+194.12	7.17	9.88	0.73	27.39	32.93	No Cumple
Piv-04	19.54	9.48	Convexa	1149.66	0+233.30	35.40	10.06	3.52	27.39	14.59	Cumple
Piv-05	9.48	20.76	Cóncava	1154.84	0+287.93	20.00	11.28	1.77	27.24	35.40	No Cumple
Piv-06	20.76	16.43	Convexa	1169.80	0+360.00	20.00	4.33	4.62	27.24	0.00	Cumple
Piv-07	16.43	3.67	Convexa	1174.80	0+390.43	38.86	12.76	3.05	27.79	23.89	Cumple
Piv-08	3.67	14.39	Cóncava	1175.86	0+419.58	10.00	10.72	0.93	28.07	38.71	No Cumple
Piv-09	14.39	24.11	Cóncava	1183.68	0+473.90	8.73	9.72	0.90	26.88	31.73	No Cumple
Piv-10	24.11	10.93	Convexa	1189.27	0+497.07	11.35	13.18	0.86	26.88	23.09	No Cumple
Piv-11	10.93	-23.98	Convexa	1192.55	0+527.11	14.90	34.91	0.43	54.03	96.48	No Cumple
Piv-12	-23.98	-15.61	Cóncava	1181.99	0+571.13	7.10	8.37	0.85	54.03	79.05	No Cumple
Piv-13	-15.61	-1.85	Cóncava	1176.54	0+606.06	7.84	13.76	0.57	39.45	82.98	No Cumple
Piv-14	-1.85	10.74	Cóncava	1176.23	0+622.83	11.39	12.59	0.90	28.65	46.93	No Cumple
Piv-15	10.74	20.22	Cóncava	1177.77	0+637.17	10.00	9.48	1.05	27.31	32.79	No Cumple
Piv-16	20.22	4.76	Convexa	1188.53	0+690.40	14.53	15.46	0.94	27.31	28.52	No Cumple
Piv-17	4.76	20.06	Cóncava	1189.81	0+717.24	10.00	15.30	0.65	27.33	52.98	No Cumple
Piv-18	20.06	5.64	Convexa	1211.57	0+825.71	20.00	14.42	1.39	27.33	26.62	No Cumple
Piv-19	5.64	16.37	Cóncava	1216.88	0+920.00	20.00	10.73	1.86	27.79	38.15	No Cumple
Piv-20	16.37	8.90	Convexa	1224.01	0+963.52	10.00	7.47	1.34	27.79	1.47	Cumple

Piv-21	8.90	23.94	Cóncava	1228.95	1+019.11	15.00	15.04	1.00	26.90	50.81	No Cumple
Piv-22	23.94	-0.98	Convexa	1238.69	1+059.78	13.30	24.92	0.53	26.90	44.60	No Cumple
Piv-23	-0.98	22.76	Cóncava	1237.91	1+138.83	9.07	23.74	0.38	27.02	45.00	No Cumple
Piv-24	22.76	12.58	Convexa	1250.68	1+194.94	20.00	10.18	1.96	27.02	14.33	Cumple
Piv-25	12.58	-2.99	Convexa	1258.12	1+254.06	10.04	15.57	0.64	28.35	30.96	No Cumple
Piv-26	-2.99	20.80	Cóncava	1257.68	1+268.75	10.00	23.79	0.42	27.24	81.97	No Cumple
Piv-27	20.80	10.68	Convexa	1268.42	1+320.41	20.00	10.12	1.98	27.24	14.53	Cumple
Piv-28	10.68	20.71	Cóncava	1278.11	1+411.14	20.00	10.03	1.99	27.25	34.58	No Cumple
Piv-29	20.71	37.46	Cóncava	1286.00	1+449.26	15.00	16.75	0.90	25.76	52.90	No Cumple
Piv-30	37.46	-11.15	Convexa	1303.72	1+496.55	8.07	48.61	0.17	25.76	79.81	No Cumple
Piv-31	-11.15	-26.50	Convexa	1300.74	1+523.21	10.00	15.35	0.65	64.28	156.90	No Cumple
Piv-32	-26.50	-0.59	Cóncava	1295.72	1+542.18	4.46	25.91	0.17	64.28	115.25	No Cumple
Piv-33	-0.59	16.53	Cóncava	1295.66	1+552.24	5.00	17.12	0.29	27.77	60.79	No Cumple
Piv-34	16.53	-17.51	Convexa	1301.26	1+586.16	10.00	34.04	0.29	41.51	145.11	No Cumple
Piv-35	-17.51	1.49	Cóncava	1297.01	1+610.48	10.00	19.00	0.53	41.51	123.42	No Cumple
Piv-36	1.49	5.88	Cóncava	1298.04	1+679.64	20.00	4.39	4.56	29.59	8.25	Cumple
Piv-37	5.88	-9.08	Convexa	1303.74	1+776.72	15.00	14.96	1.00	34.70	44.57	No Cumple
Piv-38	-9.08	14.70	Cóncava	1299.72	1+820.99	7.00	23.78	0.29	28.03	85.66	No Cumple
Piv-39	14.70	19.95	Cóncava	1314.57	1+921.95	28.58	5.25	5.44	27.34	18.19	Cumple
Piv-40	19.95	4.48	Convexa	1334.65	2+022.58	20.00	15.47	1.29	27.34	28.60	No Cumple
Piv-41	4.48	15.29	Cóncava	1336.84	2+071.67	15.00	10.81	1.39	27.94	38.76	No Cumple
Piv-42	15.29	27.46	Cóncava	1352.64	2+174.98	9.05	12.17	0.74	26.55	35.61	No Cumple
Piv-43	27.46	-9.95	Convexa	1359.42	2+199.68	28.77	37.41	0.77	26.55	65.25	No Cumple
Piv-44	-9.95	10.71	Cóncava	1355.01	2+244.04	15.00	20.66	0.73	28.66	77.03	No Cumple
Piv-45	10.71	25.78	Cóncava	1358.27	2+274.51	10.00	15.07	0.66	26.71	50.37	No Cumple

Piv-46	25.78	8.77	Convexa	1370.47	2+321.84	15.00	17.01	0.88	26.71	30.03	No Cumple
Piv-47	8.77	-13.97	Convexa	1373.18	2+352.73	7.41	22.74	0.33	37.98	81.13	No Cumple
Piv-48	-13.97	-26.53	Convexa	1370.93	2+368.83	7.36	12.56	0.59	64.44	129.02	No Cumple
Piv-49	-26.53	-10.67	Cóncava	1357.41	2+419.79	8.18	15.86	0.52	64.44	190.60	No Cumple
Piv-50	-10.67	-0.07	Cóncava	1355.09	2+441.57	15.00	10.60	1.42	35.62	54.97	No Cumple
Piv-51	-0.07	27.28	Cóncava	1355.08	2+458.04	9.79	27.35	0.36	26.57	90.65	No Cumple
Piv-52	27.28	41.24	Cóncava	1358.86	2+471.90	15.00	13.96	1.07	25.52	43.43	No Cumple
Piv-53	41.24	-25.97	Convexa	1382.00	2+528.01	20.01	67.21	0.30	25.52	108.27	No Cumple
Piv-54	-25.97	-38.30	Convexa	1374.28	2+557.73	20.00	12.33	1.62	25.71	18.63	Cumple
Piv-55	-38.30	27.75	Cóncava	1357.51	2+601.52	19.04	66.05	0.29	25.71	207.87	No Cumple
Piv-56	27.75	12.10	Convexa	1368.00	2+639.32	20.00	15.65	1.28	26.53	27.24	No Cumple
Piv-57	12.10	37.34	Cóncava	1372.45	2+676.13	19.79	25.24	0.78	25.77	79.75	No Cumple
Piv-58	37.34	-22.59	Convexa	1381.31	2+699.85	15.00	59.93	0.25	25.77	98.46	No Cumple
Piv-59	-22.59	-31.19	Convexa	1375.65	2+724.93	10.00	8.60	1.16	26.23	14.64	No Cumple
Piv-60	-31.19	-4.85	Cóncava	1372.45	2+735.18	5.00	26.34	0.19	26.23	85.57	No Cumple
Piv-61	-4.85	15.22	Cóncava	1367.07	2+846.26	10.00	20.07	0.50	27.95	71.99	No Cumple
Piv-62	15.22	42.69	Cóncava	1371.64	2+876.30	10.44	27.47	0.38	25.43	85.00	No Cumple
Piv-63	42.69	-15.05	Convexa	1380.32	2+896.64	28.30	57.74	0.49	25.43	92.37	No Cumple
Piv-64	-15.05	29.09	Cóncava	1373.59	2+941.36	5.00	44.14	0.11	26.41	144.91	No Cumple
Piv-65	29.09	-22.80	Convexa	1391.09	3+001.51	70.28	51.89	1.35	26.41	89.52	No Cumple
Piv-66	-22.80	-0.96	Cóncava	1369.98	3+094.13	26.27	21.84	1.20	50.73	188.89	No Cumple
Piv-67	-0.96	27.58	Cóncava	1369.72	3+121.56	5.00	28.54	0.18	26.54	94.45	No Cumple
Piv-68	27.58	-6.84	Convexa	1378.47	3+153.30	6.37	34.42	0.19	26.54	59.99	No Cumple
Piv-69	-6.84	35.41	Cóncava	1378.00	3+160.18	7.40	42.25	0.18	25.91	134.60	No Cumple
Piv-70	35.41	-27.10	Convexa	1409.35	3+248.71	15.00	62.51	0.24	25.91	103.78	No Cumple

Piv-71	-27.10	4.95	Cóncava	1401.15	3+278.93	10.00	32.05	0.31	67.73	411.76	No Cumple
Piv-72	4.95	-7.37	Convexa	1401.75	3+291.03	10.00	12.32	0.81	33.83	34.89	No Cumple
Piv-73	-7.37	-31.12	Convexa	1399.75	3+318.12	16.52	23.75	0.70	26.24	40.44	No Cumple
Piv-74	-31.12	-23.06	Cóncava	1384.80	3+366.19	15.00	8.06	1.86	26.24	26.19	No Cumple
Piv-75	-23.06	-4.78	Cóncava	1379.96	3+387.14	4.42	18.28	0.24	51.40	161.04	No Cumple
Piv-76	-4.78	34.36	Cóncava	1379.48	3+397.18	7.65	39.14	0.20	25.98	125.27	No Cumple
Piv-77	34.36	27.03	Convexa	1394.94	3+442.17	20.00	7.33	2.73	25.98	0.00	Cumple
Piv-78	27.03	-23.57	Convexa	1404.86	3+478.88	15.02	50.60	0.30	26.59	88.52	No Cumple
Piv-79	-23.57	1.48	Cóncava	1391.37	3+536.12	10.00	25.05	0.40	52.80	229.15	No Cumple
Piv-80	1.48	14.26	Cóncava	1391.57	3+549.69	5.00	12.78	0.39	28.09	39.10	No Cumple
Piv-81	14.26	-13.10	Convexa	1397.14	3+588.75	10.00	27.36	0.37	28.09	53.42	No Cumple
Piv-82	-13.10	-0.95	Cóncava	1394.42	3+609.54	20.00	12.15	1.65	37.29	67.43	No Cumple
Piv-83	-0.95	-13.91	Convexa	1394.05	3+648.33	5.00	12.96	0.39	37.93	46.12	No Cumple
Piv-84	-13.91	28.87	Cóncava	1392.67	3+658.24	10.00	42.78	0.23	26.43	140.61	No Cumple
Piv-85	28.87	60.13	Cóncava	1395.31	3+667.39	5.00	31.26	0.16	24.59	91.72	No Cumple
Piv-86	60.13	-33.84	Convexa	1409.30	3+690.67	15.00	93.97	0.16	24.59	140.54	No Cumple
Piv-87	-33.84	-55.24	Convexa	1403.13	3+708.90	5.00	21.40	0.23	24.79	32.54	No Cumple
Piv-88	-55.24	-24.81	Cóncava	1395.46	3+722.79	15.48	30.43	0.51	24.79	90.45	No Cumple
Piv-89	-24.81	3.13	Cóncava	1391.57	3+738.49	12.23	27.94	0.44	56.83	102.24	No Cumple
Piv-90	3.13	25.45	Cóncava	1393.65	3+805.00	8.75	22.32	0.39	26.74	74.74	No Cumple
Piv-91	25.45	-3.42	Convexa	1410.95	3+872.96	10.00	28.87	0.35	26.74	51.08	No Cumple
Piv-92	-3.42	-25.40	Convexa	1409.40	3+918.13	20.00	21.98	0.91	59.12	190.05	No Cumple
Piv-93	-25.40	3.48	Cóncava	1403.43	3+941.64	10.00	28.88	0.35	59.12	106.92	No Cumple
Piv-94	3.48	18.01	Cóncava	1404.96	3+985.52	15.00	14.53	1.03	27.58	51.04	No Cumple
Piv-95	18.01	12.73	Convexa	1415.80	4+045.72	20.00	5.28	3.79	27.58	0.00	Cumple



Piv-96	12.73	25.36	Cóncava	1423.54	4+106.51	10.00	12.63	0.79	26.75	42.31	No Cumple
Piv-97	25.36	6.57	Convexa	1447.27	4+200.08	10.00	18.79	0.53	26.75	33.27	No Cumple
Piv-98	6.57	18.61	Cóncava	1449.75	4+237.80	5.00	12.04	0.42	27.50	37.04	No Cumple
Piv-99	18.61	40.54	Cóncava	1455.11	4+266.62	8.03	21.93	0.37	25.56	68.41	No Cumple
Piv-100	40.54	-4.74	Convexa	1458.51	4+275.00	5.00	45.28	0.11	25.56	73.19	No Cumple
Piv-101	-4.74	20.25	Cóncava	1456.00	4+327.91	10.00	24.99	0.40	27.30	86.42	No Cumple
Piv-102	20.25	38.61	Cóncava	1458.80	4+341.75	5.00	18.36	0.27	25.69	57.71	No Cumple
Piv-103	38.61	-3.99	Convexa	1472.51	4+377.27	19.99	42.60	0.47	25.69	69.53	No Cumple
Piv-104	-3.99	-15.78	Convexa	1471.40	4+405.16	20.00	11.79	1.70	39.62	45.78	No Cumple
Piv-105	-15.78	0.00	Cóncava	1464.00	4+452.05	20.00	15.78	1.27	39.62	95.76	No Cumple
Piv-106	0.00	16.39	Cóncava	1464.00	4+473.82	5.00	16.39	0.31	27.79	58.26	No Cumple
Piv-107	16.39	35.55	Cóncava	1467.26	4+493.69	12.80	19.16	0.67	25.90	61.00	No Cumple
Piv-108	35.55	12.68	Convexa	1474.31	4+513.52	10.00	22.87	0.44	25.90	37.94	No Cumple
Piv-109	12.68	-8.71	Convexa	1476.63	4+531.87	15.00	21.39	0.70	28.34	42.48	No Cumple
Piv-110	-8.71	21.63	Cóncava	1468.96	4+620.00	56.92	30.34	1.88	27.14	103.98	No Cumple
Piv-111	21.63	4.12	Convexa	1480.98	4+675.56	5.00	17.51	0.29	27.14	31.92	No Cumple
Piv-112	4.12	-5.63	Convexa	1482.23	4+705.94	5.00	9.75	0.51	33.06	24.65	No Cumple
Piv-113	-5.63	-0.20	Cóncava	1480.22	4+741.59	5.00	5.43	0.92	33.06	22.71	No Cumple
Piv-114	-0.20	32.24	Cóncava	1480.21	4+750.54	5.00	32.44	0.15	26.15	104.85	No Cumple
Piv-115	32.24	13.33	Convexa	1484.22	4+762.98	5.00	18.91	0.26	26.15	31.98	No Cumple
Piv-116	13.33	30.61	Cóncava	1489.28	4+800.96	16.04	17.28	0.93	26.28	40.29	No Cumple
Piv-117	30.61	20.27	Convexa	1498.28	4+830.35	10.00	10.34	0.97	26.28	13.46	No Cumple
Piv-118	20.27	0.64	Convexa	1500.52	4+841.43	10.00	19.63	0.51	27.30	36.19	No Cumple
Piv-119	0.64	25.43	Cóncava	1500.90	4+900.00	20.00	24.79	0.81	26.75	83.02	No Cumple
Piv-120	25.43	39.11	Cóncava	1506.26	4+921.10	5.00	13.68	0.37	25.65	42.91	No Cumple

Piv-121	39.11	27.83	Convexa	1512.89	4+938.05	5.00	11.28	0.44	25.65	15.47	No Cumple
Piv-122	27.83	17.07	Convexa	1521.53	4+969.08	5.00	10.76	0.46	26.52	15.47	No Cumple
Piv-123	17.07	9.27	Convexa	1524.00	4+983.57	5.00	7.80	0.64	27.70	3.57	Cumple
Piv-124	9.27	-15.67	Convexa	1524.61	4+990.12	5.00	24.94	0.20	39.51	96.31	No Cumple
Piv-125	-15.67	34.02	Cóncava	1523.02	5+000.23	3.05	49.69	0.06	26.01	159.29	No Cumple
Piv-126	34.02	-10.06	Convexa	1528.78	5+017.16	5.00	44.08	0.11	26.01	73.76	No Cumple
Piv-127	-10.06	-19.19	Convexa	1523.89	5+065.80	5.00	9.13	0.55	43.76	43.24	No Cumple
Piv-128	-19.19	38.21	Cóncava	1516.00	5+106.90	33.20	57.40	0.58	25.71	180.72	No Cumple
Piv-129	38.21	21.68	Convexa	1535.38	5+157.61	14.19	16.53	0.86	25.71	27.03	No Cumple
Piv-130	21.68	-11.90	Convexa	1542.25	5+189.30	19.75	33.58	0.59	27.14	61.18	No Cumple
Piv-131	-11.90	26.23	Cóncava	1536.38	5+238.59	10.00	38.13	0.26	26.67	127.12	No Cumple
Piv-132	26.23	-1.57	Convexa	1544.45	5+269.37	10.00	27.80	0.36	26.67	48.91	No Cumple
Piv-133	-1.57	35.08	Cóncava	1544.00	5+298.22	10.00	36.65	0.27	25.93	116.93	No Cumple
Piv-134	35.08	-7.74	Convexa	1554.26	5+327.48	27.87	42.82	0.65	25.93	71.22	No Cumple
Piv-135	-7.74	8.43	Cóncava	1552.92	5+344.87	5.00	16.17	0.31	29.07	61.63	No Cumple
Piv-136	8.43	-16.76	Convexa	1554.35	5+361.90	6.05	25.19	0.24	40.65	102.95	No Cumple
Piv-137	-16.76	-2.20	Cóncava	1550.37	5+385.68	5.00	14.56	0.34	40.65	91.72	No Cumple
Piv-138	-2.20	25.56	Cóncava	1549.99	5+402.89	13.79	27.76	0.50	26.73	92.90	No Cumple
Piv-139	25.56	39.80	Cóncava	1554.36	5+420.00	13.32	14.24	0.94	25.61	44.55	No Cumple
Piv-140	39.80	-15.40	Convexa	1584.02	5+494.51	22.86	55.20	0.41	25.61	89.55	No Cumple
Piv-141	-15.40	5.05	Cóncava	1577.45	5+537.17	10.00	20.45	0.49	39.25	122.40	No Cumple
Piv-142	5.05	35.25	Cóncava	1578.28	5+553.68	23.02	30.20	0.76	25.92	96.28	No Cumple
Piv-143	35.25	25.34	Convexa	1595.77	5+603.30	5.00	9.91	0.50	25.92	11.04	No Cumple
Piv-144	25.34	-2.69	Convexa	1604.26	5+636.77	9.32	28.03	0.33	26.76	49.64	No Cumple
Piv-145	-2.69	-33.73	Convexa	1603.96	5+647.91	5.00	31.04	0.16	26.03	52.03	No Cumple

Piv-146	-33.73	-13.23	Cóncava	1592.14	5+682.96	10.00	20.50	0.49	26.03	65.80	No Cumple
Piv-147	-13.23	40.56	Cóncava	1589.70	5+701.39	5.00	53.79	0.09	25.56	167.78	No Cumple
Piv-148	40.56	40.67	Convexa	1598.91	5+724.10	0.00	0.00	0.00	25.55	0.00	No Cumple
Piv-149	40.67	1.16	Convexa	1613.89	5+760.92	4.62	39.51	0.12	25.55	63.82	No Cumple
Piv-150	1.16	-21.83	Convexa	1614.14	5+782.62	10.00	22.99	0.43	48.47	133.61	No Cumple
Piv-151	-21.83	-14.14	Cóncava	1608.79	5+807.12	5.50	7.69	0.71	48.47	59.28	No Cumple
Piv-152	-14.14	-21.21	Convexa	1606.04	5+826.57	1.66	7.07	0.23	47.20	37.22	No Cumple
Piv-153	-21.21	1.10	Cóncava	1603.63	5+837.95	6.55	22.31	0.29	47.20	174.26	No Cumple
Piv-154	1.10	16.38	Cóncava	1603.75	5+848.83	5.72	15.28	0.37	27.79	54.32	No Cumple
Piv-155	16.38	-16.97	Convexa	1606.95	5+868.42	20.00	33.35	0.60	40.88	137.88	No Cumple
Piv-156	-16.97	-28.31	Convexa	1604.58	5+882.38	7.14	11.34	0.63	76.66	117.68	No Cumple
Piv-157	-28.31	-24.47	Cóncava	1595.72	5+913.68	14.59	3.84	3.80	76.66	58.12	No Cumple
Piv-158	-24.47	-13.64	Cóncava	1588.27	5+944.15	6.89	10.83	0.64	55.63	106.49	No Cumple
Piv-159	-13.64	-2.83	Cóncava	1587.01	5+953.38	8.64	10.81	0.80	37.71	61.00	No Cumple
Piv-160	-2.83	11.59	Cóncava	1586.43	5+973.64	4.95	14.42	0.34	28.51	53.33	No Cumple
Piv-161	11.59	33.26	Cóncava	1587.53	5+983.13	7.80	21.67	0.36	26.07	69.71	No Cumple
Piv-162	33.26	39.13	Cóncava	1593.14	6+000.00	12.58	5.87	2.14	25.65	15.57	No Cumple
Piv-163	39.13	-4.36	Convexa	1605.92	6+032.64	24.00	43.49	0.55	25.65	70.79	No Cumple
Piv-164	-4.36	21.27	Cóncava	1603.76	6+082.18	15.00	25.63	0.59	27.19	88.04	No Cumple
Piv-165	21.27	2.79	Convexa	1634.89	6+228.52	17.39	18.48	0.94	27.19	33.79	No Cumple
Piv-166	2.79	-5.41	Convexa	1635.23	6+240.69	5.90	8.20	0.72	32.96	32.50	No Cumple
Piv-167	-5.41	-16.33	Convexa	1632.47	6+291.67	31.81	10.92	2.91	40.18	43.62	No Cumple
Piv-168	-16.33	-0.22	Cóncava	1624.30	6+341.71	5.56	16.11	0.35	40.18	99.80	No Cumple
Piv-169	-0.22	12.46	Cóncava	1624.29	6+348.36	6.19	12.68	0.49	28.37	46.54	No Cumple
Piv-170	12.46	26.50	Cóncava	1628.35	6+380.95	10.25	14.04	0.73	26.64	46.74	No Cumple

Piv-171	26.50	-12.99	Convexa	1643.08	6+436.53	29.10	39.49	0.74	26.64	69.35	No Cumple
Piv-172	-12.99	-0.41	Cóncava	1638.10	6+474.87	4.69	12.58	0.37	37.20	69.59	No Cumple
Piv-173	-0.41	20.31	Cóncava	1638.07	6+482.48	6.38	20.72	0.31	27.30	71.63	No Cumple
Piv-174	20.31	34.38	Cóncava	1642.25	6+503.08	6.93	14.07	0.49	25.98	45.03	No Cumple
Piv-175	34.38	29.95	Convexa	1656.66	6+545.00	2.34	4.43	0.53	25.98	0.00	Cumple
Piv-176	29.95	-2.92	Convexa	1660.54	6+557.96	18.95	32.87	0.58	26.33	56.39	No Cumple
Piv-177	-2.92	21.92	Cóncava	1659.80	6+583.31	4.30	24.84	0.17	27.11	84.97	No Cumple
Piv-178	21.92	-2.77	Convexa	1664.53	6+604.87	14.62	24.69	0.59	27.11	44.90	No Cumple
Piv-179	-2.77	9.97	Cóncava	1663.56	6+639.73	13.78	12.74	1.08	28.79	47.83	No Cumple
Piv-180	9.97	-3.09	Convexa	1667.18	6+676.05	19.18	13.06	1.47	28.79	26.63	No Cumple
Piv-181	-3.09	12.97	Cóncava	1665.92	6+717.08	7.99	16.06	0.50	28.29	58.68	No Cumple
Piv-182	12.97	28.75	Cóncava	1668.79	6+739.29	7.20	15.78	0.46	26.44	51.90	No Cumple
Piv-183	28.75	4.45	Convexa	1677.70	6+770.28	21.34	24.30	0.88	26.44	42.02	No Cumple
Piv-184	4.45	-2.71	Convexa	1679.02	6+799.88	18.10	7.16	2.53	29.91	3.36	Cumple
Piv-185	-2.71	18.65	Cóncava	1678.36	6+824.32	5.00	21.36	0.23	27.50	74.68	No Cumple
Piv-186	18.65	29.51	Cóncava	1680.66	6+836.66	5.26	10.86	0.48	26.37	35.58	No Cumple
Piv-187	29.51	6.64	Convexa	1686.79	6+857.43	14.43	22.87	0.63	26.37	39.35	No Cumple
Piv-188	6.64	-5.23	Convexa	1687.99	6+875.47	6.55	11.87	0.55	29.43	24.80	No Cumple
Piv-189	-5.23	8.66	Cóncava	1687.61	6+882.67	5.02	13.89	0.36	29.03	52.82	No Cumple
Piv-190	8.66	24.54	Cóncava	1688.45	6+892.38	5.98	15.88	0.38	26.84	53.46	No Cumple
Piv-191	24.54	37.05	Cóncava	1690.48	6+900.63	4.08	12.51	0.33	25.79	39.58	No Cumple
Piv-192	37.05	-20.31	Convexa	1720.01	6+980.34	23.12	57.36	0.40	25.79	94.39	No Cumple
Piv-193	-20.31	-6.62	Cóncava	1703.05	7+063.84	8.92	13.69	0.65	45.54	101.63	No Cumple
Piv-194	-6.62	13.23	Cóncava	1701.32	7+090.04	12.23	19.85	0.62	28.25	72.37	No Cumple
Piv-195	13.23	30.49	Cóncava	1706.64	7+130.25	14.02	17.26	0.81	26.29	56.26	No Cumple

Piv-196	30.49	22.56	Convexa	1732.47	7+214.96	9.44	7.93	1.19	26.29	1.60	Cumple
Piv-197	22.56	11.94	Convexa	1741.32	7+254.20	13.84	10.62	1.30	27.04	16.02	No Cumple
Piv-198	11.94	31.80	Cóncava	1746.35	7+296.37	14.80	19.86	0.75	26.18	64.33	No Cumple
Piv-199	31.80	24.62	Convexa	1761.82	7+345.00	14.32	7.18	1.99	26.18	0.00	Cumple
Piv-200	24.62	9.11	Convexa	1769.11	7+374.64	16.24	15.51	1.05	26.83	27.61	No Cumple
Piv-201	9.11	-7.08	Convexa	1770.41	7+388.84	8.08	16.19	0.50	28.95	33.56	No Cumple
Piv-202	-7.08	-13.67	Convexa	1769.47	7+402.05	7.23	6.59	1.10	37.73	14.12	No Cumple
Piv-203	-13.67	-23.01	Convexa	1765.68	7+429.80	20.46	9.34	2.19	51.27	60.73	No Cumple
Piv-204	-23.01	-37.34	Convexa	1759.35	7+457.31	10.47	14.33	0.73	25.77	23.33	No Cumple
Piv-205	-37.34	-28.93	Cóncava	1754.35	7+470.70	8.10	8.41	0.96	25.77	26.55	No Cumple
Piv-206	-28.93	11.56	Cóncava	1748.65	7+490.39	13.52	40.49	0.33	82.70	155.30	No Cumple
Piv-207	11.56	32.80	Cóncava	1751.71	7+516.85	23.04	21.24	1.08	26.10	68.47	No Cumple
Piv-208	32.80	15.69	Convexa	1789.07	7+630.75	17.61	17.11	1.03	26.10	28.84	No Cumple
Piv-209	15.69	25.93	Cóncava	1792.78	7+654.36	13.65	10.24	1.33	26.70	34.20	No Cumple
Piv-210	25.93	12.17	Convexa	1803.12	7+694.24	16.47	13.76	1.20	26.70	24.02	No Cumple
Piv-211	12.17	25.79	Cóncava	1805.71	7+715.50	8.43	13.62	0.62	26.71	45.52	No Cumple
Piv-212	25.79	15.60	Convexa	1821.05	7+775.00	8.01	10.19	0.79	26.71	13.75	No Cumple
Piv-213	15.60	41.09	Cóncava	1825.28	7+802.06	13.00	25.49	0.51	25.53	79.35	No Cumple
Piv-214	41.09	-19.91	Convexa	1834.73	7+825.07	20.22	61.00	0.33	25.53	98.33	No Cumple
Piv-215	-19.91	-6.06	Cóncava	1831.66	7+840.47	6.50	13.85	0.47	44.87	100.67	No Cumple
Piv-216	-6.06	23.71	Cóncava	1830.69	7+856.53	9.83	29.77	0.33	26.92	100.71	No Cumple
Piv-217	23.71	14.25	Convexa	1846.19	7+921.87	12.57	9.46	1.33	26.92	11.11	Cumple
Piv-218	14.25	8.03	Convexa	1848.80	7+940.20	15.11	6.22	2.43	28.09	0.00	Cumple
Piv-219	8.03	-11.51	Convexa	1851.43	7+973.01	13.35	19.54	0.68	36.16	63.19	No Cumple
Piv-220	-11.51	20.67	Cóncava	1847.69	8+005.51	5.27	32.18	0.16	27.25	110.98	No Cumple

Piv-221	20.67	17.56	Convexa	1853.60	8+034.06	8.48	3.11	2.73	27.25	0.00	Cumple
Piv-222	17.56	24.31	Cóncava	1855.56	8+045.25	5.28	6.75	0.78	26.86	22.01	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Cabe precisar que en el caso del Piv 148, no necesita curvas verticales dado que la diferencia aritmética de las pendientes es menor que 2%. Adicional a ello, se determinó que el 90% de los Puntos de Inflexión analizados no cumplen con los parámetros mínimos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018.

#### 4.1.4 Diseño Geométrico de las secciones transversales

##### 4.1.4.1 Calzada y Bermas

Según el Manual de Carreteras (DG - 2018), para la denominación de una trocha carrozable determina que las calzadas deben de tener un ancho mínimo de 4.00 m por lo que para nuestra condición cumple.

**Tabla 16**

*Ancho de Calzada y Bermas.*

PI	Progresivas	Ancho de Calzada	Ancho de Superficie de Rodadura (m)	Evaluación
PI:1	0+224.78	4.00	4.00	Cumple
PI:2	0+234.70	4.00	4.00	Cumple
PI:3	0+260.91	4.00	4.00	Cumple
PI:4	0+269.49	4.00	4.00	Cumple
PI:5	0+290.25	4.00	4.00	Cumple
PI:6	0+303.63	4.00	4.00	Cumple
PI:7	0+425.32	4.00	4.00	Cumple
PI:8	0+496.25	4.00	4.00	Cumple
PI:9	0+583.25	4.00	4.00	Cumple
PI:10	0+636.96	4.00	4.00	Cumple
PI:11	0+671.08	4.00	4.00	Cumple
PI:12	0+710.89	4.00	4.00	Cumple
PI:13	0+825.91	4.00	4.00	Cumple
PI:14	0+960.09	4.00	4.00	Cumple
PI:15	1+024.01	4.00	4.00	Cumple
PI:16	1+060.26	4.00	4.00	Cumple
PI:17	1+079.08	4.00	4.00	Cumple
PI:18	1+088.64	4.00	4.00	Cumple
PI:19	1+138.51	4.00	4.00	Cumple
PI:20	1+168.48	4.00	4.00	Cumple
PI:21	1+194.43	4.00	4.00	Cumple
PI:22	1+218.07	4.00	4.00	Cumple
PI:23	1+255.42	4.00	4.00	Cumple
PI:24	1+268.99	4.00	4.00	Cumple
PI:25	1+274.69	4.00	4.00	Cumple

PI:26	1+279.65	4.00	4.00	Cumple
PI:27	1+451.16	4.00	4.00	Cumple
PI:28	1+494.19	4.00	4.00	Cumple
PI:29	1+523.73	4.00	4.00	Cumple
PI:30	1+535.76	4.00	4.00	Cumple
PI:31	1+550.31	4.00	4.00	Cumple
PI:32	1+578.46	4.00	4.00	Cumple
PI:33	1+587.39	4.00	4.00	Cumple
PI:34	1+608.92	4.00	4.00	Cumple
PI:35	1+818.24	4.00	4.00	Cumple
PI:36	1+838.54	4.00	4.00	Cumple
PI:37	1+903.00	4.00	4.00	Cumple
PI:38	1+934.07	4.00	4.00	Cumple
PI:39	2+082.89	4.00	4.00	Cumple
PI:40	2+142.72	4.00	4.00	Cumple
PI:41	2+187.19	4.00	4.00	Cumple
PI:42	2+243.49	4.00	4.00	Cumple
PI:43	2+277.57	4.00	4.00	Cumple
PI:44	2+313.27	4.00	4.00	Cumple
PI:45	2+349.02	4.00	4.00	Cumple
PI:46	2+409.79	4.00	4.00	Cumple
PI:47	2+467.28	4.00	4.00	Cumple
PI:48	2+522.20	4.00	4.00	Cumple
PI:49	2+556.23	4.00	4.00	Cumple
PI:50	2+578.31	4.00	4.00	Cumple
PI:51	2+602.84	4.00	4.00	Cumple
PI:52	2+676.09	4.00	4.00	Cumple
PI:53	2+697.42	4.00	4.00	Cumple
PI:54	2+861.99	4.00	4.00	Cumple
PI:55	2+888.26	4.00	4.00	Cumple
PI:56	2+941.58	4.00	4.00	Cumple
PI:57	3+099.28	4.00	4.00	Cumple
PI:58	3+115.61	4.00	4.00	Cumple
PI:59	3+154.07	4.00	4.00	Cumple
PI:60	3+159.81	4.00	4.00	Cumple
PI:61	3+200.23	4.00	4.00	Cumple
PI:62	3+220.28	4.00	4.00	Cumple
PI:63	3+227.22	4.00	4.00	Cumple
PI:64	3+244.16	4.00	4.00	Cumple



PI:65	3+252.12	4.00	4.00	Cumple
PI:66	3+317.68	4.00	4.00	Cumple
PI:67	3+397.40	4.00	4.00	Cumple
PI:68	3+481.86	4.00	4.00	Cumple
PI:69	3+546.21	4.00	4.00	Cumple
PI:70	3+587.26	4.00	4.00	Cumple
PI:71	3+663.10	4.00	4.00	Cumple
PI:72	3+690.76	4.00	4.00	Cumple
PI:73	3+727.66	4.00	4.00	Cumple
PI:74	3+961.73	4.00	4.00	Cumple
PI:75	4+247.87	4.00	4.00	Cumple
PI:76	4+273.38	4.00	4.00	Cumple
PI:77	4+341.98	4.00	4.00	Cumple
PI:78	4+377.61	4.00	4.00	Cumple
PI:79	4+470.27	4.00	4.00	Cumple
PI:80	4+498.68	4.00	4.00	Cumple
PI:81	4+512.60	4.00	4.00	Cumple
PI:82	4+531.80	4.00	4.00	Cumple
PI:83	4+675.18	4.00	4.00	Cumple
PI:84	4+754.64	4.00	4.00	Cumple
PI:85	4+761.65	4.00	4.00	Cumple
PI:86	4+898.50	4.00	4.00	Cumple
PI:87	4+989.88	4.00	4.00	Cumple
PI:88	5+000.38	4.00	4.00	Cumple
PI:89	5+010.37	4.00	4.00	Cumple
PI:90	5+017.78	4.00	4.00	Cumple
PI:91	5+105.36	4.00	4.00	Cumple
PI:92	5+161.23	4.00	4.00	Cumple
PI:93	5+242.33	4.00	4.00	Cumple
PI:94	5+299.36	4.00	4.00	Cumple
PI:95	5+315.30	4.00	4.00	Cumple
PI:96	5+417.87	4.00	4.00	Cumple
PI:97	5+492.86	4.00	4.00	Cumple
PI:98	5+547.48	4.00	4.00	Cumple
PI:99	5+597.51	4.00	4.00	Cumple
PI:100	5+639.73	4.00	4.00	Cumple
PI:101	5+711.77	4.00	4.00	Cumple
PI:102	5+770.27	4.00	4.00	Cumple
PI:103	5+868.47	4.00	4.00	Cumple

PI:104	5+881.47	4.00	4.00	Cumple
PI:105	5+984.48	4.00	4.00	Cumple
PI:106	6+085.77	4.00	4.00	Cumple
PI:107	6+254.87	4.00	4.00	Cumple
PI:108	6+293.56	4.00	4.00	Cumple
PI:109	6+344.57	4.00	4.00	Cumple
PI:110	6+441.42	4.00	4.00	Cumple
PI:111	6+464.26	4.00	4.00	Cumple
PI:112	6+482.28	4.00	4.00	Cumple
PI:113	6+554.81	4.00	4.00	Cumple
PI:114	6+739.33	4.00	4.00	Cumple
PI:115	6+889.08	4.00	4.00	Cumple
PI:116	6+981.26	4.00	4.00	Cumple
PI:117	7+096.70	4.00	4.00	Cumple
PI:118	7+111.44	4.00	4.00	Cumple
PI:119	7+301.20	4.00	4.00	Cumple
PI:120	7+377.54	4.00	4.00	Cumple
PI:121	7+490.33	4.00	4.00	Cumple
PI:122	7+616.15	4.00	4.00	Cumple
PI:123	7+654.10	4.00	4.00	Cumple
PI:124	7+712.85	4.00	4.00	Cumple
PI:125	7+820.42	4.00	4.00	Cumple
PI:126	7+859.14	4.00	4.00	Cumple
PI:127	8+011.76	4.00	4.00	Cumple
PI:128	8+044.29	4.00	4.00	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.4.2 Bombeo:**

De acuerdo al Manual de Carretera (DG - 2018), para un tipo de superficie de afirmado como el terreno en estudio, el bombeo estará definido mediante la frecuencia de precipitaciones, aplicando la casuística de una precipitación > 500 mm/año, obtendrá un intervalo de Porcentaje de Bombeo entre 3.00 – 4.00 %, asignándole para nuestra comprobación el valor mínimo de 3%.

**Tabla 17***Bombeo.*

<b>Pendiente izquierda (%)</b>	<b>Verificación</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Pendiente derecha (%)</b>	<b>Verificación</b>
16.65	Si Cumple	0+020	-6.29	Si Cumple
55.89	Si Cumple	0+040	-2.08	No Cumple
11.1	Si Cumple	0+060	-0.54	No Cumple
26.05	Si Cumple	0+080	-3.1	Si Cumple
13.6	Si Cumple	0+100	-8.84	Si Cumple
15.02	Si Cumple	0+120	-2.79	No Cumple
1.5	No Cumple	0+140	-4.62	Si Cumple
9.45	Si Cumple	0+160	-18.31	Si Cumple
22.28	Si Cumple	0+180	-21.27	Si Cumple
4.03	Si Cumple	0+200	7.5	Si Cumple
3.72	Si Cumple	0+220	2.51	No Cumple
-14.05	Si Cumple	0+240	11.4	Si Cumple
-7.88	Si Cumple	0+260	4.75	Si Cumple
13.9	Si Cumple	0+280	7.68	Si Cumple
6.5	Si Cumple	0+300	1.46	No Cumple
11.17	Si Cumple	0+320	-2.92	No Cumple
8.69	Si Cumple	0+340	7.18	Si Cumple
11.51	Si Cumple	0+360	-15.26	Si Cumple
12.85	Si Cumple	0+380	-11.75	Si Cumple
18.14	Si Cumple	0+400	-18.14	Si Cumple
-4.1	Si Cumple	0+420	7.09	Si Cumple
0.65	No Cumple	0+440	6.81	Si Cumple
1.35	No Cumple	0+460	-1.74	No Cumple
3.84	Si Cumple	0+480	4.91	Si Cumple
-24.36	Si Cumple	0+500	6.72	Si Cumple
-15.37	Si Cumple	0+520	4.12	Si Cumple
-14.36	Si Cumple	0+540	15.3	Si Cumple
-13.59	Si Cumple	0+560	13.48	Si Cumple
-18.32	Si Cumple	0+580	17.94	Si Cumple
-23.36	Si Cumple	0+600	23.36	Si Cumple
-26.82	Si Cumple	0+620	25.19	Si Cumple
-24.44	Si Cumple	0+640	23.34	Si Cumple
-18.52	Si Cumple	0+660	13.93	Si Cumple
-23.37	Si Cumple	0+680	23.37	Si Cumple

-29.39	Si Cuple	0+700	28.39	Si Cuple
-24.19	Si Cuple	0+720	23.83	Si Cuple
-13.64	Si Cuple	0+740	13.22	Si Cuple
-16.92	Si Cuple	0+760	16.87	Si Cuple
-15.6	Si Cuple	0+780	9.33	Si Cuple
-18.51	Si Cuple	0+800	11.66	Si Cuple
-7.24	Si Cuple	0+820	22.04	Si Cuple
-28.89	Si Cuple	0+840	31.21	Si Cuple
-25.52	Si Cuple	0+860	28.24	Si Cuple
-30.55	Si Cuple	0+880	29.79	Si Cuple
-28.81	Si Cuple	0+900	35.53	Si Cuple
-16.19	Si Cuple	0+920	16.19	Si Cuple
-3.41	Si Cuple	0+940	32.72	Si Cuple
-21.57	Si Cuple	0+960	24.15	Si Cuple
-15.38	Si Cuple	0+980	15.38	Si Cuple
-19.96	Si Cuple	1+000	19.96	Si Cuple
-16.52	Si Cuple	1+020	22.82	Si Cuple
-12.69	Si Cuple	1+040	16.57	Si Cuple
-34.79	Si Cuple	1+060	32.59	Si Cuple
-27.66	Si Cuple	1+080	37.25	Si Cuple
-23.07	Si Cuple	1+100	31.55	Si Cuple
-38.86	Si Cuple	1+120	37.98	Si Cuple
-11.66	Si Cuple	1+140	35.33	Si Cuple
-6.32	Si Cuple	1+160	18.07	Si Cuple
-34.53	Si Cuple	1+180	31.56	Si Cuple
-40.83	Si Cuple	1+200	40.83	Si Cuple
-38.59	Si Cuple	1+220	38.03	Si Cuple
-37.56	Si Cuple	1+240	37.58	Si Cuple
-40.39	Si Cuple	1+260	39.81	Si Cuple
15.85	Si Cuple	1+280	-10.96	Si Cuple
20.7	Si Cuple	1+300	-35.48	Si Cuple
22.81	Si Cuple	1+320	-31.77	Si Cuple
32.44	Si Cuple	1+340	-37.78	Si Cuple
31.46	Si Cuple	1+360	-33.68	Si Cuple
31.55	Si Cuple	1+380	-37.52	Si Cuple
32.95	Si Cuple	1+400	-32.53	Si Cuple
30.76	Si Cuple	1+420	-34.19	Si Cuple
34.68	Si Cuple	1+440	-34.25	Si Cuple
14.59	Si Cuple	1+460	-14.57	Si Cuple

11.42	Si Cumple	1+480	-11.42	Si Cumple
29.08	Si Cumple	1+500	-39.88	Si Cumple
39.35	Si Cumple	1+520	-39.36	Si Cumple
37.59	Si Cumple	1+540	-36.52	Si Cumple
33.82	Si Cumple	1+560	-12.68	Si Cumple
19.9	Si Cumple	1+580	-19.52	Si Cumple
29.45	Si Cumple	1+600	-28.46	Si Cumple
38.82	Si Cumple	1+620	-37.34	Si Cumple
29.08	Si Cumple	1+640	-30.73	Si Cumple
31.38	Si Cumple	1+660	-31.38	Si Cumple
23.83	Si Cumple	1+680	-36.11	Si Cumple
28.13	Si Cumple	1+700	-35.55	Si Cumple
37.35	Si Cumple	1+720	-39.18	Si Cumple
32.35	Si Cumple	1+740	-36.41	Si Cumple
28.74	Si Cumple	1+760	-50.82	Si Cumple
25.31	Si Cumple	1+780	-70.6	Si Cumple
30.05	Si Cumple	1+800	-30.05	Si Cumple
33.61	Si Cumple	1+820	-29.84	Si Cumple
15.78	Si Cumple	1+840	-16.8	Si Cumple
5.98	Si Cumple	1+860	-15.79	Si Cumple
6.43	Si Cumple	1+880	-13.14	Si Cumple
4.34	Si Cumple	1+900	-7.53	Si Cumple
14.56	Si Cumple	1+920	-13.03	Si Cumple
5.2	Si Cumple	1+940	11.68	Si Cumple
-4.45	Si Cumple	1+960	8.27	Si Cumple
-6.11	Si Cumple	1+980	19.05	Si Cumple
-20.24	Si Cumple	2+000	20.04	Si Cumple
-19.68	Si Cumple	2+020	-54.42	Si Cumple
-19.59	Si Cumple	2+040	16.8	Si Cumple
-14.49	Si Cumple	2+060	15.94	Si Cumple
-21.91	Si Cumple	2+080	21.91	Si Cumple
-12.93	Si Cumple	2+100	8.68	Si Cumple
-15.21	Si Cumple	2+120	7.02	Si Cumple
-2.98	No Cumple	2+140	2.74	No Cumple
-14.84	Si Cumple	2+160	15.97	Si Cumple
8.04	Si Cumple	2+180	2.42	No Cumple
3.8	Si Cumple	2+200	-18.36	Si Cumple
28.29	Si Cumple	2+220	-25.76	Si Cumple
22.55	Si Cumple	2+240	-26.77	Si Cumple

29.26	Si Cuple	2+260	-13.87	Si Cuple
22.17	Si Cuple	2+280	-12.73	Si Cuple
6.6	Si Cuple	2+300	-4.74	Si Cuple
6.14	Si Cuple	2+320	-23.19	Si Cuple
18.09	Si Cuple	2+340	-29.63	Si Cuple
23.92	Si Cuple	2+360	-27.62	Si Cuple
25.26	Si Cuple	2+380	-25.46	Si Cuple
13.78	Si Cuple	2+400	-24.88	Si Cuple
25.95	Si Cuple	2+420	-25.54	Si Cuple
30.71	Si Cuple	2+440	-29.36	Si Cuple
36.84	Si Cuple	2+460	-31.36	Si Cuple
15.97	Si Cuple	2+480	-15.27	Si Cuple
1012	Si Cuple	2+500	-12.38	Si Cuple
9.27	Si Cuple	2+520	-20.34	Si Cuple
18.95	Si Cuple	2+540	-32.27	Si Cuple
-3.38	Si Cuple	2+560	-7295	Si Cuple
19.84	Si Cuple	2+580	-41.67	Si Cuple
35.94	Si Cuple	2+600	-33.73	Si Cuple
36.39	Si Cuple	2+620	-34.31	Si Cuple
35.88	Si Cuple	2+640	-42.19	Si Cuple
40.78	Si Cuple	2+660	-4.64	Si Cuple
29.2	Si Cuple	2+680	-29.19	Si Cuple
15.74	Si Cuple	2+700	-39.45	Si Cuple
14.28	Si Cuple	2+720	-36.16	Si Cuple
46.83	Si Cuple	2+740	-21.33	Si Cuple
21.73	Si Cuple	2+760	-11.24	Si Cuple
21.98	Si Cuple	2+780	-25.74	Si Cuple
28.52	Si Cuple	2+800	-28.83	Si Cuple
30.48	Si Cuple	2+820	-32.44	Si Cuple
40.8	Si Cuple	2+840	-39.23	Si Cuple
13.08	Si Cuple	2+860	-14.85	Si Cuple
18.04	Si Cuple	2+880	-31.93	Si Cuple
2.3	No Cuple	2+900	-52.8	Si Cuple
33.66	Si Cuple	2+920	-60.45	Si Cuple
4.09	Si Cuple	2+940	7.7	Si Cuple
18.12	Si Cuple	2+960	-20.06	Si Cuple
3.66	Si Cuple	2+980	-30.27	Si Cuple
14.82	Si Cuple	3+000	-37.59	Si Cuple
24.16	Si Cuple	3+020	-47.64	Si Cuple

13.89	Si Cumple	3+040	-23.25	Si Cumple
8.27	Si Cumple	3+060	-40.28	Si Cumple
10.03	Si Cumple	3+080	6.59	Si Cumple
16.8	Si Cumple	3+100	-0.04	No Cumple
0	No Cumple	3+120	0	No Cumple
13.11	Si Cumple	3+140	-16.06	Si Cumple
36.67	Si Cumple	3+160	-18.05	Si Cumple
12.83	Si Cumple	3+180	-9.79	Si Cumple
30.69	Si Cumple	3+200	-30.92	Si Cumple
17.62	Si Cumple	3+220	-17.83	Si Cumple
-0.84	No Cumple	3+240	-21.14	Si Cumple
38.03	Si Cumple	3+260	-31.58	Si Cumple
36.39	Si Cumple	3+280	-33.99	Si Cumple
-11.51	Si Cumple	3+300	-18.94	Si Cumple
32.16	Si Cumple	3+320	-31.04	Si Cumple
26.86	Si Cumple	3+340	-21.52	Si Cumple
20.8	Si Cumple	3+360	-14.72	Si Cumple
32.88	Si Cumple	3+380	-22.51	Si Cumple
14.92	Si Cumple	3+400	-16.03	Si Cumple
6.79	Si Cumple	3+420	-10.76	Si Cumple
18.68	Si Cumple	3+440	-22.45	Si Cumple
23.88	Si Cumple	3+460	-23.88	Si Cumple
0	No Cumple	3+480	-27.39	Si Cumple
36.92	Si Cumple	3+500	-34.06	Si Cumple
37.73	Si Cumple	3+520	-34.06	Si Cumple
41.59	Si Cumple	3+540	-40.55	Si Cumple
32.51	Si Cumple	3+560	-13.26	Si Cumple
76.16	Si Cumple	3+580	-24.69	Si Cumple
52.79	Si Cumple	3+600	-32.27	Si Cumple
45.26	Si Cumple	3+620	-39.3	Si Cumple
69.64	Si Cumple	3+640	-46.48	Si Cumple
58.97	Si Cumple	3+660	-54.6	Si Cumple
38.93	Si Cumple	3+680	-31.3	Si Cumple
51.73	Si Cumple	3+700	-57.08	Si Cumple
52.41	Si Cumple	3+720	-37.78	Si Cumple
48.22	Si Cumple	3+740	-7.04	Si Cumple
53.43	Si Cumple	3+760	-6.69	Si Cumple
19.02	Si Cumple	3+780	-19.02	Si Cumple
23.78	Si Cumple	3+800	-10.7	Si Cumple

31.04	Si Cumple	3+820	-32.75	Si Cumple
34.78	Si Cumple	3+840	-33.03	Si Cumple
48.75	Si Cumple	3+860	-49.68	Si Cumple
35.35	Si Cumple	3+880	-41.57	Si Cumple
26.38	Si Cumple	3+900	-38.5	Si Cumple
27.41	Si Cumple	3+920	-26.2	Si Cumple
29.56	Si Cumple	3+940	-27.71	Si Cumple
15.2	Si Cumple	3+960	-17	Si Cumple
-3.1	Si Cumple	3+980	3.1	Si Cumple
18.06	Si Cumple	4+000	0.95	No Cumple
13.76	Si Cumple	4+020	5.79	Si Cumple
20.23	Si Cumple	4+040	-36.92	Si Cumple
30.19	Si Cumple	4+060	-41.22	Si Cumple
52.28	Si Cumple	4+080	-19.48	Si Cumple
50.12	Si Cumple	4+100	-3.36	Si Cumple
47.7	Si Cumple	4+120	-4.76	Si Cumple
26.48	Si Cumple	4+140	-7.64	Si Cumple
25.62	Si Cumple	4+160	-42.77	Si Cumple
25.23	Si Cumple	4+180	-31.38	Si Cumple
27.14	Si Cumple	4+200	-35.49	Si Cumple
43.07	Si Cumple	4+220	-47.24	Si Cumple
12.67	Si Cumple	4+240	-4.01	Si Cumple
36.3	Si Cumple	4+260	36.54	Si Cumple
34.42	Si Cumple	4+280	-38.19	Si Cumple
39.19	Si Cumple	4+300	-38.93	Si Cumple
38.51	Si Cumple	4+320	-38.94	Si Cumple
-28.00	Si Cumple	4+340	68.00	Si Cumple
-2.00	No Cumple	4+360	2.50	No Cumple
-34.00	Si Cumple	4+380	38.00	Si Cumple
-37.00	Si Cumple	4+400	38.50	Si Cumple
-32.50	Si Cumple	4+420	43.00	Si Cumple
-32.50	Si Cumple	4+440	43.00	Si Cumple
-43.50	Si Cumple	4+460	25.50	Si Cumple
-39.00	Si Cumple	4+480	40.50	Si Cumple
-23.50	Si Cumple	4+500	24.00	Si Cumple
-39.00	Si Cumple	4+520	39.50	Si Cumple
-42.00	Si Cumple	4+540	40.50	Si Cumple
-38.00	Si Cumple	4+560	34.50	Si Cumple
-35.50	Si Cumple	4+580	33.50	Si Cumple



-31.00	Si Cumple	4+600	32.50	Si Cumple
-25.50	Si Cumple	4+620	-0.50	No Cumple
-30.00	Si Cumple	4+640	29.00	Si Cumple
-33.50	Si Cumple	4+660	29.50	Si Cumple
-43.00	Si Cumple	4+680	42.50	Si Cumple
-40.50	Si Cumple	4+700	36.50	Si Cumple
-37.50	Si Cumple	4+720	37.00	Si Cumple
-35.50	Si Cumple	4+740	48.00	Si Cumple
13.50	Si Cumple	4+760	-11.50	Si Cumple
36.00	Si Cumple	4+780	-36.00	Si Cumple
33.50	Si Cumple	4+800	-37.50	Si Cumple
29.00	Si Cumple	4+820	-30.00	Si Cumple
38.00	Si Cumple	4+840	-35.50	Si Cumple
43.00	Si Cumple	4+860	-43.00	Si Cumple
43.00	Si Cumple	4+880	-43.00	Si Cumple
41.00	Si Cumple	4+900	-41.00	Si Cumple
34.00	Si Cumple	4+920	-35.50	Si Cumple
31.50	Si Cumple	4+940	-31.50	Si Cumple
33.50	Si Cumple	4+960	-34.50	Si Cumple
38.50	Si Cumple	4+980	-39.00	Si Cumple
41.50	Si Cumple	5+000	-40.00	Si Cumple
-32.50	Si Cumple	5+020	34.50	Si Cumple
-40.00	Si Cumple	5+040	40.50	Si Cumple
-40.00	Si Cumple	5+060	41.50	Si Cumple
-36.50	Si Cumple	5+080	38.50	Si Cumple
-42.00	Si Cumple	5+100	42.50	Si Cumple
-7.50	Si Cumple	5+120	10.50	Si Cumple
-9.50	Si Cumple	5+140	10.00	Si Cumple
-29.50	Si Cumple	5+160	30.00	Si Cumple
-31.50	Si Cumple	5+180	35.00	Si Cumple
-38.00	Si Cumple	5+200	38.50	Si Cumple
-37.50	Si Cumple	5+220	39.00	Si Cumple
-38.00	Si Cumple	5+240	38.50	Si Cumple
-28.50	Si Cumple	5+260	33.00	Si Cumple
-39.00	Si Cumple	5+280	42.00	Si Cumple
-27.50	Si Cumple	5+300	34.00	Si Cumple
-29.50	Si Cumple	5+320	34.50	Si Cumple
-41.00	Si Cumple	5+340	42.00	Si Cumple
-36.50	Si Cumple	5+360	46.00	Si Cumple

-38.50	Si Cumple	5+380	48.00	Si Cumple
-33.50	Si Cumple	5+400	-4.50	Si Cumple
-20.00	Si Cumple	5+420	13.50	Si Cumple
-10.50	Si Cumple	5+440	9.50	Si Cumple
-10.00	Si Cumple	5+460	8.00	Si Cumple
-31.50	Si Cumple	5+480	30.00	Si Cumple
-52.50	Si Cumple	5+500	50.50	Si Cumple
-37.00	Si Cumple	5+520	35.50	Si Cumple
-38.00	Si Cumple	5+540	38.50	Si Cumple
-25.00	Si Cumple	5+560	12.00	Si Cumple
-2.50	No Cumple	5+580	-7.50	Si Cumple
-11.00	Si Cumple	5+600	18.50	Si Cumple
-38.50	Si Cumple	5+620	34.00	Si Cumple
-23.50	Si Cumple	5+640	39.00	Si Cumple
-42.50	Si Cumple	5+660	31.50	Si Cumple
-52.00	Si Cumple	5+680	30.00	Si Cumple
-61.00	Si Cumple	5+700	12.50	Si Cumple
-14.00	Si Cumple	5+720	6.00	Si Cumple
-25.00	Si Cumple	5+740	7.50	Si Cumple
-10.00	Si Cumple	5+760	70.00	Si Cumple
-5.00	Si Cumple	5+780	17.00	Si Cumple
-31.50	Si Cumple	5+800	28.00	Si Cumple
-27.50	Si Cumple	5+820	24.50	Si Cumple
-30.00	Si Cumple	5+840	20.50	Si Cumple
-3.50	Si Cumple	5+860	40.50	Si Cumple
-21.50	Si Cumple	5+880	38.50	Si Cumple
-21.00	Si Cumple	5+900	23.00	Si Cumple
-27.50	Si Cumple	5+920	18.00	Si Cumple
-27.00	Si Cumple	5+940	10.50	Si Cumple
-27.50	Si Cumple	5+960	26.00	Si Cumple
-27.50	Si Cumple	5+980	21.50	Si Cumple
9.50	Si Cumple	6+000	-13.00	Si Cumple
-24.00	Si Cumple	6+020	33.00	Si Cumple
-12.00	Si Cumple	6+040	26.00	Si Cumple
-37.50	Si Cumple	6+060	58.00	Si Cumple
-46.50	Si Cumple	6+080	8.50	Si Cumple
-27.00	Si Cumple	6+100	17.00	Si Cumple
-15.50	Si Cumple	6+120	26.00	Si Cumple
-12.50	Si Cumple	6+140	18.50	Si Cumple

-10.50	Si Cumple	6+160	12.00	Si Cumple
-2.00	No Cumple	6+180	8.50	Si Cumple
-5.00	Si Cumple	6+200	13.00	Si Cumple
-1.00	No Cumple	6+220	14.50	Si Cumple
0.00	No Cumple	6+240	0.00	No Cumple
-5.50	Si Cumple	6+260	3.00	No Cumple
-8.50	Si Cumple	6+280	3.50	Si Cumple
-23.50	Si Cumple	6+300	2.00	No Cumple
-26.00	Si Cumple	6+320	6.00	Si Cumple
-29.00	Si Cumple	6+340	13.50	Si Cumple
-20.00	Si Cumple	6+360	16.00	Si Cumple
-30.00	Si Cumple	6+380	12.00	Si Cumple
-16.50	Si Cumple	6+400	16.00	Si Cumple
-18.50	Si Cumple	6+420	11.00	Si Cumple
-35.00	Si Cumple	6+440	28.00	Si Cumple
-24.50	Si Cumple	6+460	22.00	Si Cumple
-30.50	Si Cumple	6+480	18.50	Si Cumple
-27.00	Si Cumple	6+500	6.50	Si Cumple
-4.50	Si Cumple	6+520	-0.50	No Cumple
-6.00	Si Cumple	6+540	0.50	No Cumple
-26.50	Si Cumple	6+560	32.00	Si Cumple
-60.50	Si Cumple	6+580	34.00	Si Cumple
-22.50	Si Cumple	6+600	41.00	Si Cumple
-25.50	Si Cumple	6+620	30.00	Si Cumple
-28.50	Si Cumple	6+640	31.50	Si Cumple
-32.50	Si Cumple	6+660	30.50	Si Cumple
-31.00	Si Cumple	6+680	33.00	Si Cumple
-43.50	Si Cumple	6+700	45.50	Si Cumple
-41.00	Si Cumple	6+720	19.50	Si Cumple
-34.00	Si Cumple	6+740	34.00	Si Cumple
-28.50	Si Cumple	6+760	29.00	Si Cumple
19.50	Si Cumple	6+780	-0.50	No Cumple
-5.00	Si Cumple	6+800	49.50	Si Cumple
-48.00	Si Cumple	6+820	46.00	Si Cumple
-33.00	Si Cumple	6+840	33.00	Si Cumple
-43.00	Si Cumple	6+860	43.50	Si Cumple
-44.00	Si Cumple	6+880	47.50	Si Cumple
-33.00	Si Cumple	6+900	24.00	Si Cumple
-17.50	Si Cumple	6+920	17.00	Si Cumple

-9.00	Si Cumple	6+940	9.50	Si Cumple
-1.50	No Cumple	6+960	6.50	Si Cumple
-16.50	Si Cumple	6+980	31.50	Si Cumple
-23.50	Si Cumple	7+000	27.50	Si Cumple
-22.00	Si Cumple	7+020	29.00	Si Cumple
-22.50	Si Cumple	7+040	30.50	Si Cumple
-14.50	Si Cumple	7+060	24.00	Si Cumple
-21.00	Si Cumple	7+080	26.50	Si Cumple
-13.50	Si Cumple	7+100	-13.00	Si Cumple
21.50	Si Cumple	7+120	-25.50	Si Cumple
14.00	Si Cumple	7+140	-19.50	Si Cumple
-10.00	Si Cumple	7+160	10.00	Si Cumple
-19.00	Si Cumple	7+180	19.50	Si Cumple
-13.00	Si Cumple	7+200	7.00	Si Cumple
-27.00	Si Cumple	7+220	27.00	Si Cumple
-25.50	Si Cumple	7+240	25.00	Si Cumple
-31.50	Si Cumple	7+260	30.50	Si Cumple
-33.00	Si Cumple	7+280	30.50	Si Cumple
-26.50	Si Cumple	7+300	24.00	Si Cumple
9.50	Si Cumple	7+320	-14.50	Si Cumple
0.00	No Cumple	7+340	-0.50	No Cumple
-7.00	Si Cumple	7+360	10.50	Si Cumple
-26.00	Si Cumple	7+380	19.50	Si Cumple
-25.00	Si Cumple	7+400	22.50	Si Cumple
-24.00	Si Cumple	7+420	23.00	Si Cumple
-23.00	Si Cumple	7+440	23.00	Si Cumple
-11.00	Si Cumple	7+460	13.50	Si Cumple
-33.00	Si Cumple	7+480	33.00	Si Cumple
-37.00	Si Cumple	7+500	24.50	Si Cumple
-32.50	Si Cumple	7+520	-10.00	Si Cumple
-24.00	Si Cumple	7+540	5.50	Si Cumple
-24.00	Si Cumple	7+560	3.00	No Cumple
-4.09	Si Cumple	7+580	13.72	Si Cumple
-5.50	Si Cumple	7+600	8.50	Si Cumple
-4.50	Si Cumple	7+620	19.50	Si Cumple
-29.50	Si Cumple	7+640	31.50	Si Cumple
-2.50	No Cumple	7+660	-6.50	Si Cumple
13.00	Si Cumple	7+680	-2.00	No Cumple
25.50	Si Cumple	7+700	-26.50	Si Cumple

8.50	Si Cumple	7+720	-11.00	Si Cumple
2.00	No Cumple	7+740	-11.00	Si Cumple
13.00	Si Cumple	7+760	-15.50	Si Cumple
25.50	Si Cumple	7+780	-25.50	Si Cumple
23.00	Si Cumple	7+800	-20.50	Si Cumple
-5.00	Si Cumple	7+820	4.50	Si Cumple
-39.50	Si Cumple	7+840	32.50	Si Cumple
-25.00	Si Cumple	7+860	24.50	Si Cumple
-17.50	Si Cumple	7+880	17.50	Si Cumple
-23.50	Si Cumple	7+900	26.50	Si Cumple
-14.00	Si Cumple	7+920	31.00	Si Cumple
-20.00	Si Cumple	7+940	20.00	Si Cumple
-22.00	Si Cumple	7+960	23.00	Si Cumple
-20.50	Si Cumple	7+980	21.50	Si Cumple
-22.00	Si Cumple	8+000	28.50	Si Cumple
8.00	Si Cumple	8+020	-7.50	Si Cumple
17.50	Si Cumple	8+040	-17.50	Si Cumple
-5.50	Si Cumple	8+060	5.50	Si Cumple

Fuente: Elaboración propia.

<b>No cumple</b>	20	5 %
<b>Si cumple</b>	383	95 %

Se concluyó que el 95% de los bombeos encontrados en nuestra trocha carrozable en estudio no cumplen con los parámetros mínimos de bombeo de 3%.

#### **4.1.4.3 Peralte:**

Según el Manual de Carreteras (DG - 2018), estable como peralte máximo para curvas horizontales un valor de 12 % condicionado al tipo de Ciudad, la cual en nuestro caso es una Zona rural de acuerdo al terreno escarpado. Y como parámetro mínimo tenemos un 2%.

**Tabla 18***Verificación de Peralte.*

PI	Progresivas	Radio (m)	Peralte calculado	Peralte máximo	Verificación
PI:1	0+224.78	12.51	3.27	12.00	Si cumple
PI:2	0+234.70	30	13.20	12.00	No cumple
PI:3	0+260.91	3.62	4.09	12.00	Si cumple
PI:4	0+269.49	3.83	8.54	12.00	Si cumple
PI:5	0+290.25	17.84	11.55	12.00	Si cumple
PI:6	0+303.63	36.31	1.86	12.00	No cumple
PI:7	0+425.32	23.73	8.44	12.00	Si cumple
PI:8	0+496.25	9.04	11.27	12.00	Si cumple
PI:9	0+583.25	51.76	19.09	12.00	No cumple
PI:10	0+636.96	21.78	27.63	12.00	No cumple
PI:11	0+671.08	49.16	21.97	12.00	No cumple
PI:12	0+710.89	29.47	26.94	12.00	No cumple
PI:13	0+825.91	27.86	25.48	12.00	No cumple
PI:14	0+960.09	16.67	22.16	12.00	No cumple
PI:15	1+024.01	14.64	13.63	12.00	No cumple
PI:16	1+060.26	5.62	35.45	12.00	No cumple
PI:17	1+079.08	3.79	36.88	12.00	No cumple
PI:18	1+088.64	9.1	23.99	12.00	No cumple
PI:19	1+138.51	9.53	28.30	12.00	No cumple
PI:20	1+168.48	19.4	25.66	12.00	No cumple
PI:21	1+194.43	22.34	37.51	12.00	No cumple
PI:22	1+218.07	32.19	39.50	12.00	No cumple
PI:23	1+255.42	13.54	40.31	12.00	No cumple
PI:24	1+268.99	16.49	17.29	12.00	No cumple
PI:25	1+274.69	1.81	12.46	12.00	No cumple
PI:26	1+279.65	1.61	8.22	12.00	Si cumple
PI:27	1+451.16	7.47	24.63	12.00	No cumple
PI:28	1+494.19	6.79	29.29	12.00	No cumple
PI:29	1+523.73	9.69	33.48	12.00	No cumple
PI:30	1+535.76	13.44	31.83	12.00	No cumple
PI:31	1+550.31	10.71	38.15	12.00	No cumple
PI:32	1+578.46	5.77	16.40	12.00	No cumple
PI:33	1+587.39	7.37	26.50	12.00	No cumple
PI:34	1+608.92	11.09	28.95	12.00	No cumple
PI:35	1+818.24	20.58	40.23	12.00	No cumple

PI:36	1+838.54	31.68	17.38	12.00	No cumple
PI:37	1+903.00	39.8	4.19	12.00	Si cumple
PI:38	1+934.07	21.39	2.01	12.00	Si cumple
PI:39	2+082.89	30.89	20.64	12.00	No cumple
PI:40	2+142.72	15.42	6.42	12.00	Si cumple
PI:41	2+187.19	8.08	4.76	12.00	Si cumple
PI:42	2+243.49	24.39	23.21	12.00	No cumple
PI:43	2+277.57	50.34	17.40	12.00	No cumple
PI:44	2+313.27	13.55	20.83	12.00	No cumple
PI:45	2+349.02	11.06	17.13	12.00	No cumple
PI:46	2+409.79	26.45	16.42	12.00	No cumple
PI:47	2+467.28	15.33	30.28	12.00	No cumple
PI:48	2+522.20	25.8	12.05	12.00	No cumple
PI:49	2+556.23	17.9	8.03	12.00	Si cumple
PI:50	2+578.31	6.06	11.86	12.00	Si cumple
PI:51	2+602.84	4.76	39.60	12.00	No cumple
PI:52	2+676.09	20.82	34.81	12.00	No cumple
PI:53	2+697.42	5.53	32.97	12.00	No cumple
PI:54	2+861.99	46.32	14.59	12.00	No cumple
PI:55	2+888.26	9.89	20.36	12.00	No cumple
PI:56	2+941.58	4.58	8.34	12.00	Si cumple
PI:57	3+099.28	19.76	17.79	12.00	No cumple
PI:58	3+115.61	4.82	0.00	12.00	No cumple
PI:59	3+154.07	4.8	31.32	12.00	No cumple
PI:60	3+159.81	2.82	36.01	12.00	No cumple
PI:61	3+200.23	40.3	32.17	12.00	No cumple
PI:62	3+220.28	4.15	17.73	12.00	No cumple
PI:63	3+227.22	5.41	8.14	12.00	Si cumple
PI:64	3+244.16	7.33	2.46	12.00	Si cumple
PI:65	3+252.12	2.6	0.00	12.00	No cumple
PI:66	3+317.68	17.46	34.00	12.00	No cumple
PI:67	3+397.40	3.4	11.18	12.00	Si cumple
PI:68	3+481.86	3.14	0.00	12.00	No cumple
PI:69	3+546.21	28.81	42.28	12.00	No cumple
PI:70	3+587.26	28.51	60.35	12.00	No cumple
PI:71	3+663.10	13.63	56.03	12.00	No cumple
PI:72	3+690.76	7.42	65.83	12.00	No cumple
PI:73	3+727.66	28.85	42.46	12.00	No cumple
PI:74	3+961.73	71.41	15.10	12.00	No cumple

PI:75	4+247.87	3.14	6.03	12.00	Si cumple
PI:76	4+273.38	2.48	22.07	12.00	No cumple
PI:77	4+341.98	13.64	30.86	12.00	No cumple
PI:78	4+377.61	7.62	29.13	12.00	No cumple
PI:79	4+470.27	31.99	0.09	12.00	No cumple
PI:80	4+498.68	18.59	26.53	12.00	No cumple
PI:81	4+512.60	6.54	29.59	12.00	No cumple
PI:82	4+531.80	17.5	41.18	12.00	No cumple
PI:83	4+675.18	21.73	40.10	12.00	No cumple
PI:84	4+754.64	6.19	23.98	12.00	No cumple
PI:85	4+761.65	5.76	20.21	12.00	No cumple
PI:86	4+898.50	32.27	41.75	12.00	No cumple
PI:87	4+989.88	8.64	42.41	12.00	No cumple
PI:88	5+000.38	2.2	40.09	12.00	No cumple
PI:89	5+010.37	6.61	11.47	12.00	Si cumple
PI:90	5+017.78	5.45	34.57	12.00	No cumple
PI:91	5+105.36	22.86	41.91	12.00	No cumple
PI:92	5+161.23	34.7	30.60	12.00	No cumple
PI:93	5+242.33	6.35	34.46	12.00	No cumple
PI:94	5+299.36	3.59	35.64	12.00	No cumple
PI:95	5+315.30	21.84	27.14	12.00	No cumple
PI:96	5+417.87	14.52	25.78	12.00	No cumple
PI:97	5+492.86	13.22	47.49	12.00	No cumple
PI:98	5+547.48	16.45	36.53	12.00	No cumple
PI:99	5+597.51	14.92	11.10	12.00	Si cumple
PI:100	5+639.73	17.5	25.64	12.00	No cumple
PI:101	5+711.77	25.49	12.32	12.00	No cumple
PI:102	5+770.27	20.18	5.36	12.00	Si cumple
PI:103	5+868.47	21.42	18.90	12.00	No cumple
PI:104	5+881.47	19.61	19.42	12.00	No cumple
PI:105	5+984.48	12.95	24.62	12.00	No cumple
PI:106	6+085.77	9.87	30.24	12.00	No cumple
PI:107	6+254.87	28.88	2.46	12.00	Si cumple
PI:108	6+293.56	22.29	29.84	12.00	No cumple
PI:109	6+344.57	16.3	30.24	12.00	No cumple
PI:110	6+441.42	16.91	32.29	12.00	No cumple
PI:111	6+464.26	34.45	24.80	12.00	No cumple
PI:112	6+482.28	12.28	28.67	12.00	No cumple
PI:113	6+554.81	11.01	26.30	12.00	No cumple



PI:114	6+739.33	23.36	34.70	12.00	No cumple
PI:115	6+889.08	19.33	44.94	12.00	No cumple
PI:116	6+981.26	9.56	32.37	12.00	No cumple
PI:117	7+096.70	15.5	16.00	12.00	No cumple
PI:118	7+111.44	14.05	15.52	12.00	No cumple
PI:119	7+301.20	20.52	24.79	12.00	No cumple
PI:120	7+377.54	18.97	19.41	12.00	No cumple
PI:121	7+490.33	12.18	37.82	12.00	No cumple
PI:122	7+616.15	19.42	8.66	12.00	Si cumple
PI:123	7+654.10	13.44	16.03	12.00	No cumple
PI:124	7+712.85	8.88	19.31	12.00	No cumple
PI:125	7+820.42	8.01	5.55	12.00	Si cumple
PI:126	7+859.14	7.36	27.71	12.00	No cumple
PI:127	8+011.76	5.91	3.57	12.00	Si cumple
PI:128	8+044.29	19.06	13.56	12.00	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo analizado, el 80% de los peraltes no cumplen con los parámetros mínimos del Manual de Carreteras (DG-2018), sobrepasando los parámetros máximos de 12%.

Finalmente, se realizará el diseño del afirmado contrastando la data obtenida en los puntos anteriores. Determinando lo siguiente.

#### **4.1.5 Diseño de Espesor de Afirmado**

La metodología empleada sirvió para diseñar de manera técnica y rápida el espesor de una capa de afirmado, teniendo en cuenta la resistencia de la subrasante y el tránsito estimado para un periodo de diseño.

Para el tránsito estimado en un periodo de diseño se toma en cuenta el número total de los vehículos pesados durante el periodo de diseño expresados en ejes equivalentes (EE), los cuales se calcularon siguiendo la metodología del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", previamente se realizó un estudio de tráfico para determinar las características del tránsito de la vía.

#### **4.1.6 Estudio de tráfico**

**4.1.6.1 Características del Tránsito.** La información de la demanda del tráfico se consiguió mediante un estudio de tráfico con el que se obtuvo el índice medio diario anual (IMDA) mediante un conteo vehicular diario en ambos sentidos de la vía y clasificado por cada tipo de Vehículo.

En la tabla 19 y el grafico 1 se muestra de manera gráfica el flujo vehicular diario semanal en la vía de estudio.

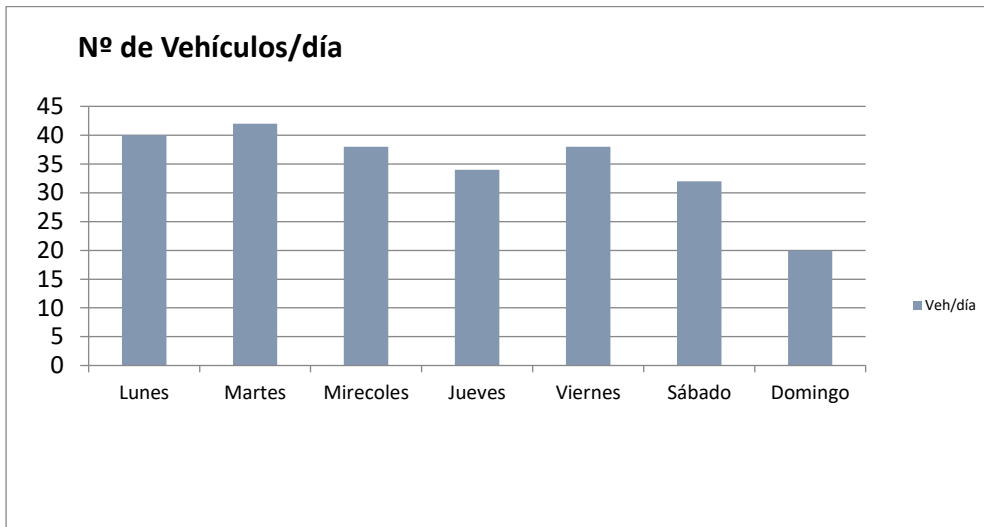
**Tabla 19***Conteo Vehicular*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Sentido</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
Automóvil	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	0	0	0	0	0	0	0
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	0	0	0	0	0	0	0
	Ambos Sentidos	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	9	9	8	7	9	7	4
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	7	9	9	8	7	6	5
	Ambos Sentidos	16	18	17	15	16	13	9
Combi Rural	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	1	1	1	1	1	0	0
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	2	1	1	1	1	0	0
	Ambos Sentidos	3	2	2	2	2	0	0
Micro	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	0	0	0	0	0	0	0
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	0	0	0	0	0	0	0
	Ambos Sentidos	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	0	0	0	0	0	0	0
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	0	0	0	0	0	0	0
	Ambos Sentidos	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	0	1	0	0	0	1	0
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	1	0	0		1	1	0
	Ambos Sentidos	1	1	0	0	1	2	0
Camión 3E	CP. Culebreros -C. P Cruz Azul	0	0	0	0	0	0	0
	C.P Cruz Azul - C.P Culebreros	0	0	0	0	0	0	0
	Ambos Sentidos	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>18</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Gráfico 1

*Número de Vehículos por día.*



Fuente: Elaboración propia.

**4.1.6.1.1 Determinación del índice medio diario anual (IMDA).** Posterior a la obtención del Índice medio diario semanal del flujo vehicular característico de la ruta de estudio se procede a calcular el IMDA mediante la siguiente ecuación.

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

IMDa: Índice medio diario anual.

IMDs: Índice medio diario semanal.

Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

FC: Factor de corrección Estacional.

El factor de corrección estacional corresponde a la estación de peaje “Chulucanas” para el mes de marzo, siendo para Vehículos ligeros 1.15648 y para vehículos pesados 1.3444, según los factores de vehículos ligeros y pesados promedio entre el 2010 y el 2016.

**Tabla 20**

*Índice medio diario anual (IMDA)*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMD</b>	<b>Distribución (%)</b>
Automóvil	0	0.00
Camioneta	18	85.71
C.R.	2	9.52
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	1	4.76
Camión 3E	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>21</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 21***Trafico Actual por tipo de Vehículo*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7				
Automóvil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.15648	0
Camioneta	16	18	17	15	16	14	10	106	15	1.15648	18
C.R.	3	2	2	2	2	0	0	11	2	1.15648	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.15648	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.15648	0
Camión 2E	1	1	0	0	1	2	0	5	1	1.13444	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.13444	0
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>122</b>	<b>17</b>		<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia.

**4.1.6.1.2 Determinación de la demanda proyectada.** Para determinar la demanda proyectada, se utiliza la siguiente ecuación aritmética.

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

$T_n$ : Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

$T_0$ : Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

$r$ : Tasa anual de crecimiento de tránsito por tipo de vehículo.

$n$ : Año futuro de proyección.

Tasa anual de crecimiento de tránsito se divide en dos siendo para vehículos de pasajeros, la tasa de crecimiento anual de la población 0.87% y para vehículos de carga, la tasa de crecimiento del PBI regional es de 3.23%, la data fue obtenía del INEI.

**Tabla 22***Proyección de Trafico a 10 años.*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>Tráfico Normal</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
Automóvil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camioneta	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
C.R.	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.1.6.2 Ejes Equivalentes

##### 4.1.6.2.1 Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMDp \times Fd \times Fcx \times Fvp \times Fp$$

Donde:

Fd : Factor Direccional.

Fc : Factor Carril.

Fvp : Factor Vehículo pesado

Fp : Factor presión de neumático.

Los factores utilizados se obtuvieron de la tabla 6.1 y 6.13 del capítulo 6 del Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", siendo Fd= 1, Fc =1, Fp = 1.08. Para el cálculo del Fvp se utilizaron las ecuaciones de Ejes Equivalentes (EE)

Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos:

#### Tabla 23

##### Numero de Ejes equivalentes por tipo de eje

Tipo de Eje	Ejes equivalentes.
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24***Factor vehículo para pavimentos flexibles semirígidos y afirmados*

Tipo de Eje	Peso (Ton)	EE
Simple	7	1.265
Doble	11	3.238
Tandem1	15	1.055
Tándem 2	16	1.261
Trídem	21	1.058
Trídem 2	23	1.232

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25**

Numero de ejes equivalentes por tipo vehiculo pesado

Tipo de vehículo	IMDp	Factor Direccional (FD)	Factor Carril (Fc)	Factor Vehículo (FVp)	Factor Presión de Neumático (Fp)	EE día-carril
C2	1	1	1	4.50	1.08	4.86
C3	0	1	1	2.53	1.08	0.00
C4	0	1	1	2.32	1.08	0.00
T2s1	0	1	1	7.74	1.08	0.00
T2s2	0	1	1	5.76	1.08	0.00
T3s3	0	1	1	3.76	1.08	0.00
T3r4	0	1	1	5.05	1.08	0.00

Fuente: Elaboración propia.

**4.1.6.3 Factor de Crecimiento Acumulado :**

$$FCA = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

n : Años del periodo de diseño (10 años)

r :Taza anual de crecimiento (3.23% PBI)

#### 4.1.6.4 Numero de respeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn

$$Nrep\ de\ EE_{8.2tn} = \sum [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$$

Donde

$EE_{dia-carril}$  :Ejes equivalentes por tipo de vehículo

Fca : factor de crecimiento acumulado

365 : Dias del año.

**Tabla 26**

*Numero de repeticiones de ejes equivalentes*

FCA	Días del Año	Ejes Equivalentes
11.59	365.00	20569.19
11.59	365.00	0.00
11.59	365.00	0.00
11.59	365.00	0.00
11.59	365.00	0.00
11.59	365.00	0.00
11.59	365.00	0.00
Nrep EE 8.2Tn =		20,569.19

Fuente: Elaboración propia.

El numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn de la via de estudio es de 20,569.19.

#### 4.1.6.5 Espesor de capa de Afirmado

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left( \frac{Nrep}{120} \right)$$

Donde

e: Espesor de la capa de afirmado.

Nrep: Numero de repeticiones de ejes equivalentes.

CBR: Valor de CBR de la subrasante.

El CBR de la subrasante se obtuvo mediante un estudio de suelos siguiendo lo establecido por el manual, se realizaron 4 CBR cada 3km. Se anexa el estudio de mecánica de suelos realizado.

Para los tramos correspondientes las calicatas, C-3, C-5, C-7, se utilizará un espesor de capa de afirmado mínimo de 15 cm y para C-1 la cual presenta un CBR menor a 6% se deberá realizar un mejoramiento según lo indicado en el manual de “Suelos, Geología y Pavimentos “.

Dado que las características de suelo son de un CBR de 4.4 un índice de plasticidad medio según el estudio de mecánica de suelos, se propone como medida de estabilización del suelo sustituir el suelo con un material adecuado, el cual será un suelo con un CBR > 10 % y un IP < 10, el espesor del material de reemplazo es de 25 cm el cual se obtuvo de la tabla 9.3 del Capítulo N° 9. Por lo que el espesor del afirmado a colocar será de 20cm en función a la nueva subrasante y los EE de la vía de estudio.

El afirmado que se utilizará como carpeta de rodadura deberá tener un índice de plasticidad entre 4-9 un límite líquido máximo del 35%, desgaste de los ángeles máximo del 50% y un CBR mínimo de 40%.

**Figura 2:**

*Espesores según tipo de subrasante*



Fuente: Elaboración propia.

## **4.2 Docimasia de Hipótesis**

Dado que el estudio de tesis aplicativo no se comprueba la hipótesis, puesto a que la evaluación realizada está basada en el Manual de Carretera DG-2018 con el fin de evaluar las características geométricas del camino vecinal que conecta el Centro Poblado Culebreros al Centro Poblado Cruz Azul desde la progresiva 0+000 km al 8+072 km, verificando que la vía de estudio no cuenta con una correcta condición geométrica según los requisitos técnicos necesarios. Adicional a la Normativa mencionada, para la propuesta de mejoramiento de la carpeta de rodadura se utilizó como base de análisis los documentos de respaldo como el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos utilizando los parámetros estipulados. Asimismo, la implementación de una carpeta de rodadura mejora la transitabilidad de la vía puesto a que las condiciones actuales no son óptimas.

## CONCLUSIONES

De acuerdo al primer objetivo específico, se realizó el estudio topográfico para determinar el trazo de la geometría mediante un levantamiento cada 20m del eje para posteriormente procesar la información mediante software, y realizar los planos correspondientes y tablas de datos que caracterizan geométricamente la vía. De acuerdo al análisis de los pendientes transversales y longitudinales, se determinó que el terreno se encuentra dentro de la clasificación por orografía como un Terreno Escarpado (Tipo 4), puesto que las pendientes longitudinales superan el 8% establecido en el manual DG-2018, siendo el promedio de pendientes 37.86%. - Como Velocidad de diseño se escogió 30 km/h dada la clasificación por orografía y el IMDA de la vía de estudio.

De acuerdo al segundo objetivo específico, para la elaboración de la planimetría de estudio se procesó la data obtenida en campo mediante el software Civil 3D resultando los planos de cortes longitudinales como se muestran en las láminas PP-01, PP-02, PP-03, PP-04, PP-05, PP-06, PP-07, PP-08 y los planos de secciones transversales como se muestran en las láminas ST-01, ST-02, ST-03, ST-04, ST-05, ST-06, ST-07, ST-08, ST-09 y ST-10. Los cuales están presentados en los anexos.

De acuerdo al tercer objetivo específico, se realizó un estudio de mecánica de suelos con la finalidad de complementar el análisis geométrico y diseñar el afirmado del camino vecinal. Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo que el suelo de apoyo está compuesto por cobertura vegetal, gravas, arcillas y roca, no presenta Napa freática y los cloruros y sales solubles presentes tienen un nivel de agresividad insignificante, los datos favorables manifiestan que no será necesario el uso de cementos especiales, pero debido a la humedad y escorrentías a la que se va a estar expuesto el concreto se recomienda utilizar el diseño del concreto cemento portland tipo II para futura pavimentación de la vía. Del estudio se obtuvo que la Calicata 01 (C-1) tiene un CBR al 95% de 4.4, la C-2 tiene un CBR al 27.4, la C-3 tiene un CBR al 23.3, y la C-4 tiene un CBR al 28.8, la calidad de la subrasante en la C-2, C-3 y C-4 se describe como "muy buena" y la C-1 se describe como "muy mala"

De acuerdo al objetivo general, se realizó el análisis geométrico y el diseño del afirmado del camino vecinal Caserío Culebreros – Caserío Cruz Azul, Morropón, Piura, constituido desde las progresivas 0+000 al 8+072 km.

Para el análisis geométrico en planta, se determinó que el 61% de los tramos en tangente no cumplen con la longitud mínima requerida, así como el 80% de los radios no cumplen con lo mínimo estipulado en el Manual de Carreteras (DG-2018).

Para el análisis geométrico en perfil, se evaluó que las pendientes se comprobaron que el 72% no cumple con los parámetros mínimos y máximos. Se comprobó que el 90% de las longitudes de curva de la vía no cumplen con los estándares mínimos calculados según el manual DG-2018. Para el análisis geométrico en transversal, la vía cumple con el ancho de calzada mínimo requerido de 4 metros, siendo esta media el ancho promedio de la vía, el parámetro mínimo de bombeo es de 3% para el cual el 95% de las secciones transversales cumple, del análisis de peraltes transversales de la vía está condicionado por el tipo de ciudad y tipo de orografía de la vía, de acuerdo a las características propias de la vía el valor del peralte se encuentra entre el 2% y 12%, para el cual el 80 por ciento de las secciones no cumple con los parámetros.

Para el diseño del afirmado, fue necesario realizar un estudio de tráfico donde se obtuvo que la trocha carrozable tiene un IMDA de 21 Veh/ día y un IMDp proyectado a 10 años de 22 Veh/día, del estudio se escogió Camión de 2 ejes como vehículo de diseño puesto que las características físicas del vehículo condicionaron las condiciones físicas del proyecto, con los datos obtenidos se realizó el cálculo de los ejes equivalentes por cada vehículo pesado que transita en la vía obteniendo el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn de la vía de estudio el cual dio como resultado 20,569.19 EE. El diseño ha sido basado por medio del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo el CBR de las calictas C-3, C-5, C-7 los cuales describen la subrasante con características “muy buena” por lo que luego de realizado el cálculo se determinó una capa de afirmado mínimo de 15 cm, para C-1 la cual cuenta con un CBR de 4.4 se deberá de realizar un mejoramiento a la subrasante, se propone como medida de estabilización del suelo,

sustituir el suelo con un material nuevo de 25 cm de espesor sobre el cual se colocara 20 cm de afirmado como superficie de rodadura. El afirmado que se utilizará como carpeta de rodadura deberá tener un índice de plasticidad entre 4-9 un límite líquido máximo del 35%, desgaste de los ángeles máximo del 50% y un CBR mínimo de 40%.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar mantenimientos periódicos en la vía de estudio con la finalidad de mantener en condiciones adecuadas puesto que las características geométricas no son las adecuadas y podrían generar accidentes de tránsito.

Se recomienda colocar señalización adecuada con el fin de advertir y mantener informados a los usuarios de vía y prevenir eventuales accidentes.

A futuro se recomienda realizar un diseño geométrico con las características adecuadas al tipo de vía con la finalidad de garantizar la seguridad y confort de los vehículos que transita en la vía.

En el tramo de vía correspondiente a una subrasante de características muy pobre se recomienda realizar un mejoramiento de la misma para el cual se propone una sustitución del material por uno que cuente con un CBR > 10 y IP <10 sobre el cual se podrá colocar una capa de afirmado como superficie de rodadura.

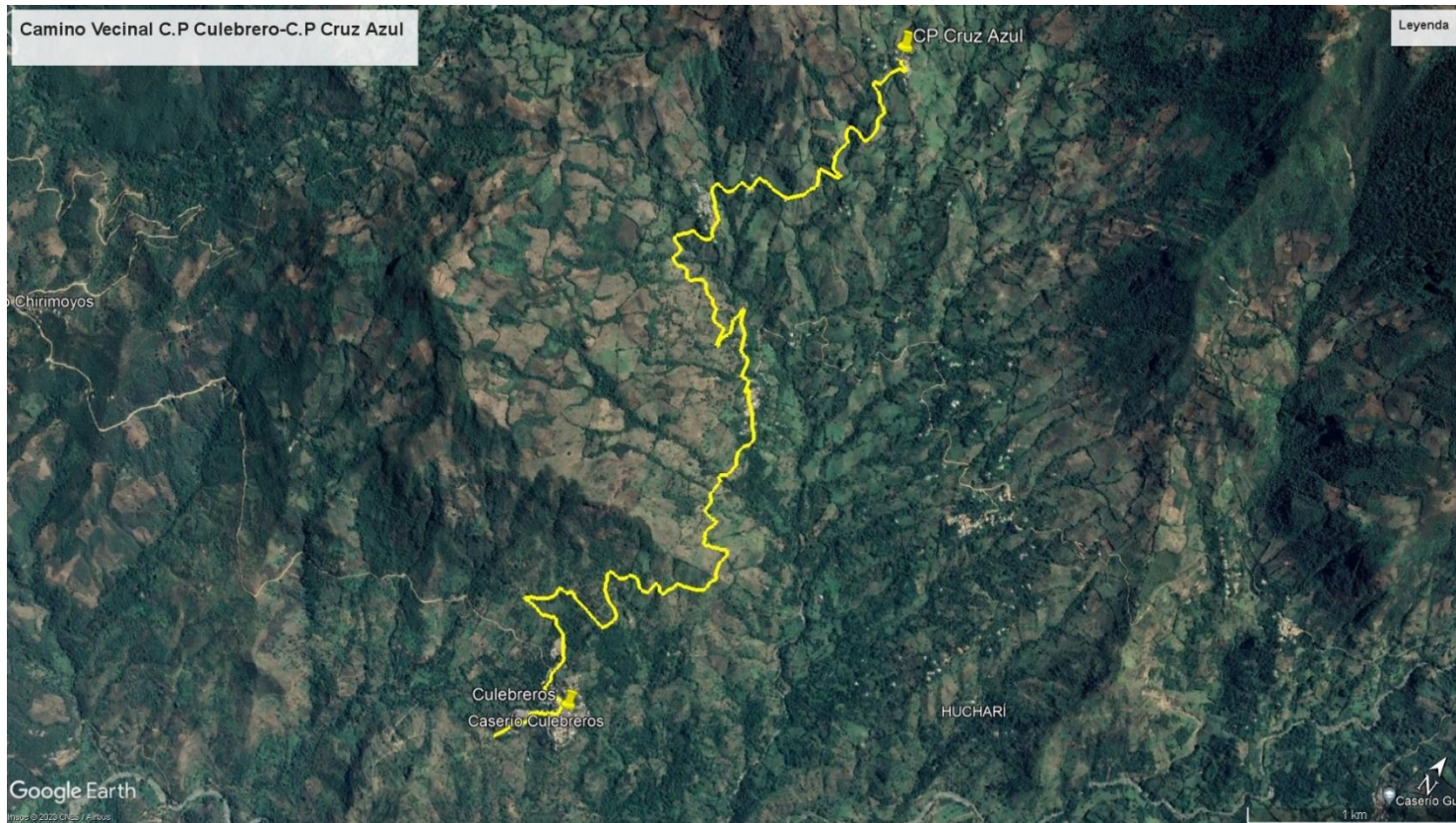
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sani, D. (2020). Diseño Geométrico De La Alternativa Vial Shuyo – Pinllopata En El Tramo Km 8 + 000 – 12 + 000 Perteneciente A Los Cantones Pujilí Y Pangua De La Provincia De Cotopaxi.
- Martínez, H. (2017). Relación Entre Seguridad Vial, Accidentalidad Y Lineamientos De Diseño Geométrico. Estudio De Caso: Vía Manizales – Neira.
- Córdova, J. (2019). Evaluación De Las Características Geométricas Del Camino Vecinal Cruce Tamborillo, Caserío Huaranguillo, El Faique, Santa Fé, Distrito De San José Del Alto, Provincia De Jaén – Cajamarca, De Acuerdo Con Las Normas De Diseño Geométrico.
- Quiroz, J. (2020). Evaluación De Las Características Geométricas De La Carretera Cajabamba-Ponte (Km 52+300 – Km 48+050) De Acuerdo Con El Manual De Diseño Geométrico De Carreteras Dg-2018.
- García, G.& Jacinto, M. (2021). Propuesta Del Diseño Geométrico Del Camino Vecinal Pi-119, Trayectoria: Emp.Pe-1nmsurpampa–Oxahuay (Ayabaca), Optimizando Parámetros Del Manual Dg 2018, Piura, Perú.
- Gonzales, B. & Mija, B. (2021). Diseño Geométrico Y Estructural De Las Vías No Pavimentadas Para La Localidad De Algodonal, Distrito De Paimas, Ayabaca, Departamento De Piura.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Glosario De Términos De Uso Frecuente De En Proyectos De Infraestructura Vial. Perú. Gobierno del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018. Perú. Gobierno del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual De Diseño De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento, Sección suelos y Pavimentos.

## ANEXOS

### Anexo 1

*Georreferenciación camino vecinal Centro Poblado Culebreros - Centro Poblado Cruz Azul del distrito de Santa Catalina de Mossa*



Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 2**

*Reconocimiento del camino vecinal Centro Poblado Culebreros - Centro Poblado Cruz Azul del distrito de Santa Catalina de Mossa*



Fuente: Elaboración propia.

### **Anexo 3**

*Reconocimiento del camino vecinal Centro Poblado Culebreros - Centro Poblado Cruz Azul del tramo 0+000 al 8+072 km*



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 4

Realización de calicata para estudio de mecánica de suelos.



Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 5**

*Extracción de muestra de calicata para estudio de mecánica de suelos*



Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 6**

*Extracción de muestra de calicata para estudio de mecánica de suelos.*





Fuente: Elaboración propia.






















# **FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR**

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

FORMATO N° 1

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL
SENTIDO	CULEBREROS CRUZAZUL  N 
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA
DIA	1

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	LUNES 20/03/2023

NO. RA DIA GRA VEH	SENTI DO	MOTOS 	AUTOS 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	≥3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	281/282 	283 	381/382 	≥383 	2T2 	2T3 	3T2 	≥3T3 				
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-06		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
06-07		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
07-08		-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
08-09		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
11-12		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12-13		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13-14		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17-18		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PARCIAL:		0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P.CULEBREROS-C.P.CRUZ AZUL
SEN TIDO	Culebreros Cruz Azul ←
UBICACI3N	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA
DA	2

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	MARTES 21/03/2023

HORA	SEN TIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS			MICRO	CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL			
				PICK UP	PANEL	RURAL Contar		2 E	≥3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	283	381/382	≥383	2T2		2T3	3T2	≥3T3
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
05-06		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
06-07		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
07-08		-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
08-09		-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
10-11		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
11-12		-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
12-13		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
13-14		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
16-17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
17-18		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
18-19		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
PARCIAL:		0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11



TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL		
SERVIDO	Culebreros Cruz Azul		N
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA		
DA	4		

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	JUEVES 23/10/2023

HORA	SEMI DO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Conti		2 E	≥3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	283	381/382	≥383	2T2	2T3	3T2		≥3T3	
00-01																					0	
01-02																						0
02-03																						0
03-04																						0
04-05																						0
05-06																						0
06-07				2																		2
07-08				2		1																3
08-09																						0
09-10																						0
10-11																						0
11-12				1																		1
12-13				1																		1
13-14																						0
14-15																						0
15-16																						0
16-17																						0
17-18				1																		1
18-19																						0
19-20																						0
20-21																						0
21-22																						0
22-23																						0
23-24																						0
PARCIAL:		0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL
SENTRIDO	Culebreros Cruz Azul   N 
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MGSSA
DA	5

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	VIERNES 24.03.2023

HORA	SENTRIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Conv.		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	231/232	233	33/332	33/333	2T2	2T3	3T2		3T3
00-01																						0
01-02																						0
02-03																						0
03-04																						0
04-05																						0
05-06				1																		1
06-07				2		1																3
07-08																						0
08-09				1																		1
09-10																						0
10-11				2																		2
11-12				1																		1
12-13																						0
13-14																						0
14-15																						0
15-16																						0
16-17				1																		1
17-18				1																		1
18-19																						0
19-20																						0
20-21																						0
21-22																						0
22-23																						0
23-24																						0
PARCIAL:		0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P.CULEBREROS-C.P.CRUIZ AZUL		
SENTIDO	CULEBREROS CRUIZAZUL		N
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA		
DIA	6		

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	6 ABRIL 2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS				BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RUBAL Contal	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	28/282	283	38/382	>=383	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01																						0	
01-02																							0
02-03																							0
03-04																							0
04-05																							0
05-06																							0
06-07				1																			1
07-08				2																			2
08-09				1																			1
09-10																							0
10-11				1																			1
11-12				2																			2
12-13																							0
13-14																							0
14-15																							0
15-16								1		1													2
16-17																							0
17-18																							0
18-19																							0
19-20																							0
20-21																							0
21-22																							0
22-23																							0
23-24																							0
PARCIAL:		0	0	7	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL		
SENTIDO	Culebreros	Cruz Azul	N ↑
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA		
DIA	7		

ESTACION	E-1	
CODIGO DE LA ESTACION		
DIA Y FECHA	DOMINGO	26/03/2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Convini		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	281282	283	381082	>=383	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIGITA VEH																								
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-06		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
06-07		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
07-08		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
08-09		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11-12		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12-13		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13-14		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17-18		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18-19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PARCIAL:		0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5





**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO

FORMATO N° 1

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL
SENTIDO	Cruz Azul Culebreros E ← S ↑
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA
DA	1

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	LUN 08 20/03/2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Cont		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	28 1/2 32	28 3	38 1/2 32	>=38 3	2 T2	2 T3	3 T2	>=3 T3		
DIAGRAMA VER.																						
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-06		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-07		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
07-08		-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
08-09		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11-12		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
12-13		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13-14		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17-18		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PARCIAL:		0	0	7	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL		
SENTIDO	Cruz Azul Culebreros	E ←	S ↑
UBICACIÓN	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA		
DÍA	2		

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DÍA Y FECHA	MARTES 21/03/2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL					
				PICK UP	PANEL	RURAL Cont			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	28 1/292	293	38 1/392	>= 383	2T2	2T3	3T2	>=3T3							
DIAGONAL VER.																												
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-06		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
06-07		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
07-08		-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
08-09		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11-12		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12-13		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
13-14		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17-18		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PARCIAL:		0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

TRAMO DE LACARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL
SENTIDO	Cruz Azul Culebreros E ← S ↑
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA
DA	3

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	MIERCOLES 22/03/2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETA			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	28 1/232	283	38 1/382	>=383	2T2	2T3	3T2	
DIAGRAMA VER.																				
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-06		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
06-07		-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
07-08		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
08-09		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
11-12		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
12-13		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13-14		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17-18		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-19		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PARCIAL:		0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL		
SENTIDO	Cruz Azul Culebreros	E ←	S ↑
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA		
DA	4		

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DIY Y FECHA	JU EYES 23/03/2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	28 1/29 2	29 3	38 1/39 2	>= 39 3	2 T2	2 T3	3 T2	>= 3 T3		
00-01		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
01-02		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
02-03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
03-04		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
04-05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
05-06		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
06-07		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
07-08		-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
08-09		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
09-10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-11		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
11-12		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12-13		-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
13-14		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15-16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16-17		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17-18		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20-21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22-23		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-24		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
PARCIAL:		0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3





TRAMO DE LA CARRETERA	TROCHA C.P. CULEBREROS-C.P. CRUZ AZUL		
SENTIDO	Cruz Azul Culebreros	E ←	S ↑
UBICACION	DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA		
DA	7		

ESTACION	E-1
CODIGO DE LA ESTACION	
DA Y FECHA	DOMINGO 26/03/2023

HORA	SENTIDO	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL				
				PICK UP	PAHEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	28 1/232	283	38 1/32	>=383	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
00-01																									0	
01-02																										0
02-03																										0
03-04																										0
04-05																										0
05-06																										0
06-07				1																						1
07-08				2																						2
08-09				1																						1
09-10																										0
10-11																										0
11-12																										0
12-13				1																						1
13-14				0																						0
14-15																										0
15-16																										0
16-17																										0
17-18																										0
18-19																										0
19-20																										0
20-21																										0
21-22																										0
22-23																										0
23-24																										0
PARCIAL:		0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

**CONSTANCIA  
DE EMITIDAD  
POR ENTIDAD**



**ESTUDIO DE  
MECÁNICA DE  
SUELOS**

# PLANOS