

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL DISEÑO  
GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ENTRE EL CRUCE  
POLLOC-EL MANGLE, DISTRITO DE LA ENCAÑADA-  
CAJAMARCA-CAJAMARCA”**

**Para optar el título profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

AGUILAR FLORES, Arcenio

**ASESOR:**

Ing. Ever Rodríguez Guevara

**Cajamarca – Perú**

2019

COPYRIGHT©2019  
AGUILAR FLORES ARCENIO  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO:**

- ❖ A los catedráticos que participaron como asesores y jurados, quienes me apoyaron para poder desarrollar mi presente tesis de investigación.
  
- ❖ Y porque no mencionar a la Universidad Nacional de Cajamarca, a la Facultad de Ingeniería y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, donde llegue a conocer grandes personalidades uno de ellos mis compañeros de estudios y así también a los ingenieros y catedráticos quienes nos compartieron su experiencia y sabiduría en las aulas de nuestra alma mater.

**Arcenio Aguilar Flores**

## **DEDICATORIA:**

### **A DIOS:**

En DIOS está mi vida y mis metas que todo se haga bajo su voluntad y su tiempo perfecto, por dejarme continuar en esta carrera, que es parte de mi existencia desde que amanece hasta terminar mi día.

### **A MIS QUERIDOS PADRES:**

A mi Madre por traerme a este mundo y enseñarme a dar mis primeros pasos, a mi Padre que me formo como una persona digna y respetuosa, Dios los tiene a su lado y desde allí velaran para seguir por un buen camino.

### **A MI HIJO:**

Sian Armando, mi hijo, quien es el motor de mi vida para seguir enfrentando los grandes retos en la vida. Dios cuide a todos.

Arcenio Aguilar Flores

## ÍNDICE

COPYRIGHT©2019 -----	ii
Agradecimiento-----	iii
Dedicatoria -----	iv
Resumen-----	xi
Abstrac-----	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN-----	001
1.1 introducción-----	001
1.2 Planteamiento del problema -----	001
1.3 Formulación del problema -----	002
1.4 Justificación de la investigación -----	002
1.5 Alcances de la investigación-----	003
1.6 Objetivos -----	003
1.6.1 Objetivo general-----	003
1.6.2 Objetivo específico-----	003
1.7 Hipótesis general -----	004
1.8 Variables-----	004
1.8.1 Variables dependientes -----	004
1.8.2 Variables independientes-----	004
1.9 Descripción de capítulos -----	004
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO-----	006
2.1 Antecedentes del estudio-----	006
2.1.1 Antecedentes internacionales-----	006
2.1.2 Antecedentes nacionales -----	007
2.1.3 Antecedentes locales-----	009
2.2 Bases teóricas -----	010
2.2.1 Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito-----	010
2.2.2 Carretera -----	011
2.2.3 Diseño geométrico de carreteras -----	012
2.2.4 Clasificación de carreteras -----	012
2.2.4.1 Clasificación por su función -----	012
2.2.4.2 Clasificación por el tipo de relieve-----	012
2.2.4.3 Tipo de obras por ejecutarse -----	012
2.2.5 Derecho de vía o faja de dominio -----	013
2.2.5.1Derecho de vía-----	013
2.2.5.2 Dimensionamiento del ancho mínimo del derecho de vía para carreteras de bajo volumen de tránsito-----	014
2.2.5.3 Faja de propiedad restringida -----	015
2.2.5.4 Procedimiento de adquisición de propiedad para el derecho de vía pública por parte del estado-----	015
2.2.5.4.1 Valuación -----	015
2.2.5.4.2 Registro nacional de propiedad-----	016
2.2.5.4.3 Materialización del derecho de vía-----	016
2.2.5.4.4 Mantenimiento del derecho de vía -----	016
2.2.6 Parámetros y elementos básicos del diseño -----	016

2.2.6.1 Metodología para el estudio de la demanda de tránsito	017
2.2.6.2 La velocidad de diseño y su relación con el costo de la carretera	020
2.2.6.3 La sección transversal de diseño	021
2.2.6.4 Tipos de superficie de rodadura	022
2.2.7 Elementos del diseño geométrico	022
2.2.8 Distancia de visibilidad	023
2.2.9 Alineamiento horizontal	025
2.2.10 Curvas horizontales	027
2.2.11 Curvas de transición	028
2.2.12 Distancia de visibilidad de curvas horizontales	029
2.2.13 Curvas compuestas	030
2.2.14 El peralte de la carretera	030
2.2.15 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares	039
2.2.16 Alineamiento vertical	039
2.2.16.1 Consideraciones para el alineamiento vertical	039
2.2.16.2 Curvas verticales	041
2.2.16.3 Pendientes	042
2.2.17 Coordinación entre el diseño horizontal y el diseño vertical	044
2.2.18 Sección transversal	046
2.2.18.1 Calzada	046
2.2.18.2 Bermas	047
2.2.18.3 Ancho de la plataforma	047
2.2.18.4 Plazoletas	048
2.2.18.5 Taludes	048
2.2.18.6 Sección transversal típica	049
2.3 Definición de términos básicos	051
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>057</b>
3.1 Ubicación de la zona de estudio	057
3.1.1 Ubicación política	057
3.1.2 Ubicación geográfica	057
3.1.3 Época en la cual se realizó la investigación	058
3.2 Procedimiento del levantamiento topográfico	058
3.2.1 Materiales y equipo topográfico	060
3.2.2 Recursos humanos	062
3.2.2.1 Ejecutor de tesis profesional	062
3.2.2.2 Asesor de tesis	062
3.2.2.3 Colaboradores	062
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>063</b>
4. Análisis y discusión de resultados	063
4.1 Metodología y procedimiento	063
4.2 Diseño geométrico	063
4.2.1 Clasificación de la vía	066
4.2.1.1 Clasificación por su función	066
4.2.1.2 Clasificación por el tipo de relieve y clima	066
4.2.2 Características de tránsito	066
4.2.2.1 índice medio diario anual de tránsito (IMDA)	066
4.2.2.2 Clasificación por orografía	071
4.2.3 Vehículo de diseño	071

4.2.3.1 Resumen de vehículos ligeros -----	071
4.2.3.2 Resumen de vehículos pesados -----	072
4.2.4 Velocidad de diseño -----	075
4.3 Alineamiento horizontal -----	075
4.3.1 Consideraciones para el alineamiento horizontal -----	075
4.3.2 Curvas circulares -----	077
4.3.3 Curvas de transición -----	079
4.3.4 Longitud de los tramos en tangente -----	081
4.3.5 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares -----	083
4.4 Alineamiento vertical -----	088
4.4.1 Curvas verticales -----	088
4.4.2 Pendiente -----	092
4.5 Sección transversal -----	095
4.5.1 Calzada -----	095
4.5.2 Taludes -----	104
4.5.3 Cunetas -----	106
4.6 Resumen de los análisis actuales de la vía desde el km. 0+00 hasta el km 5+126 -----	117
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----</b>	<b>119</b>
5.1 Conclusiones -----	119
5.2 Recomendaciones -----	120
Bibliografía -----	121
Anexos -----	123
Figuras -----	123
Lista de planos -----	135

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características básicas para la superficie de rodadura de las carreteras de bajo volumen de tránsito -----	011
Tabla 2 Ancho del derecho de vía CBVT -----	014
Tabla 3 Distancia de visibilidad de parada (metros) -----	024
Tabla 4 Distancia de visibilidad de adelantamiento-----	025
Tabla 5 Ángulos de deflexión máximos para los que no se requiere curva horizontal -----	027
Tabla 6 Necesidad de curvas de transición -----	028
Tabla 7 Longitud deseable de la curva transición -----	029
Tabla 8 Fricción transversal máxima en curvas -----	031
Tabla 9 Radios mínimos y peraltes máximos -----	031
Tabla 10 Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m) -----	032
Tabla 11 Valores de peralte y longitud de transición de peralte (p=4%) ---	034
Tabla 12 Valores de peralte y longitud de transición de peralte (p=6%) ---	035
Tabla 13 Valores de peralte y longitud de transición de peralte (p=8%) ---	036
Tabla 14 Valores de peralte y longitud de transición de peralte (p=10%) ---	037
Tabla 15 Valores de peralte y longitud de transición de peralte (p=12%) ---	038
Tabla 16 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares -----	039
Tabla 17 Índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical -----	042
Tabla 18 Índice para el cálculo de longitud de curva cóncava -----	042
Tabla 19 Pendientes máximas-----	043
Tabla 20 Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente -----	046
Tabla 21 Taludes de corte-----	049
Tabla 22 Tabla de BMs -----	060
Tabla 23 Evaluación de la vía – datos medidos en campo -----	063
Tabla 24 Situación actual con lo que cuenta la carretera -----	066
Tabla 25 Resultados de conteo de tráfico de una semana -----	067
Tabla 26 Factores de corrección -----	068
Tabla 27 Tráfico actual por tipo de vehículo-----	069
Tabla 28 Proyección de tráfico existente -----	070
Tabla 29 Tráfico generado por tipo de proyecto-----	070
Tabla 30 Tráfico de diseño -----	070
Tabla 31 Clasificación del terreno de acuerdo a la orografía -----	071
Tabla 32 Cantidad de vehículos ligeros-----	071
Tabla 33 Cantidad de vehículos de carga-----	072
Tabla 34 Cantidad de vehículos de carga-----	073
Tabla 35 Verificación de longitud de curva mínima -----	076
Tabla 36 Tabla resumen de longitud de curva mínima -----	077
Tabla 37 Verificación del radio mínimo -----	078
Tabla 38 Resumen de curva de radio mínimo -----	079
Tabla 39 Verificación longitud de curva mínima y máxima-----	080
Tabla 40 Tabla resumen longitud de curva mínima y máxima -----	081
Tabla 41 Verificación de la longitud de tangente -----	081

Tabla 42	Tabla resumen verificación longitud de tangente -----	082
Tabla 43	Sobre ancho de la vía existente -----	084
Tabla 44	Resumen sobre ancho de la vía existente-----	085
Tabla 45	tabla de elementos de curva -----	086
Tabla 46	Longitud de curva vertical mínima-----	088
Tabla 47	Tabla resumen longitud de curva vertical mínima-----	091
Tabla 48	Verificación de pendiente y elementos del alineamiento vertical -	092
Tabla 49	Resumen pendiente máxima -----	094
Tabla 50	Verificación del ancho de la calzada y bermas-----	095
Tabla 51	Resumen ancho de calzada y bermas -----	102
Tabla 52	Dimensiones de cunetas -----	106
Tabla 53	Resumen dimensiones de cunetas -----	115
Tabla 54	Resumen de las características geométricas -----	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resumen de las características geométricas-----	045
Figura 2 Detalle típico de corte en tierra y relleno en ladera empinada-----	049
Figura 3 Estación total leica TS-----	061
Figura 4 GPS navegador -----	061
Figura 5 Wincha-----	062
Figura 6 Porcentaje de vehículos ligeros -----	072
Figura 7 Porcentaje de vehículos de carga -----	073
Figura 8 Porcentaje de longitud de curva mínima-----	077
Figura 9 Porcentaje de radios mínimos -----	079
Figura 10 Porcentaje de longitud de curva mínima y máxima -----	081
Figura 11 Porcentaje de longitud de tangente-----	083
Figura 12 Porcentaje verificación de sobre ancho-----	085
Figura 13 Porcentaje de longitud de curva vertical mínima-----	092
Figura 14 Verificación de pendiente y elementos del alineamiento vertical	094
Figura 15 Porcentaje de ancho de la calzada-----	103
Figura 16 Porcentaje de ancho de las bermas -----	103
Figura 17 Porcentaje de ancho de cunetas-----	116
Figura 18 Altura de cuentas -----	116
Figura 19 -----	124
Figura 20 -----	124
Figura 21 -----	125
Figura 22 -----	125
Figura 23 -----	126
Figura 24 -----	126
Figura 25 -----	127
Figura 26 -----	127
Figura 27 -----	128
Figura 28 -----	128
Figura 29 -----	129
Figura 30 -----	129
Figura 31 -----	130
Figura 32 -----	130
Figura 33 -----	131
Figura 34 -----	131
Figura 35 -----	132
Figura 36 -----	132
Figura 37 -----	133
Figura 38 -----	133
Figura 39 -----	134

## RESUMEN

La tesis de investigación “Evaluación de los elementos de diseño geométrico de la carretera entre el cruce Polloc – El Mangle, distrito de la Encañada – Cajamarca – Cajamarca”, tiene como objetivo: describir, comparar y analizar las características geométricas de la carretera con el manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito. La carretera corresponde a una topografía ondulada, camión de diseño C2, carretera de bajo volumen de tránsito tipo 3 (BVT T3); velocidad directriz de 30 km/h. De la evaluación realizada se obtuvieron los siguientes resultados: Longitud de curva mínima deben ser de 90 metros, 24 cumplen y 10 no cumplen; los radios mínimos deben ser de 35 metros, 28 cumplen y 6 no cumplen; longitud de curva mínima y máxima debe ser 60 m, 24 cumplen y 10 no cumplen; longitud de tangente deben ser  $l_{mín.s}=41.70m$  y  $Lim.o=83.4m$ , 32 cumplen y 2 no cumplen, el sobre ancho debe ser 2.53m, 2 cumplen y 30 no cumple; las longitudes de curva vertical mínima de sus condiciones A y K, 43 cumplen y 18 no cumplen; las pendientes y elementos del alineamiento vertical de las curvas cóncavas y convexas, 63 cumplen y 5 no cumplen; ancho de calzada debe ser 6 metros, 57 cumplen y 248 no cumplen, el ancho de bermas debe ser 0.50 metros, 32 cumplen y 273 no cumplen; el ancho de cunetas debe ser 0.75m, 35 cumplen y 270 no cumplen y el alto de cuentas debe ser 0.30 metros, 155 cumplen y 150 no cumplen. Se determinó que las características geométricas de la carretera entre el cruce Polloc el Mangle, no cumple de acuerdo a lo dispuesto por el manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.

.

Palabras claves: Diseño geométrico, bajo volumen de tránsito, análisis y comparación.

## ABSTRACT

The research thesis “Evaluation of the geometric design elements of the road between the Polloc - El Mangle junction, the Encañada - Cajamarca - Cajamarca district”, aims to describe, compare and analyze the geometric characteristics of the road with the manual for the design of low traffic roads. The road corresponds to an undulating topography, C2 design truck, low volume traffic type 3 (BVT T3); guide speed of 30 km / h. The following results were obtained from the evaluation: Minimum curve length must be 90 meters, 24 comply and 10 do not comply; the minimum radii must be 35 meters, 28 comply and 6 do not comply; Minimum and maximum curve length must be 60 m, 24 comply and 10 do not comply; tangent length must be  $l_{min.s} = 41.70m$  and  $Lim.o = 83.4m$ , 32 comply and 2 do not comply, the envelope width must be 2.53m, 2 comply and 30 do not comply; the minimum vertical curve lengths of its conditions A and K, 43 meet and 18 do not meet; the slopes and elements of the vertical alignment of the concave and convex curves, 63 comply and 5 do not comply; roadway width must be 6 meters, 57 comply and 248 do not comply, the width of berms must be 0.50 meters, 32 comply and 273 do not comply; the width of gutters must be 0.75m, 35 comply and 270 do not comply and the height of accounts must be 0.30 meters, 155 comply and 150 do not comply. It was determined that the geometric characteristics of the road between the Polloc el Mangle crossing do not comply with the provisions of the manual for the design of low traffic roads.

Keywords: Geometric design, BVT, analysis and comparison.

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia, uno de los problemas principales del país a sido la infraestructura vial, no contando en la actualidad con una red vial adecuada para cubrir las necesidades en las diferentes ciudades, especialmente en las zonas rurales y los pueblos mas alejados. Por lo que la ingeniería de caminos a puesto mayor énfasis en construir carreteras bien proyectadas y así tener una armonía interna y externa para que los conductores tengan una visión clara por donde van a transitar y de forma segura.

Es por el ello y utilizando el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, se realizó la tesis de investigación denominada “Evaluación de los elementos de diseño geométrico de la carretera entre el cruce Polloc – El Mangle, distrito de la Encañada – Cajamarca – Cajamarca”, donde se describió, comparo y analizo las características geométricas, empezando con el reconocimiento y luego el levantamiento topográfico de la carretera en evaluación, aplicando la metodología descriptiva – comparativa.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las carreteras son un medio de comunicación más importante las que sirven para llevar desarrollo a diferentes comunidades asegurando la circulación vehicular con total normalidad en todo su recorrido. Muchas carreteras cuando se construyeron no fueron diseñadas para la magnitud de tráfico que tenían que soportar y otras no tomaron en cuenta las condiciones medioambientales del lugar donde están ubicadas, los materiales usados en su construcción y también los mantenimientos rutinarios que se requiere cada cierto tiempo.

Muchas veces diferentes pueblos o ciudades ubicados en zonas rurales y no contar con un medio de comunicación – carretera, para poder intercambiar sus

productos de pan llevar, los mismos pobladores construyeron empíricamente sus carreteras sin utilizar ningún criterio técnico. Por ende, luego de la evaluación es imprescindible que sus características cumplan con el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, con el cual fue comparado y analizado.

La carretera desde el Cruce Polloc hasta el caserío el Mangle (km 0+000 – km 5+126), en el distrito de la Encañada, se encuentra a nivel de afirmado y en mal estado de conservación y con deficiencias técnicas en sus características geométricas, lo que nos llevó a la necesidad de realizar la investigación obteniendo resultados mediante el método descriptivo –comparativo utilizando el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La interrogante que se ajusta al problema es la siguiente: ¿De la evaluación de las características geométricas de la carretera desde el cruce de Polloc – El Mangle (km 0+000 – km 5+126), cumple con los parámetros dispuestos en el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito?

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente tesis de investigación se realizó basándose en el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, con el fin de evaluar las características geométricas de carretera desde el cruce de Polloc –El Mangle, distrito de la Encañada-Cajamarca-Cajamarca, evaluando si cumple lo que menciona el manual antes mencionado.

La investigación se justifica porque surge la necesidad de conocer, evaluar y describir las características geométricas de la carretera, realizando una

comparación e identificando los elementos que no cumplen con lo descrito en el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

## **1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

La evaluación se realizó desde el km 0+00 al km 5+126, tramo que une el centro poblado de Polloc hasta el caserío el Mangle, distrito de la Encañada – Cajamarca, ha sido clasificada por su demanda como una carretera de BVT - T3, en la cual se buscó establecer una línea de investigación como base de estudio y establecer una secuencia en la evaluación, para que mejoren el diseño y construcción de las carreteras y por tanto la calidad de las mismas.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Realizar la evaluación de las características geométricas de la carretera entre el cruce Polloc – El Mangle, distrito de la Encañada – Cajamarca – Cajamarca (Km 0+000 – Km 5+126), utilizando el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Determinar las características geométricas principales de la carretera entre el Cruce Polloc – El Mangle (Km 0+000 – Km 5+126) en el distrito de la Encañada-Cajamarca-Cajamarca.
- ❖ Identificar en la carretera desde el cruce Polloc - El Mangle, los puntos más críticos o de mayor accidentabilidad.

- ❖ Luego de obtener las características geométricas actuales, realizar las comparaciones con los parámetros geométricos del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

## **1.7. HIPÓTESIS GENERAL**

Las características geométricas de la carretera entre el Cruce Polloc – El Mangle (Km 0+000 – Km 5+126) en el distrito de la Encañada, no cumplen con los parámetros en planta, perfil y secciones transversales establecidos en el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

## **1.8. VARIABLES**

### **1.8.1 VARIABLES DEPENDIENTES**

De las variables dependientes tenemos a los parámetros del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

### **1.8.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

Son las características geométricas de la carretera **Cruce Polloc – El Mangle**, desde el Km. 00+00 hasta el Km. 5+126

## **1.9. DESCRIPCIÓN DE CAPÍTULOS**

La tesis se ha dividido en cinco capítulos. El primer capítulo es competente a la introducción, la formulación, planteamiento del problema, alcances, objetivos, hipótesis y la justificación del estudio realizado. En el segundo capítulo, se explica el marco teórico, se define el concepto de diseño geométrico, carretera, su clasificación y se describe los parámetros analizados tanto en planta, perfil y secciones transversales. En el tercer capítulo se describe los materiales y métodos para realizar la presente tesis. En el capítulo cuatro, se realiza el

análisis comparativo de las características geométricas de la carretera utilizando el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Y en el quinto capítulo se describen las conclusiones y recomendaciones donde se demuestra que luego de la evaluación, no cumple con los parámetros tanto en planta, perfil y secciones transversales.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Hace algunos años atrás en algunos países se ha tenido la oportunidad de realizar la comparación del diseño geométrico de una carretera con las normas vigentes de tales países.

En el Salvador, se tiene como autores a Alegría, Ayala y Fuentes (2006) en su tesis denominado “Propuesta de un manual de diseño geométrico de carreteras para el Salvador” en la presente tesis se evaluó el desarrollo de la buena cantidad de proyectos viales por las continuas demandas de tránsito, lo que propicia a tener grandes inversiones en carreteras, este tipo de carreteras se construyen sin contar con normativas que se adapten a cabalidad de acuerdo a las características propias de nuestra región como la topografía, costos y condiciones sociales. El problema está incluso contando con una normatividad propia para el diseño geométrico de obras viales, muchos proyectos han sido construido sin tomar en cuenta este manual, tal es el caso de pasos a desnivel, diseño de tuneles, etc. Por lo que el diseñador se ve con la necesidad de recurrir a manuales reconocidos internacionalmente con el fin de solucionar todos los parámetros involucrados en el diseño. En algunas ocasiones incluso no es posible aplicar estas normas por motivos propios como la topografía e incluso problemas de espacio. Todo esto acarrea retrasos en la ejecución de los proyectos, aumentan los costos de los proyectos, debido a malas decisiones en el momento de decidir los criterios para realizar los diseños y a futuro en algunas ocasiones; mala calidad de las obras realizadas. Por todo lo planteado pretendemos elaborar un documento que recopile normas de diferentes manuales y especificaciones, así como también experiencias de diseños desarrollados por empresas en el país. Esperando que este tipo de estudios contribuyan a buscar la mejor solución a los problemas de diseño de carreteras en el país.

Barrera (2012), en su tesis de investigación “Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras” - Universidad pontificia Bolivariana – Bucaramanga – Colombia. En su investigación presenta parámetros a tener en consideración para el diseño geométrico de carreteras, de cómo obtener un grado de seguridad vial óptimo. Los mismos que fueron analizados y explicados con detenimiento y así mostrando parte de la importancia en la infraestructura vial. Para ello, es relevante describir las posibles causas de riesgo y accidentalidad que se pueden presentar ante la omisión de los mismos, con lo que también resulta ser importante exponer la responsabilidad ingenieril ante la consideración de estos elementos en el diseño, haciendo clara la necesidad de considerar un verdadero diseño de una vía cómoda y económica y segura. Demostrando que el objetivo principal de dicha investigación es reducir la tasa de accidentalidad en las vías de un país y sus diferentes regiones.

### **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

García (2016), en su tesis titulado “Evaluación del diseño geométrico de la carretera Casma –Huaraz, tramo km 135+000 al km 145+600, aplicando el manual de diseño geométrico DG -2014 año 2016”. La presente tesis investigación fue evaluar desde el punto vista técnico – ingenieril, el diseño geométrico que es la parte más importante de una infraestructura vial, desde la concepción de la idea y hasta la materialización de una obra civil. El diseño geométrico es iterativo, donde se va construyendo la geometría de la carretera a través de un modelo espacial que continuamente se evalúa, según todas las condicionantes y objetivos del diseño, para proceder a introducir modificaciones continuas en el mismo, buscando la optimización de la realidad física y funcional final; en consecuencia la investigación de la presente tesis está dirigido a la evaluación de la carretera Casma-Huaraz, tramo km 135+000 – km 145+600; teniendo como objetivo la investigación descriptiva sobre el estado actual del tramo en mención. La problemática pone en manifiesto de conocer una realidad de las características

geométricas de la vía existente, donde los resultados serán contrastados con manual de carreteras diseño geométrico DG-2014, al año 2016.

Quispe (2015), en su tesis titulado “Evaluación del diseño geométrico en la carretera tramo Puno – Tiquillaca”. El objetivo de esta tesis fue evaluar una muestra determinada, para la evaluación del diseño geométrico de la carretera tramo Puno – Tiquillaca, se ha considerado los parámetros mínimos exigidos por la norma DG -2013, para obtener un grado de seguridad vial óptimo. Los mismos son analizados y evaluados con detenimiento, para determinar su cumplimiento con las normas especificadas. Para ello, es relevante describir las posibles causas de riesgo y accidentalidad que se pueden presentar ante la omisión de los mismos, en el diseño geométrico, lo cual representa la responsabilidad de la ingeniería ante la consideración de estos parámetros, haciendo clara la necesidad de considerar una verdadera gestión de seguridad. También se exponen las expresiones a considerar para los respectivos análisis, sirviendo estas como apoyo en la metodología empleada.

Reinoso (2013), en su tesis titulada “Análisis de las características geométricas de la ruta PE-06 a en el departamento de Lambayeque con propuesta de solución al empalme PE-1N en el área metropolitana de Chiclayo”. La presente tesis corresponde a una investigación descriptiva sobre el tránsito entre Lambayeque y la sierra de Cajamarca mediante la ruta PE-06A, proponiendo un empalme en la zona de Mocce con la ruta PE-1N, mejorando las condiciones de tráfico y de seguridad para los usuarios, realizando asimismo un análisis específico de las condiciones geométricas la primera carretera mencionada, dentro del ámbito de la provincia de Chiclayo. La problemática pone en manifiesto la importancia de conocer una realidad de diseño y de transporte, determinando la existencia de elementos geométricos y la correcta disposición de ellos. El objetivo general es, precisamente, conocer las condiciones geométricas de la vía. Las variables independientes son alineamiento horizontal, vertical y

seccionamiento transversal. Los resultados están basados en la reglamentación actual del MTC (Jerarquización vial, tránsito, diseño de carreteras, vehículos) y fueron obtenidos por comparación directa.

### **2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.**

Sánchez (2018), tesis denominada, "Tesis de investigación de la carretera el Gavilán en el tramo, km. 158 – km 143 (Caserío Choten- Distrito de San Juan)". Teniendo como objetivo la investigación de los parámetros de diseño en planta, perfil y sección transversal no cumple de acuerdo el manual de carreteras DG-2013.

Correa (2017), En su tesis denominada "Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca – Gavilán (km 173 – km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013". La carretera Cajamarca – El Gavilán km 173- km 158, es una de las vías principales de Cajamarca, utilizada tanto para el transporte de personas como de mercancía, pero también es una de las vías con mayor índice de accidentes, por lo que realizaremos levantamientos topográfico, estudio de tráfico, suelos y el análisis del diseño geométrico de la carretera en mención, para luego compararla con el manual de diseño geométrico de carreteras actual, DG-2013; teniendo como objetivo presentar un panorama real de la situación actual en la que se encuentra la carretera evaluada con el fin de que este estudio sirva como antecedente para futuros proyectos de mejoramiento. El levantamiento topográfico se realizó de manera muy detallada, y luego de procesar los datos, se determinó una topografía accidentada. La evaluación del tráfico se realizó con el conteo de vehículos por 02 semanas consecutivas, el cual determinó que estábamos frente a una carretera de segunda clase, con esta información y ayudados por el Manual de Diseño DG-2013 se pudo determinar la velocidad directriz de diseño de 40 Km/h. Posteriormente se realizó el análisis de las características geométricas obtenidas tanto en planta (radio mínimo y tramos

en tangente), como en perfil (curvas verticales) y secciones transversales, todo ello comparado con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013. Finalmente se determinó que la carretera Cajamarca – El Gavilán km 173- km 158, no cumple con algunos parámetros de diseño geométrico dispuestos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013, específicamente tramos en tangente y radios mínimos, por lo que se plantea mejorar la calidad de ciertos dispositivos de control que ayuden a garantizar la seguridad vial.

## **2.2 BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1 MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO.**

Este manual organiza y recopila las técnicas de diseño vial y pone al alcance del usuario técnicas apropiadas que propician el uso intensivo de mano de obra y de recursos locales.

En este contexto, el MTC ha elaborado el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría.

Esta norma es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda, por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma.

Si en la aplicación de este manual, los usuarios encuentran la necesidad de introducir reajustes o correcciones que permitan su actualización y perfeccionamiento, sin perjuicio de su aplicación justificada en el campo de forma inmediata, deberán remitir la correspondiente nota a manera de propuesta y con la debida justificación del caso a la dirección de normatividad vial del MTC para que sea tomada en consideración.

Tabla 1: Características básicas para la superficie de rodadura de las carreteras de bajo volumen de tránsito.

Carretera de BVT	IMD proyectado	Ancho de la calzada (m)	Estructuras y superficie de rodadura alternativas (**)
T3	101 – 200	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo de 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51 – 100	2 carriles 5.50 -6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado tamaño máximo 5 cm; perfilado y compactado, min. 15 cm.
T1	16 – 50	1 carril (*) o 2 carriles 3.50 – 6.00	Afirmado (material granular natural, grava seleccionada por zarandeo o por chancado, tamaño máximo 5 cm; perfilado y compactado, min. 15 cm).
T0	< 15	1 carril (*) 3.50 – 4.50	Afirmado (tierra) en lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm.
Trocha carrozable	IMD indefinido	1 sendero (*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

(\*) Con plazoletas de cruce, adelantamiento o volteo cada 500 -1000 m; mediante regulación de horas o días, por sentido de uso.

(\*\*) En caso de no disponer gravas en distancia cercana las carreteras pueden ser estabilizadas mediante técnicas de estabilización suelo – cemento o cal o productos químicos u otros.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 8)

### 2.2.2 CARRETERA.

Se refiere al estudio de las características de la vía existente, como son: longitud de la ruta existente, pendientes, radios de curvatura, ancho de la faja de rodadura; para luego determinar qué es lo que se va a mejorar, para brindar mayor confort y seguridad a los usuarios de la vía.

### **2.2.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA.**

El diseño geométrico de carreteras, es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría.

### **2.2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS**

Las presentes especificaciones se aplican para el diseño de carreteras con superficie de rodadura de material granular, según corresponda a la clasificación que se establece el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

#### **2.2.4.1 Clasificación por su función.**

- a) Carreteras de la red vial nacional.
- b) Carreteras de la red vial departamental o regional.
- c) Carreteras de la red vial vecinal o rural.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 9)

#### **2.2.4.2 Clasificación por el tipo de relieve.**

Carreteras en terrenos planos, ondulados, accidentados y muy accidentados. Se ubican indistintamente en la costa (poca lluvia), sierra (lluvia moderada) y en la selva (muy lluviosa).

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 9)

#### **2.2.4.3 Tipo de obra por ejecutarse.**

El manual es de aplicación para el diseño de proyectos de carreteras no pavimentadas de tierra afirmadas. Para obras que configuran la siguiente clasificación de trabajos:

- a) Mantenimiento rutinario. Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud.
- b) Mantenimiento periódico. Conjunto de actividades programables cada cierto periodo que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidos principalmente a labores de descalaminado, perfilado, nivelación, reposición y material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte.
- c) Rehabilitación. Ejecución de las obras necesarias para devolver a la vía, cuando menos, sus características originales, teniendo en cuenta su nuevo período de servicio.
- d) Mejoramiento. Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geométrica y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada.
- e) Nueva construcción. Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 9)

## **2.2.5 DERECHO DE VÍA O FAJA DE DOMINIO**

### **2.2.5.1 Derecho de vía**

El derecho de vía es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Dentro del ámbito del derecho de vía, se prohíbe la

colocación de publicidad comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 10)

### **2.2.5.2 Dimensionamiento ancho mínimo del derecho de vía para carreteras de bajo volumen de tránsito.**

El ancho mínimo debe considerar la clasificación funcional de la carretera, en concordancia con las especificaciones establecidas por el manual de diseño geométrico de carreteras, que fijan las siguientes:

Tabla 2: Ancho del derecho de vía para CBVT

Descripción	Ancho mínimo
Carreteras de la red vial nacional	15 m
Carreteras de la red vial departamental o regional	15 m
Carreteras de la red vial vecinal o rural	15 m

\* 7.50 m a cada lado del eje

La faja de dominio dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá como mínimo, para carreteras de bajo volumen de tránsito de un (1.00) metro, más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen.

La distancia mínima absoluta entre pie de taludes o de obras de contención y un elemento exterior será de 2.00 m. la mínima deseable será de 5.00 m.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 10)

### **2.2.5.3 Faja de propiedad restringida.**

A cada lado del derecho de vía habrá una faja de propiedad restringida. La restricción impide ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o la visibilidad y que dificulten ensanches futuros de la carretera. La norma DG-2001, fija esta zona restringida para carreteras de 3ra. Clase en diez (10) metros a cada lado del derecho de vía. De modo similar para las carreteras de bajo volumen de tránsito el ancho de la zona restringida será de 10 m.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 10)

### **2.2.5.4 Procedimiento de adquisición de propiedad para el derecho de vía público por parte del estado.**

El área del derecho de vía pasa a propiedad pública por donación del propietario o por adquisición del estado, como parte de la gestión que realiza la autoridad competente en el caso de un proyecto vial.

La ley general de expropiación N° 27117, concordada con la ley 27628, que facilita la adquisición, vigentes a la fecha de la elaboración de este manual, regulan la forma de adquirir la propiedad para constituir el derecho de vía público, necesario para que las carreteras puedan ser construidos.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 11)

#### **2.2.5.4.1 Valuación.**

La ley establece los procedimientos y parámetros de valuación de los predios que son adquiridos, total o parcialmente por el estado, según sea necesario.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 11)

#### **2.2.5.4.2 Registro nacional de propiedad.**

Las adquisiciones deberán ser inscritas en el registro de propiedad correspondiente, en concordancia con la legislación vigente.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 11)

#### **2.2.5.4.3 Materialización del derecho de vía.**

El límite del derecho de vía será marcado por la autoridad competente.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 11)

#### **2.2.5.4.4 Mantenimiento del derecho de vía.**

Los presupuestos de ejecución y mantenimiento de las obras viales, incluirán acciones de terminación y limpieza de las áreas laterales a la plataforma de la carretera, dentro del derecho de vía pública, que comprenden, terrenos de pendientes laterales variables.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 11)

### **2.2.6 Parámetros y elementos básicos del diseño**

El diseño de una carretera responde a una necesidad justificada social y económicamente. Ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener la carretera que se proyecta a fin que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requieren del servicio, normalmente en situaciones de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales.

Para alcanzar el objetivo buscado deben evaluarse y seleccionarse los siguientes parámetros que definirán las características del proyecto. Según se explica a continuación en el siguiente orden: Estudio de la demanda, la velocidad de diseño en relación al costo de la carretera, la sección transversal de diseño y el tipo de superficie de rodadura.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 12)

### 2.2.6.1 Metodología para el estudio de la demanda de tránsito

#### I. El índice medio diario anual de tránsito (IMDA)

En los estudios de tránsito se puede tratar de dos situaciones: el caso de los estudios para carreteras existentes, y el caso para carreteras nuevas, es decir que no existen actualmente.

El primer caso, el tránsito existente podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina por la demanda diaria que cubrirá, calculado con el número de vehículos promedio que utiliza la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC para las diversas zonas de país.

Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando la fórmula siguiente:

$$T_n = T_o(1+i)^{n-1} \dots\dots\dots \text{Ecuación n}^\circ 1$$

En la que:

$T_n$  = Tránsito proyectado el año “n” en veh/día.

$T_o$  = Tránsito actual (año base) en veh/día.

n = años del periodo de diseño.

$i$  = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio –económico, normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo de estudio.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 13)

## II. Volumen y composición o clasificación de los vehículos.

- i. Se definen tramos del proyecto en los que se estima una demanda homogénea en cada uno de ellos.
- ii. Se establece una estación de estudio o conteo en un punto central del tramo, en un lugar que se considera seguro y con suficiente seguridad social.
- iii. Se toma nota en una cartilla del número y tipo de vehículos que circulan en una y otra dirección, señalándose la hora aproximada en que paso el vehículo por la estación.

Se utiliza en el campo una cartilla previamente elaborada, que facilite el conteo, según la información que se recopila y las horas en que se realizó el conteo.

De esta manera se totalizan los conteos por horas, por volúmenes, por clase de vehículos, por sentidos, etc.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 13)

## III. Variaciones horarias de la demanda.

De conformidad con los conteos, se establece las variaciones horarias de la demanda por sentido de tránsito y también de la suma de ambos sentidos. También se determina la hora de máxima demanda.

Se realizarán conteos para las 24 horas corridas. Pero si se conoce la hora de mayor demanda, se contará por un periodo menor.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 13)

#### IV. Variaciones diarias de la demanda.

Si los conteos se realizan por varios días, se puede establecer las variaciones relativas del tránsito diario (total del día o del periodo menor observado) para los días de la semana.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 13)

#### V. Variaciones estacionales (Mensuales).

Si la información que se recopila es elaborada en forma de muestreo sistemático durante días claves a lo largo de los meses del año, se obtendrán índices de variación mensual que permitan establecer que hay meses con mayor demanda que otros. Ese sería el caso de zonas agrícolas durante los meses de cosecha.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 13)

#### VI. Metodología para establecer el peso de los vehículos de carga, que es importante para el diseño de los pavimentos, pontones y puentes.

Estos estudios solo se concentran solo en los vehículos pesados que son los que le hacen daño a la carretera y, por tanto, son importantes para definir el diseño de la superficie de rodadura y la resistencia de los pontones y los puentes.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 14)

#### VII. Información mínima necesaria.

Para los casos que no se dispone de la información sobre la variación diaria y estacional (mensual) de la demanda (en general esa información debe ser proporcionada por la autoridad competente), se requerirá realizar estudios que permitan localmente establecer los volúmenes y características de tránsito diario, en por lo menos tres (3) días típicos, es decir, normales, de la actividad local.

Para este efecto no se contará el tránsito en días feriados, nacionales o patronales, o en días en que la carretera estuviera dañada y, en consecuencia, interrumpida.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 14)

### **2.2.6.2 La velocidad de diseño y su relación con el costo de la carretera.**

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazado en planta, elevación y sección transversal de la carretera.

Definida la velocidad de diseño para la circulación del tránsito automotor, se procederá al diseño del eje de la carretera, siguiendo el trazado en planta compuesto por tramos rectos (en tangente) y por tramos de curvas circulares y espirales, similarmente del trazado vertical, con tramos en pendiente rectas y con pendientes curvilíneas, normalmente parabólicas.

La velocidad de diseño esta igualmente relacionada con el ancho de los carriles de circulación y, por ende, con la sección transversal por adoptarse.

La velocidad de diseño es la que establecerá las exigencias de distancias de visibilidad en la circulación y consecuentemente, de la seguridad de los usuarios de la carretera a lo largo del trazado.

#### **Definición de la velocidad de diseño**

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos, el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción, pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Ello solo podía justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

### **Velocidad de circulación.**

La velocidad de circulación corresponde a la norma que se dicte para señalar la carretera y limitar la velocidad máxima a la que debe circular el usuario, que se indicará mediante la señalización correspondiente.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 15)

### **2.2.6.3 La sección transversal de diseño.**

Este acápite se refiere a la selección de las dimensiones que debe tener la sección transversal de la carretera, en las secciones rectas (tangente) y en los diversos tramos a lo largo de la carretera proyectada.

Para dimensionar la sección transversal, se tendrá en cuenta que las carreteras de bajo volumen de tránsito, solo requerirán:

- a) Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido.
- b) Para las carreteras de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia.

El ancho de la carretera, en la parte superior de la plataforma o corona, podrá contener además de la calzada, un espacio lateral a cada lado para bermas y para la ubicación de guardavías, muros o muretes de seguridad, señales y cunetas de drenaje.

La sección transversal resultante será más amplia en territorios planos en concordancia con la mayor velocidad de diseño. En territorios ondulados y accidentados, tendrá que restringirse lo máximo posible para evitar los altos costos de construcción, particularmente más altos en los trazados a lo largo de cañones flanqueados por farallones de roca o de taludes inestables.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 16)

#### **2.2.6.4 Tipos de superficie de rodadura.**

En el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, se ha considerado que básicamente se utilizarán los siguientes materiales y tipos de superficie de rodadura.

- Carreteras de tierra y carreteras de grava.
- Carreteras afirmadas con material granular y/ estabilizados.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 16)

#### **2.2.7 Elementos del diseño geométrico.**

Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada.
- b) La distancia de velocidad necesaria.
- c) La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes, de obras de arte y de los taludes.
- d) La preservación del medio ambiente.

En la aplicación de los requerimientos geométricos que imponen los elementos mencionados, se tiene como resultante el diseño final de un proyecto de carretera estable y protegida contra las inclemencias del clima y del tránsito.

Para un buen diseño de una carretera de bajo volumen de tránsito se considera claves las siguientes prácticas:

- Limitar el mínimo indispensable el ancho de la carretera para restringir el área alterada.
- Evitar la alteración de los patrones naturales de drenaje.
- Proporcionar drenaje superficial adecuado.
- Evitar terrenos escarpados con taludes de más de 60%.
- Evitar problemas tales como zonas inundadas o inestables.
- Mantener una distancia de separación adecuada con los riachuelos y optimizar el número de cruces de cursos de agua.

- Minimizar el número de contactos entre la carretera y las corrientes de agua.
- Diseñar los cruces de quebradas y ríos con la suficiente capacidad y protección de las márgenes contra la erosión.
- Conseguir una superficie de rodadura de la carretera estable y con materiales físicamente sanos.
- Instalar obras de drenaje donde se necesite, identificando los lugares activos durante la estación de lluvias.
- Usar ángulos de talud estables en cortes y rellenos.
- Usar medidas de estabilización de taludes, de estructuras y de obras de drenaje conforme se necesiten y sea económicamente seleccionada.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 17)

## **2.2.8 DISTANCIA DE VISIBILIDAD**

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 18)

### **1. Visibilidad de parada.**

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera.

Tabla 3: Distancia de visibilidad de parada (metros)

Velocidad directriz (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6%.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En la tabla 3 se muestra las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En carreteras de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones, la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada.

Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 18)

## 2. Visibilidad de adelantamiento.

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es de 1.10 m.

La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible de la carretera cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, en el costo de construcción.

La distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz, así como se muestra en tabla 4.

Tabla 4: Distancia de visibilidad de adelantamiento.

Velocidad directriz km/h	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 19)

### 2.2.9 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez, controla la distancia de velocidad. Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse el empleo de curvas con radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá, en lo posible, el empleo de tangentes excesivamente largas con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado y la fatiga de los conductores durante el día. Al término de tangentes largas donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos sean mayores que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios.

Se evitará pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de marcadamente menores. Deberá pasarse de forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo. Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera serán evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión. En la tabla 5 se muestra los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal. Para evitar la apariencia de alineamiento quebrado o irregular, es deseable que, para ángulos de deflexión mayores a los indicados en la tabla 5, la longitud de la curva sea por lo menos de 150 m. si la velocidad directriz es menor a 50 Km/h y el ángulo de deflexión es mayor que 5°, se considera como longitud de curva mínima deseada la longitud obtenida con la siguiente expresión:

$L = 3V$  (L=Longitud de curva en metros y V= velocidad en Km/hora).

Es preferible no diseñar longitudes de curvas horizontales mayores a 800 metros.

Tabla 5: Ángulos de deflexión máximos para los que no se requiere curva horizontal.

Velocidad directriz km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva horizontal
30	2°30'
40	2°15'
50	1°50'
60	1°30'

Se evitará, en lo posible los desarrollos artificiales. Cuando las condiciones del relieve del terreno hagan indispensables su empleo, el proyectista hará una justificación de ello. Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando la superposición de varias de ellas sobre la misma ladera. Al proyectar una sección de carretera en desarrollo, será, probablemente, necesario reducirla velocidad directriz. Deben evitarse los alineamientos reversos abruptos. Estos cambios de dirección en el alineamiento hacen que sea difícil para los conductores mantenerse en su carril. También es difícil peraltar adecuadamente las curvas. La distancia entre dos curvas reversas deberá ser, por lo menos, la necesaria para el desarrollo de las transiciones de peralte.

No son deseables dos curvas sucesivas del mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo corto en tangente. En lo posible, se sustituirán por una sola curva o se intercalara una transición en espiral dotada de peralte. El alineamiento en planta satisfacer las condiciones necesarias de visibilidad de adelantamiento en tramos suficientemente largos y con una frecuencia razonable a fin de dar oportunidad a que un vehículo adelante a otro.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 21)

## 2.2.10 CURVAS HORIZONTALES.

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad

directriz determinada. En la tabla 9 se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 21)

### 2.2.11 CURVAS DE TRANSICIÓN.

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición. Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en la tabla 6, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Tabla 6: Necesidad de curvas de transición.

Velocidad directriz km/h	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210

Cuando se use curva de transición, la longitud de la curva de transición no será menor que  $L_{min}$  ni mayor que  $L_{max}$ , según las siguientes expresiones.

$$L_{\text{mín.}} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \dots\dots\dots \text{Ecuación n}^\circ 2$$

$$L_{\text{máx}} = 24R^{0.5} \dots\dots\dots \text{Ecuación n}^\circ 3$$

Donde:

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

L<sub>mín</sub> = Longitud mínima de la curva de transición.

L<sub>máx</sub> = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km/h.

La longitud de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en la tabla 7.

Tabla 7: Longitud deseable de la curva transición

Radio de curva circular (m)	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 22)

### 2.2.12 DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES.

La distancia de visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal. Cuando hay obstrucciones a la visibilidad en el lado interno de la curva horizontal (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales), se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general, en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad será, por lo menos, igual a la distancia de parada correspondiente y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva. De modo general, en el

diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad será, por lo menos, igual a la distancia de parada correspondiente y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva. El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad, será calculado por la expresión siguiente:

$$M = R \left( 1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación n}^\circ 4$$

M = Ordenada media o ancho mínimo libre.

R = Radio la curva horizontal.

S = Distancia de visibilidad.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 23)

### 2.2.13 CURVAS COMPUESTAS.

En general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva. En casos excepcionales podrá usarse curvas compuestas o curvas poli céntricas de tres centros. En tal caso, el radio de una no será mayor que 1.5 veces el radio de la otra.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 23)

### 2.2.14 EL PERALTE DE LA CARRETERA

Se denomina peralte o la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas. El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%. El mínimo radio (Rmín) de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte (emax) y el factor máximo de fricción (fmax)

seleccionados para una velocidad directriz (V). el valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión.

$$R_{mín.} = \frac{v^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})} \dots\dots\dots \text{Ecuación n}^\circ 5$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en la tabla 8

Tabla 8: Fricción transversal máxima en curvas.

Velocidad directriz Km/h	Fmáx.
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.16

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 24)

En la tabla 9 se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima.

Tabla 9: Radios mínimos y peraltes máximos.

Velocidad directriz (Km/h)	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f <sub>máx</sub>	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125

20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 24)

En carreteras con IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2. %

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de transición del bombeo en aquella en la que gradualmente, se desvanece el bombeo adverso. Se denomina longitud de transición de peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte. En la tabla 10 se muestra las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición de peralte en función de velocidad directriz y del valor del peralte.

Tabla 10: Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m).

Velocidad directriz (km/h)	Valor del peralte						Transición de bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12

\*. Longitud de transición basada en la rotación de un carril

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 25)

El giro de peralte se hará, en general, alrededor del eje de la calzada. En los casos especiales, como, por ejemplo, en terreno muy llano, puede realizarse el giro alrededor del borde interior cuando se desea resaltar la curva.

En las tablas 11, 12, 13, 14 y 15, se indican los valores de los peraltes requeridos y sus correspondientes longitudes de transición para cada velocidad directriz en función de los radios adoptados.

Para los casos en que se haya previsto el empleo de curvas espirales de transición, se verificará que la longitud de estas curvas espirales permita la variación del peralte en los límites indicados, es decir, que la longitud resulte mayor o igual a la que se indica en los cuadros 11, 12, 13, 14 y 15

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 25)

Tabla 11: Valores de peralte y longitud de transición de peralte

Peralte máximo = 4%

R (m)	V=20km/h		V=30km/h		V=40km/h		V=50km/h		V=60km/h	
	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)
7000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
5000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
3000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	0
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	0
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	0	BH	12
900	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	BH	12
800	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.1	13
700	BN	0	BN	0	BH	0	BH	11	2.3	14
600	BN	0	BN	0	BH	10	2.1	12	2.5	15
500	BN	0	BN	0	BH	10	2.3	13	2.7	16
400	BN	0	BN	0	2.1	11	2.5	14	3.0	18
300	BN	0	BH	BH	2.4	12	2.8	16	3.3	20
250	BN	0	BH	10	2.6	13	3.0	17	3.6	22
200	BH	0	2.3	11	2.8	14	3.3	18	3.8	23
175	BH	0	2.4	12	2.9	15	3.5	19	3.9	23
150	BH	9	2.5	12	3.1	15	3.7	20	4.0	24
140	BH	9	2.5	12	3.2	16	3.8	21	<b>Rmín=150</b>	
130	BH	9	2.6	12	3.3	17	3.8	21		
120	BH	9	2.7	13	3.4	17	3.9	22		
110	BH	9	2.8	13	3.5	18	4.0	22		
100	2.1	9	2.9	14	3.6	19	4.0	22		
90	2.2	10	3.0	14	3.7	19	<b>Rmín=100</b>			
80	2.4	11	3.2	15	3.8	20				
70	2.5	11	3.3	16	3.9	20				
60	2.6	12	3.5	17	4.0	21	E= peralte %			
50	2.8	13	3.7	18	<b>Rmín=60</b>		R = radio			
40	3.0	14	3.9	19			V = velocidad			
30	3.3	15	<b>Rmín=35</b>				BN = Sección con bombeo normal			
20	3.8	17					BH = Sección con bombeo adverso horizontalizado			
<b>Rmín=15</b>								L= Longitud de transición de peralte		
								<b>Emax = 4%</b>		

Tabla 12: Valores de peralte y longitud de transición de peralte

Peralte máximo = 6%

R (m)	V=20km/h		V=30km/h		V=40km/h		V=50km/h		V=60km/h		
	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	
7000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	
5000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	
3000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	
2500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	
2000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	
1500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	RC	12	
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	RC	12	
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.1	13	
900	BN	0	BN	0	BN	0	RC	11	2.3	14	
800	BN	0	BN	0	BN	0	RC	11	2.5	15	
700	BN	0	BN	0	BH	10	2.1	12	2.8	17	
600	BN	0	BN	0	RC	10	2.4	13	3.1	19	
500	BN	0	BN	0	2.1	11	2.8	16	3.6	21	
400	BN	0	BH	10	2.5	13	3.3	18	4.0	24	
300	BN	0	BH	10	3.1	15	3.9	22	4.6	28	
250	BN	0	2.3	11	3.5	16	4.2	23	5	30	
200	BN	0	2.8	13	3.9	18	4.7	26	5.5	33	
175	BH	9	3.0	14	4.1	20	5.0	28	5.8	35	
150	BH	9	3.3	16	4.4	21	5.3	29	6.0	36	
140	BH	9	3.5	17	4.5	23	5.4	30	<b>6.0</b>	<b>36</b>	
130	2.1	9	3.6	17	4.6	24	5.5	31	<b>Rmín=135</b>		
120	2.2	10	3.8	18	4.8	25	5.7	32			
110	2.4	11	3.9	19	5.0	26	5.8	32			
100	2.6	11	4.1	20	5.2	27	6.0	33			
90	2.7	12	4.2	20	5.4	28	<b>6.0</b>	<b>33</b>			
80	3.0	14	4.5	22	5.5	29	<b>Rmín=90</b>				
70	3.2	14	4.7	23	5.8	30					
60	3.5	15	5.0	24	6.0	31	E= peralte %				
50	3.8	17	5.4	26	<b>Rmín=55</b>		R = radio				
40	4.2	19	5.8	28	V = velocidad						
30	4.7	21	6.0	29	BN = Sección con bombeo normal						
20	5.5	25	<b>Rmín=30</b>		BH = Sección con bombeo adverso horizontalizado						
<b>Rmín=15</b>		<b>L= Longitud de transición de peralte</b>									
		<b>E<sub>max</sub> = 6%</b>									

Tabla 13: Valores de peralte y longitud de transición de peralte

Peralte máximo = 8%

R (m)	V=20km/h		V=30km/h		V=40km/h		V=50km/h		V=60km/h	
	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)
7000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
5000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
3000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.2	13
900	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.4	14
800	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.7	15
700	BN	0	BN	0	BH	10	2.2	12	3.0	17
600	BN	0	BN	0	BH	10	2.8	13	3.4	19
500	BN	0	BN	0	2.2	11	3.0	16	3.9	21
400	BN	0	BH	10	2.7	13	3.8	18	4.7	24
300	BN	0	2.1	10	3.4	15	4.5	22	5.6	28
250	BN	0	2.5	11	4.0	16	5.1	23	6.2	30
200	BN	0	3.0	13	4.6	18	5.8	26	7.0	33
175	BH	9	3.4	14	5.0	20	6.2	28	7.4	35
150	BH	9	3.8	16	5.4	21	6.7	29	7.8	36
140	BH	9	4.0	17	5.5	23	6.9	30	<b>7.9</b>	<b>36</b>
130	2.2	10	4.2	17	5.8	24	7.1	31	<b>8.0</b>	<b>48</b>
120	2.3	10	4.4	18	6.0	25	7.4	32	<b>Rmín=125</b>	
110	2.5	11	4.7	19	6.3	26	7.6	32		
100	2.7	12	5.0	20	6.6	27	7.8	33		
90	3.0	14	5.2	20	6.9	28	<b>7.9</b>	<b>33</b>		
80	3.3	15	5.5	22	7.2	29	<b>8.0</b>	<b>44</b>		
70	3.6	16	5.9	23	7.6	30	<b>Rmín=80</b>			
60	4.1	18	6.4	24	7.8	31	E= peralte %			
50	4.6	21	6.9	26	<b>8.0</b>	<b>41</b>	R = radio			
40	5.2	23	7.5	28	<b>Rmín=45</b>		V = velocidad			
30	5.9	27	8.0	29			BN = Sección con bombeo normal			
20	7.1	32	<b>Rmín=30</b>				BH = Sección con bombeo adverso horizontalizado			
	<b>Rmín=10</b>						L= Longitud de transición de peralte			
							Emax = 8%			

Tabla 14: Valores de peralte y longitud de transición de peralte

Peralte máximo = 10%

R (m)	V=20km/h		V=30km/h		V=40km/h		V=50km/h		V=60km/h	
	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)
7000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
5000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
3000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.2	13
900	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.6	14
800	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	2.7	15
700	BN	0	BN	0	BH	10	2.3	13	3.1	17
600	BN	0	BN	0	BH	10	2.7	15	3.6	19
500	BN	0	BN	0	2.3	12	3.1	17	4.2	21
400	BN	0	BH	10	2.8	14	3.8	21	5.0	24
300	BN	0	2.2	11	3.5	19	4.6	27	5.3	28
250	BN	0	2.6	12	4.2	22	5.6	31	7.1	30
200	BN	0	3.1	15	5.0	26	6.5	37	8.2	33
175	BH	9	3.5	17	5.6	29	7.1	39	8.8	35
150	BH	9	4.0	19	6.2	32	7.8	43	9.4	36
140	2.1	9	4.3	21	6.4	33	8.1	45	<b>9.7</b>	<b>36</b>
130	2.2	10	4.5	22	6.7	34	8.5	47	<b>9.8</b>	<b>48</b>
120	2.4	11	4.8	23	7.0	36	8.8	49	10.0	60
110	2.6	12	5.1	24	7.4	38	9.1	50	<b>Rmín=115</b>	
100	2.8	13	5.5	26	7.7	40	9.5	53		
90	3.1	14	5.9	28	8.2	42	<b>9.8</b>	<b>54</b>		
80	3.4	15	6.4	31	8.8	44	<b>10.0</b>	<b>55</b>		
70	3.8	17	6.9	33	9.1	47	<b>Rmín=75</b>			
60	4.4	20	7.5	36	9.6	49	E= peralte %			
50	5.0	23	8.2	39	<b>10.0</b>	<b>51</b>	R = radio			
40	5.9	27	9.1	44	<b>Rmín=45</b>		V = velocidad			
30	7.0	31	9.9	48			BN = Sección con bombeo normal			
20	8.5	38	<b>Rmín=25</b>				BH = Sección con bombeo adverso horizontalizado			
	<b>Rmín=10</b>						L= Longitud de transición de peralte			
							E <sub>max</sub> = 10%			

Tabla 15: Valores de peralte y longitud de transición de peralte

Peralte máximo = 12%

R (m)	V=20km/h		V=30km/h		V=40km/h		V=50km/h		V=60km/h	
	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)
7000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
5000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
3000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
2000	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1500	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.3	13
900	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.5	14
800	BN	0	BN	0	BN	0	2.1	12	2.8	15
700	BN	0	BN	0	BH	10	2.4	13	3.2	17
600	BN	0	BN	0	BH	10	2.7	15	3.3	19
500	BN	0	BN	0	2.4	12	3.2	18	4.3	21
400	BN	0	BH	10	2.9	15	3.9	22	5.3	24
300	BN	0	2.2	11	3.8	20	5.1	28	6.7	28
250	BN	0	2.6	12	4.4	23	6.9	33	7.7	30
200	BN	0	3.2	15	6.3	27	7.1	39	9.1	33
175	BH	9	3.6	17	6.9	30	7.8	43	10.0	35
150	BH	9	4.2	20	6.7	34	8.7	48	10.9	36
140	2.1	9	4.4	21	7.0	38	9.1	50	<b>11.2</b>	<b>3</b>
130	2.3	10	4.7	23	7.4	39	9.5	53	<b>11.5</b>	<b>48</b>
120	2.5	11	5.1	24	7.8	40	10.0	55	11.8	60
110	2.7	12	5.4	26	8.2	42	10.5	58	12.0	72
100	2.8	13	5.9	28	8.7	45	11.0	61	<b>Rmín=105</b>	
90	3.2	14	6.4	31	9.3	48	<b>11.4</b>	<b>63</b>		
80	3.5	16	6.9	33	9.9	51	<b>11.8</b>	<b>65</b>		
70	4.0	18	7.6	36	10.5	54	12.0	66		
60	4.6	21	6.4	40	11.2	58	<b>Rmín=70</b>			
50	5.3	24	9.3	45	<b>11.8</b>	<b>61</b>	E= peralte %			
40	6.3	28	10.4	50	<b>Rmín=45</b>		R = radio			
30	7.7	35	11.5	56			V = velocidad			
20	9.7	44	<b>Rmín=25</b>				BN = Sección con bombeo normal			

**Rmín=10**

BH = Sección con bombeo adverso horizontalizado

L= Longitud de transición de peralte

<b>E<sub>max</sub> = 12%</b>		
------------------------------	--	--

## 2.2.15 SOBRE ANCHO DE LA CALZADA EN CURVAS CIRCULARES.

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes. En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Asimismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. En la tabla 16 se presenta el sobre ancho requerido para calzadas de doble carril.

Tabla 16: Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m)  
(Calzada de dos carriles de circulación).

Velocidad directriz km/h	Radio de curva en (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

\* Para radios de 10 m se debe usar plantilla de la maniobra del vehículo de diseño.

Para velocidades de diseño menores a 50 km/h no se requerirá sobre ancho cuando el radio de curvatura sea mayor a 500 m. tampoco se requerirá sobre ancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 60 km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800m.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 31)

## 2.2.16 ALINEAMIENTO VERTICAL

### 2.2.16.1 Consideraciones para el alineamiento vertical

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota. Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los BM de nivelación del instituto geográfico nacional. A efectos de definir el perfil longitudinal, se consideran como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se derivan de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continúan entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados.

- En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.
- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendiente moderadas que presenten variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.
- La rasante de lomo quebrado (dos curvas verticales del mismo sentido, unidos por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 32)

#### **2.2.16.2 Curvas verticales.**

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras no pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad de una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada y cuando se razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso. Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el índice de curvatura K. la longitud de la curva vertical será igual al índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = KA \dots\dots\dots \text{Ecuación n}^\circ 6$$

Los valores de los índices K se muestran en la tabla 17 para curvas convexas y en la tabla 18 para curvas cóncavas.

Tabla 17: Índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

Velocidad directriz km/h	Longitud controlada por visibilidad de frenado		Longitud controlada por visibilidad de adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento	Índice de curvatura K
20	20	0.6	--	--
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Tabla 18: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.

Velocidad directriz Km/h	Distancia de visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 33)

### 2.2.16.3 Pendientes

En los tramos en corte, se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes pueden ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la tabla 18. En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3000 m.s.n.m, los valores máximos de la tabla 19 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Los índices máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

Tabla 19: Pendientes máximas.

Orografía tipo	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
Velocidad de diseño				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos, cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan la mayor ventaja y los menores incrementos del costo de construcción.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m. Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en la tabla 18 son aplicable. En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 34)

### **2.2.17 COORDINACIÓN ENTRE EL DISEÑO HORIZONTAL Y EL DISEÑO VERTICAL**

El diseño de los alineamientos horizontal y vertical no debe realizarse independientemente. Para obtener seguridad, velocidad uniforme, apariencia agradable y eficiente servicio al tráfico, es necesario coordinar estos alineamientos (Figura 1)

La superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal generalmente da como resultado una carretera más segura y agradable. Cambios sucesivos en el perfil longitudinal no combinados con la curvatura horizontal, pueden conllevar una serie de depresiones no visibles al conductor del vehículo. No es conveniente comenzar o terminar una curva horizontal cerca de la cresta de una curva vertical. Esta condición puede resultar insegura especialmente en la noche, si el conductor no reconoce el inicio o final de curva horizontal. Se mejorará la seguridad si la curva horizontal guía a la curva vertical. La curva horizontal debe ser más larga que la curva vertical en ambas direcciones.

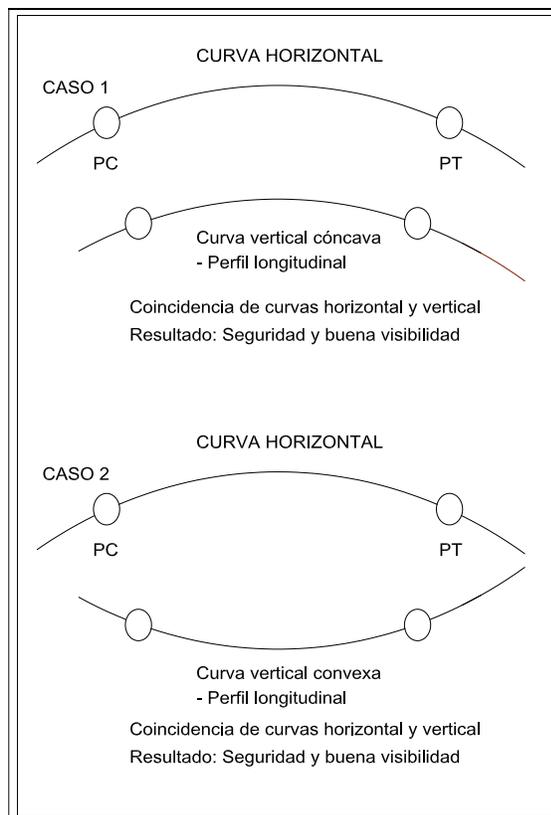
Para efectos del drenaje, deben diseñarse las curvas horizontal y vertical de modo que estas no sean cercanas a la inclinación transversal nula en la transición del peralte. El diseño horizontal y vertical de una carretera deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que, circulando a la velocidad de diseño, se produzcan pérdidas visuales de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor pueda ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para obtener una adecuada coordinación de los diseños, se tendrá en cuenta las siguientes condiciones:

- Los puntos de tangencia de toda curva vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la zona de curvas de transición (Clotoide) en planta y lo más alejados del punto de radio infinito o punto de tangencia de la curva de transición con el tramo en recta.
- En tramos donde sea previsible la aparición de hielo, la línea de máxima pendiente (longitud, transversal o la de la plataforma) será igual o menor que el diez por ciento (10%).

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 35)

Figura 1.



Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 36)

## 2.2.18 SECCIÓN TRANSVERSAL

### 2.2.18.1 Calzada

En el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico  $IMDA < 50$ , la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles. En la tabla 20, se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla 20: Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros).

Tráfico IMDA	<15	16 a 50		51 a 100		101 a 200	
Velocidad km/h	*		**		**		**
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.5	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

\*. Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

\*\* Carretera con predominio de tráfico pesado.

En los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentara inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberán considerarse las secciones indicadas en la tabla 20. Estarán provistas de

sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la tabla 16.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 37)

### **2.2.18.2 Bermas.**

A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de mínimo 0.50 metros. En los tramos en tangente las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma. La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta. La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la

calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 38)

### **2.2.18.3 Ancho de la Plataforma.**

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas. La plataforma a nivel de la subrasante

tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 38)

#### **2.2.18.4 Plazoletas.**

En carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 metros como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido. La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 38)

#### **2.2.18.5 Taludes.**

Los taludes para las secciones en corte y relleno variaran de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 38)

Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su estabilidad, pudiendo utilizarse (a modo referencial) las relaciones de corte en talud siguientes los que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicado en la tabla 21.

Tabla 21: Taludes de corte.

CLASE DE TERRENO	TALUD (V:H)		
	H<5	5<H<10	H>10
Roca fija	10:1	(*)	(**)
Roca suelta	6:1 – 4:1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4:1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactados	4:1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3:1	(*)	(**)
Tierra compacta	2:1 – 1:1	(*)	(*)
Tierra suelta	1:1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1:2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zona humedecidas por filtraciones	1:2 Hasta 1:3	(*)	(*)

(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad.

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad.

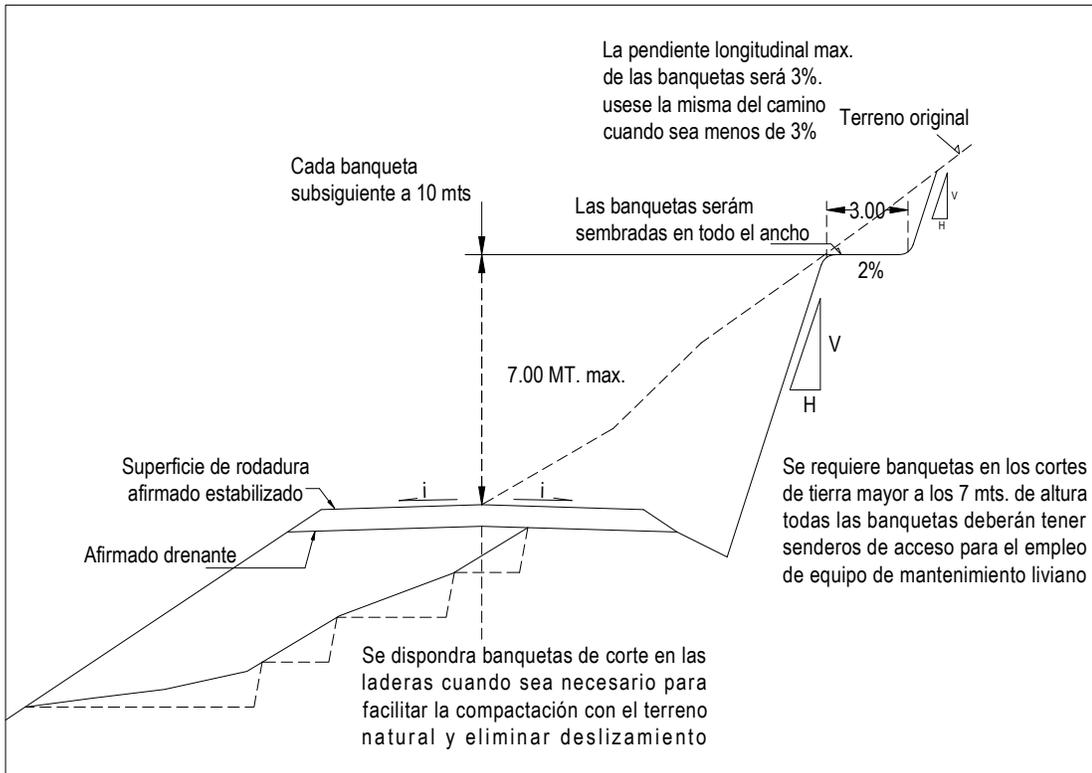
Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 83)

### Sección transversal típica.

La figura 2 ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno. Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras den corte cerrados, y en el segundo caso carreteras en relleno

Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 39)

Figura 2: Detalle típico de corte en tierra y relleno en ladera empinada



Fuente: Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito (Pág. 41)

## 2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

Los términos básicos o el glosario de términos de uso frecuente en carreteras, viene a ser un documento técnico de apoyo. Con la finalidad de facilitar su uso, dichos términos con sus respectivas definiciones, están en orden alfabético.

### A

**ACCESO:** Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.

**AFIRMADO:** Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

**ALCANTARILLA:** Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje o siguiendo la orientación del curso del agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

**ALTITUD:** Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla msnm (metros sobre el nivel del mar).

### B

**BADÉN:** Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

**BAQUETA:** Obra de estabilización de taludes consistente en la construcción de una o mas terrazas sucesivas en el talud. También se usa el termino banqueta para construir una terraza en el talud aledaño a la carretera destinada

a que se cumpla el requisito de la distancia mínima de visibilidad de parada del vehículo.

**BENCH MARK (BM):** Referencia topográfica de coordenadas y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos de un proyecto vial.

**BERMA:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

**BOMBEO:** Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

## C

**CAMINO:** Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

**CANTERA:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

**CARRETERA:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**CARRETERA AFIRMADA:** Carretera cuya superficie de rodadura esta constituida por una o más capas de afirmado.

**CARRIL:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

**CONSTRUCCIÓN:** Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

**COORDENADAS DE REFERENCIA:** Referencias ortogonales Norte-Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto.

**COTA:** Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia.

**COTA DE TERRENO:** Valor numérico de un punto topográfico del terreno referido a un BENCH MARK (BM).

**CUNETAS:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

**CURVA DE NIVEL:** Línea definida por la intersección del terreno con un plano horizontal estableciéndose una cota determinada, la curva de nivel une puntos de igual cota.

**CURVA HORIZONTAL:** Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

**CURVA VERTICAL:** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente

## D

**DERECHO DE VÍA:** Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento y en zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

**DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO:** Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.

**DISTANCIA DE PARADA:** Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO:** Distancia mínima de visibilidad necesaria para que en condiciones de seguridad un vehículo pueda adelantar a otro.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE CRUCE:** Distancia mínima de visibilidad a lo largo de una carretera en ambas direcciones, que requiere observar el conductor de que pretende atravesar una carretera. **DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA:** Distancia mínima que necesita ver el conductor de un vehículo, delante de su vehículo, para detenerlo al observar un obstáculo ubicado en su carril, para evitar impactarlo.

## E

**EJE DE LA CARRETERA:** Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

**EROSIÓN:** Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura o en otros elementos de la carretera.

**ESTACIÓN TOTAL:** Instrumentos topográfico que combina un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador.

## I

**ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA):** Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un período anual.

## L

**LADERA:** Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera. **LECHO:** Curso de un río o quebrada por donde corren las aguas en crecientes y estiajes.

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:** Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica

## M

**MARGEN DERECHA:** Orilla o borde derecho de curso de agua visto en sentido AGUAS ABAJO.

**MARGEN IZQUIERDA:** Orilla o borde izquierdo de curso de agua visto en sentido AGUAS ABAJO.

## P

**PENDIENTE DE LA CARRETERA:** Inclinação del eje de la carretera, en el sentido de avance.

**PERFIL LONGITUDINAL:** Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.

**PERALTE:** Inclinação transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

**PLANO TOPOGRÁFICO:** Representación gráfica pormenorizada a escala de una extensión de terreno.

**PUNTO DE TANGENCIA:** Punto donde termina la tangente y comienza la curva, conocido como PT.

## S

**SECCIÓN TRANSVERSAL:** Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

**SOBREANCHO:** Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

**SUPERFICIE DE RODADURA:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

## T

**TALUD:** Inclinação de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.

**TRAMO:** Parte continúa de una carretera

**TROCHA CARROZABLE:** Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera.

## V

**VEHÍCULO:** Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles

**VELOCIDAD DE DISEÑO:** Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.

**VÍA:** Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias.

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La evaluación se realizó en la carretera desde cruce Polloc km 00+0.000, hasta el caserío el Mangle km 5+126, distrito de la Encañada, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

#### **3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA**

- ✓ País : Perú.
- ✓ Departamento : Cajamarca
- ✓ Provincia : Cajamarca
- ✓ Distrito : La Encañada

#### **3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

- ✓ Punto de inicio: (Coordenadas UTM-WGS8)
  - ✦ Lugar : Cruce de Polloc
  - ✦ Coordenadas : Este : 794,873.84E  
Norte : 9'212,567.27N  
Cota : 2,986.25m.s.n.m
- ✓ Punto final: (Coordenadas UTM-WGS8)
  - ✦ Lugar : Caserío el Mangle
  - ✦ Coordenadas : Este : 798,923.84E  
Norte : 9'214,283.76N  
Cota : 3,118.87m.s.n.m

### 3.1.3 ÉPOCA EN LA CUAL SE REALIZO LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis de investigación se realizo en el año 2018.

## 3.2. PROCEDIMIENTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

### a. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

**a.1 introducción:** El levantamiento topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical, los cuales tiene que ser enlazados a un sistema de referencia, en este caso al sistema de control horizontal y vertical, y a la toma de una cantidad adecuada de puntos de levantamiento a fin de representar fidedignamente el terreno existente en planos topográficos.

**a.2 Reconocimiento del terreno:** Basados en la experiencia del tesista se realizó el reconocimiento de terreno con el objetivo de definir la ubicación de los puntos de control para el levantamiento topográfico. Se realizó el reconocimiento del área en estudio, pudiendo determinar el tipo de topografía y elegir los equipos adecuados y necesarios para cubrir los objetivos del estudio. Antes de iniciar las mediciones en campo se realizó un croquis del reconocimiento de esta forma se obtuvo una mejor organización en el trabajo

**a.3 Trabajos de campo realizados:** El levantamiento topográfico fue realizado con coordenadas relativas ya que no existen puntos de primer orden cercanos para amarrar el levantamiento topográfico, se utilizó dos puntos de referencia (H-01 y H-02) con coordenadas UTM en el datum WGS-84 obtenidas con el GPS navegador, puntos con los cuales se posiciono los datos iniciales y a partir de los cuales se estableció el levantamiento topográfico.

**a.4 Ubicación de la estación de inicio:** Para empezar el levantamiento topográfico se utilizó una sola estación (H-01) orientada hacia un

punto (H-02), utilizando coordenadas referenciales obtenidas de un GPS navegador.

**a.5 Puntos de control – Monumentación y nivelación de BMs.** Una vez establecido los puntos de la estación de inicio, se procedió a monumentar los puntos de control que servirán para un posterior replanteo, el cual esta conformado y designado con códigos de BM1 y BM2, dicha monumentación se efectuó en las veredas de concreto existentes, los demás BMs se monumento cada 500 metros.

**a.6 Trabajo de gabinete:** los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- Elaboración de planos topográficos a escalas adecuadas.

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y herramientas:

- 01 Laptop core i7-4510U CPU 2.60 GHz de 8.0 GB de RAM.
- Software Google Earth Pro, para la verificación orientación de coordenadas de los puntos tomados en el campo.
- Software AutoCAD Civil 3D, versión 2,018, para el procesamiento de los datos topográficos.

**a.7 Procesamiento de información de campo:** Esta información ha sido procesada por el módulo básico haciendo posible tener un archivo de radiaciones sin errores de cálculo y con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de puntos característicos en el área que comprende el levantamiento topográfico. Para adecuación de la información en el uso de los programas de diseño asistido por computadora se ha utilizado una hoja de cálculo excel que permitió tener la información con el siguiente formato, pero gravado como formato CSV (Punto, Este, Norte, Elevación, Descripción).

**a.8 Coordenadas de BMs:** Se listan las coordenadas UTM en el sistema WGS-84 de los BMs.

Tabla 22: Tabla de BMs.

<b>TABLA DE BMs (WGS – 84)</b>				
<b>BM</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
BM1	794887.26	9212597.17	2988.29	Ubicado en esquina de vereda
BM2	795355.38	9212698.11	2987.56	Ubicado en muro de contención
BM3	795720.02	9212559.91	2967.18	Ubicado en muro de contención de puente
BM3'	795715.18	9212567.43	2966.33	Ubicado en muro de contención de puente
BM4	796020.21	9212662.10	2978.38	Ubicado en esquina de casa
BM5	796245.07	9212867.93	2985.44	Ubicado en roca fija
BM6	796500.94	9213100.54	2981.13	Ubicado en roca fija
BM7	796841.83	9213369.99	2988.53	Ubicado en esquina de casa
BM7'	796846.57	9213364.01	2988.92	Ubicado en puente peatonal
BM8	796988.25	9213364.99	2990.26	Ubicado en vereda de escuela
BM9	797331.02	9213483.84	3008.75	Ubicado en roca fija
BM10	797812.69	9213538.75	3026.86	Ubicado en roca fija
BM11	798281.94	9213703.38	3058.62	Ubicado en roca fija
BM12	798753.02	9213853.11	3072.29	Ubicado en puente peatonal
BM13	798811.28	9214006.76	3084.81	Ubicado en roca fija
BM14	798967.61	9214295.55	3114.96	Ubicado en roca fija
BM15	798924.75	9214298.42	3121.09	Ubicado en roca fija

### 3.2.1. Material y equipo topográfico:

A continuación, describimos los materiales e instrumentos que se utilizaron tanto en trabajo de campo como en gabinete de la presente tesis.

Material:

- Pintura (3 aerosoles).
- 2 libretas de campo.
- 4 Plumones de tinta indeleble.
- 2 Lápiz 2B.

Equipo:

- 01 Estación total Leica TS02 ULTRA POWER 7".
- 04 Prismas.
- 06 Radios de comunicación.

- 01 Wincha de lona de 100 m.
- 01 Camioneta 4\*4 .
- 01 Cámara fotográfica.

Figura 3: Estación total leica TS



Gps: El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema que permite determinar en toda la tierra la posición de un objeto (una persona, un vehículo) con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el d Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS está constituido por 24 satélites y utiliza la trilateración.

Figura 04 : GPS navegador



Wincha: Es una cinta métrica flexible, enrollada dentro de una caja de plástico o metal, que generalmente está graduada en centímetros en un costado de la cinta y en

pulgadas en el otro. Para longitudes mayores a 10 m, existen de plástico o lona reforzada. Las más confiables son las metálicas porque no se deforman al estirarse.

Figura 05: Wincha



### **3.2.2 RECURSOS HUMANOS.**

#### **3.2.2.1. Ejecutor de tesis profesional:**

- Bach. Arcenio Aguilar Flores.

#### **3.2.2.2. Asesor de tesis profesional:**

- Ing. Ever Rodríguez Guevara.

#### **3.2.2.3. Colaboradores:**

- Jurados de elaboración de tesis de investigación.

- Pobladores de la zona en estudio (ayudantes).

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO**

Para el desarrollo de la presente tesis de investigación se tuvo en cuenta todas las herramientas disponibles que puedan ser aplicables, entre ellas conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que se realizaron tomando como tema principal al levantamiento topográfico.

La metodología considerada para llevar a cabo el estudio se detalla a continuación:

1. Recopilación de datos: Económicos y geográficos.
2. Evaluación de la vía existente.
3. Desarrollo de la investigación.
4. Elaboración de planos de acuerdo al manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Se empezó realizando el levantamiento topográfico, seccionando cada 20 metros en tramos en tangente y en tramos curvos cada 10 metros aproximadamente, y por cada sección se ha tomado 10 puntos, así mismo se ha ubicado los BMs de inicio fijado en las veredas de concreto de las casas aledañas a la carretera, las cuales fueron marcadas utilizando pintura esmalte de color rojo, conforme se ha ido avanzando los BMs, se ubicaron en rocas fijas y en los pontones de concreto.

#### **4.2 DISEÑO GEOMÉTRICO**

Para comenzar el análisis de los parámetros se realizó el inventario de las características geométricas medidas en campo, a continuación, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 23: Evaluación de la vía –datos medidos en campo

P.I. #	Sentido	Deflexión	Radio (m)	Tang (m)	L.C. (m)	EXT (m)	P.C.	P.I	P.T.	PI Este	PI Norte	Sobre ancho	Peralte (%)
PI-1	D	57°01'15"	100	54.319	99.52	13.80	0+414.83	0+469.14	0+514.35	795319.2	9212714.7	0.57	8
PI-2	D	15°19'57"	120	16.153	32.11	1.08	0+575.26	0+591.41	0+607.37	795421.07	9212631.74	0.49	8
PI-3	I	6°48'51"	50	2.977	5.95	0.09	0+677.62	0+680.59	0+683.56	795472.99	9212558.99	1.03	8
PI-4	I	11°36'54"	40	4.068	8.11	0.21	0+695.62	0+699.69	0+703.73	795485.85	9212544.86	1.25	8
PI-5	I	80°13'46"	35	29.488	49.01	10.77	0+745.82	0+775.31	0+794.83	795524.49	9212479.82	1.41	8
PI-6	D	22°03'54"	100	19.497	38.51	1.88	1+401.10	1+420.60	1+439.61	796133.24	9212722.2	0.57	8
PI-7	I	31°59'44"	60	17.202	33.51	2.42	1+660.73	1+677.93	1+694.24	796317.54	9212902.48	0.88	8
PI-8	D	47°31'52"	30	13.21	24.89	2.78	1+749.92	1+763.13	1+774.80	796337.83	9212986.15	1.62	8
PI-9	I	36°19'28"	60	19.683	38.04	3.15	1+991.74	2+011.42	2+029.77	796556.69	9213106.63	0.88	8
PI-10	D	32°50'51"	40	11.791	22.93	1.70	2+132.10	2+143.89	2+155.03	796612.9	9213228.05	1.25	8
PI-11	D	8°25'39"	150	11.052	22.06	0.41	2+249.71	2+260.77	2+271.78	796712.23	9213290.87	0.41	8
PI-12	I	12°12'03"	100	10.688	21.29	0.57	2+308.13	2+318.82	2+329.43	796756.25	9213328.78	0.57	8
PI-13	I	30°09'47"	60	16.169	31.59	2.14	2+382.06	2+398.23	2+413.65	796826.08	9213366.75	0.88	8
PI-14	D	23°31'10"	75	15.613	30.79	1.61	2+586.05	2+601.67	2+616.84	797030.19	9213360.96	0.73	8
PI-15	D	35°23'33"	40	12.763	24.71	1.99	2+674.31	2+687.08	2+699.02	797109.84	9213392.97	1.25	8
PI-16	D	24°28'58"	30	6.509	12.82	0.70	2+715.77	2+722.28	2+728.59	797129.31	9213423.27	1.62	8
PI-17	I	16°25'44"	100	14.436	28.67	1.04	2+796.66	2+811.10	2+825.34	797206.92	9213466.66	0.57	8
PI-18	I	4°28'46"	250	9.778	19.55	0.19	2+893.58	2+903.36	2+913.13	797297.81	9213483.64	0.28	8
PI-19	I	5°41'31"	250	12.428	24.84	0.31	3+215.92	3+228.35	3+240.76	797621.43	9213512.57	0.28	8
PI-20	D	3°25'11"	300	8.955	17.9	0.13	3+578.08	3+587.03	3+595.98	797971.71	9213589.18	0.24	8
PI-21	D	13°32'20"	150	17.805	35.44	1.05	3+681.76	3+699.56	3+717.20	798079.37	9213621.95	0.41	8
PI-22	I	9°05'27"	200	15.9	31.73	0.63	3+803.24	3+819.14	3+834.97	798182.58	9213682.66	0.33	8
PI-23	D	6°39'25"	250	14.539	29.05	0.42	3+924.48	3+939.02	3+953.53	798295.4	9213723.28	0.28	8
PI-24	I	7°28'05"	250	16.316	32.59	0.53	4+176.57	4+192.89	4+209.16	798544.01	9213773.74	0.28	8
PI-25	D	6°37'15"	250	14.461	28.89	0.42	4+264.58	4+279.05	4+293.47	798624.9	9213803.53	0.28	8

P.I. #	Sentido	Deflexión	Radio (m)	Tang (m)	L.C. (m)	EXT (m)	P.C.	P.I	P.T.	PI Este	PI Norte	Sobre ancho	Peralte (%)
PI-26	I	64°23'22"	30	18.888	33.71	5.45	4+392.63	4+411.52	4+426.34	798753.7	9213834.67	1.62	8
PI-27	D	29°34'23"	30	7.919	15.48	1.03	4+511.58	4+519.50	4+527.06	798777.02	9213944.26	1.62	8
PI-28	I	20°44'56"	75	13.731	27.16	1.25	4+553.41	4+567.14	4+580.57	798808.88	9213980.16	0.73	8
PI-29	D	24°20'57"	75	16.181	31.87	1.73	4+672.75	4+688.93	4+704.62	798852.32	9214094.26	0.73	8
PI-30	I	11°54'50"	150	15.652	31.19	0.81	4+730.81	4+746.46	4+762.00	798893.48	9214135.15	0.41	8
PI-31	D	4°19'41"	150	5.668	11.33	0.11	4+826.23	4+831.90	4+837.57	798940.42	9214206.68	0.41	8
PI-32	I	167°17'53"	5	44.923	14.6	40.20	4+919.92	4+964.84	4+934.51	799021.54	9214312	3.91	8
PI-33	D	24°32'39"	50	10.876	21.42	1.17	4+957.62	4+968.49	4+979.04	798960.83	9214261.6	1.03	8
PI-34	D	168°59'26"	10	101.69	28.9	92.36	5+045.07	5+146.76	5+073.98	798791.2	9214206.06	4.78	8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Situación actual con lo que cuenta la carretera

Derrumbes	No presenta
Obras de arte	Cunetas en mal estado y no existe presencia de badenes.
Plazoletas de estacionamiento	No presenta
Pavimento	
Ancho	Variable de 3 a 6 metros
Superficie	En mal estado, materiales como limos inorgánicos y arcillas inorgánicas.
Longitud de la vía	5.126 km.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.1 Clasificación de la vía.

##### 4.2.1.1 Clasificación por su función

De acuerdo al manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, la vía tiene un IMDA entre 101 – 200 veh/día, por lo tanto, es una carretera de bajo volumen de tránsito tipo 3 (Carretera de BVT T3), de dos carriles con un ancho de calzada de 6.00 metros, con superficie de rodadura adicional (mínimo 15.00 cm), perfilado y compactado.

##### 4.2.1.2 Clasificación por el tipo de relieve y clima

La carretera está ubicada en terrenos de relieve ondulados y en climas lluviosos.

#### 4.2.2 Características de tránsito

##### 4.2.2.1 Índice medio diario anual de tránsito (IMDA)

###### 1. Determinación del tránsito actual

- i. Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo (Resultados de los conteos del tráfico)

Tabla 25: Resultados del conteo de tráfico de una semana.

Tipo de Vehículo	Sentido	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	Cruce Polloc - El Mangle	12	9	11	7	13	10	18
	El Mangle - Cruce Polloc	15	8	12	15	16	13	16
Camioneta pik up	Cruce Polloc - El Mangle	16	12	14	12	9	11	16
	El Mangle - Cruce Polloc	14	12	11	14	12	15	21
Combi	Cruce Polloc - El Mangle	13	7	6	8	8	11	12
	El Mangle - Cruce Polloc	11	8	9	7	9	12	10
Ómnibus B2	Cruce Polloc - El Mangle	2	0	1	1	4	2	4
	El Mangle - Cruce Polloc	3	1	2	3	1	3	5
Camión 2 ejes	Cruce Polloc - El Mangle	12	10	11	9	12	13	15
	El Mangle - Cruce Polloc	15	11	13	12	10	12	17
Camión 3 ejes	Cruce Polloc - El Mangle	3	4	1	1	0	3	1
	El Mangle - Cruce Polloc	5	2	3	2	3	2	3
Semitrailer 3S1	Cruce Polloc - El Mangle	0	2	2	4	3	1	2
	El Mangle - Cruce Polloc	1	0	1	1	4	2	0
Semitrailer 3S2	Cruce Polloc - El Mangle	0	0	0	1	1	0	0
	El Mangle - Cruce Polloc	0	0	0	0	0	1	0
<b>Total</b>		<b>122</b>	<b>86</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>105</b>	<b>111</b>	<b>140</b>

Fuente: Elaboración propia

i. Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días.

$$IMDa = IMDs * FC$$

$$IMDs = \sum \frac{vi}{7}$$

Donde:

IMDs : Índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada.

IMDa : Índice medio anual.

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

FC : Factores de corrección estacional.

Tabla 26: Factores de corrección.

Tipo de vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total semana	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automóvil	27	17	23	22	29	23	34	175	25	1.141	29
Camioneta pick up	30	24	25	26	21	26	37	189	27	1.141	31
Combi	24	15	15	15	17	23	22	131	19	1.141	21
Ómnibus B2	5	1	3	4	5	5	9	32	5	1.141	5
Camión dos ejes	27	21	24	21	22	25	32	172	25	1.141	28
Camión 3 ejes	8	6	4	3	3	5	4	33	5	1.141	5
Semi tráiler 3S1	1	2	3	5	7	3	2	23	3	1.141	4
Semi tráiler 3S2	0	0	0	1	1	1	0	3	0	1.141	0
<b>TOTAL</b>	<b>122</b>	<b>86</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>105</b>	<b>111</b>	<b>140</b>	<b>758</b>	<b>108</b>		<b>123</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se tiene que el IMDA es de 123 veh/día, de acuerdo a la investigación y la revisión de literatura, la carretera es de bajo volumen de tránsito (BVT) T3, por lo que realizaremos la investigación con el manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito, con un ancho de calzada de 6.00 metros.

## 2. Análisis de la demanda.

### 2.1. Demanda actual

Tabla 27: Tráfico actual por tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	29	23.58
Camioneta pick up	31	25.20
Combi	21	17.07
Ómnibus B2	5	4.07
Camión 2 ejes	28	22.76
Camión 3 ejes	5	4.07
Semi tráiler 3S1	4	3.25
Semi tráiler 3S2	0	0.00
IMD	123	100.00

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Demanda proyectada

Para calcular la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1+r)^{(n-1)} \dots\dots\dots\text{Ecuación n}^\circ 7$$

Tn : Tránsito proyectado del año en vehículo por día

To : Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n : Año futuro de proyección.

r : Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Tasa de crecimiento por región en %:

r<sub>vp</sub> = 0.33 (tasa de crecimiento anual de la población – vehículos de pasajeros)

r<sub>vc</sub> = 7.10 (Tasa de crecimiento anual del PBI – para vehículos de carga)

r = 2.00 (Tasa de crecimiento anual adoptado)

Tabla 28: Proyección de tráfico existente.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Tráfico Normal	123	123	123	123	123	123
Automóvil	29	29	29	29	29	29
Camioneta Pick Up	31	31	31	31	31	31
Combi	21	21	21	21	21	21
Ómnibus B2	5	5	5	5	5	5
Camión 2 ejes	28	28	28	28	28	28
Camión 3 ejes	5	5	5	5	5	5
Semi tráiler 3S1	4	4	4	4	4	4
Semi tráiler 3S2	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Demanda proyectada

Tabla 29: Tráfico generado por tipo de proyecto.

Tipo de intervención	% de tráfico Normal
Mejoramiento	15

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – MTC.

Tabla 30: Tráfico de diseño.

Tipo de Vehículo	Años					
	0	1	2	3	4	5
Tráfico Normal	123	123	123	123	123	123
Automóvil	29	29	29	29	29	29
Camioneta PICK UP	31	31	31	31	31	31
COMBI	21	21	21	21	21	21
Ómnibus B2	5	5	5	5	5	5
Camión 2 ejes	28	28	28	28	28	28
Camión 3 ejes	5	5	5	5	5	5
Semi tráiler 3S1	4	4	4	4	4	4
Semi tráiler 3S2	0	0	0	0	0	0

Tráfico Generado	0	18	18	18	18	18
Automóvil	0	4	4	4	4	4
Camioneta PICK UP	0	5	5	5	5	5
COMBI	0	3	3	3	3	3
Ómnibus B2	0	1	1	1	1	1
Camión 2 ejes	0	4	4	4	4	4
Camión 3 ejes	0	1	1	1	1	1
Semi tráiler 3S1						
Semi tráiler 3S2	0	0	0	0	0	0
<b>IMD TOTAL</b>	<b>123</b>	<b>141</b>	<b>141</b>	<b>141</b>	<b>141</b>	<b>141</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2.2 Clasificación por orografía

De lo descrito en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013, la sección 102, ítem 102.02, el terreno presenta una orografía ondulada (Tipo 2), tiene pendientes entre 11% y 50%, ver plano PO-01.

Tabla 31: Clasificación del terreno de acuerdo a la orografía.

Tipo terreno - orografía				
Número	Pendientes		Superficie (m <sup>2</sup> )	tipo de terreno
	desde	hasta		
1	0.00%	10.00%	55305.76	Plano
2	10.00%	50.00%	60087.82	Ondulado
3	50.00%	100.00%	4231.19	Accidentado
4	100.00%	500.00%	1285.09	Escarpado

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3 Vehículo de diseño.

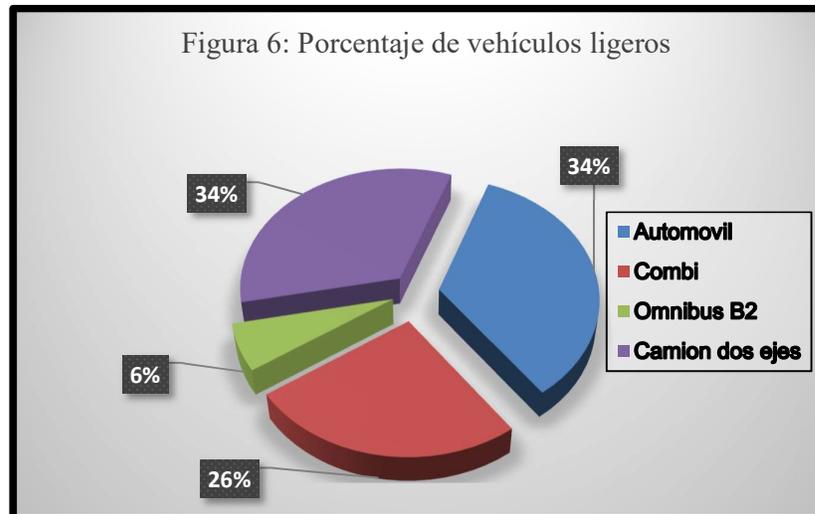
Del aforo realizado, separamos vehículos ligeros y vehículos pesados de los cuales se tiene:

##### 4.2.3.1 Resumen de vehículos ligeros

Tabla 32: Cantidad de vehículos ligeros.

Vehículos ligeros	
Automóvil	175
Combi	131
Ómnibus B2	32
Camión dos ejes	172

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia

Discusión: Luego de representar en la figura la totalidad de vehículos ligeros, notamos que la mayor cantidad de vehículos está representada por el camión de dos ejes con un 34% y el automóvil con un 34%, para nuestro caso se considera el camión de dos ejes.

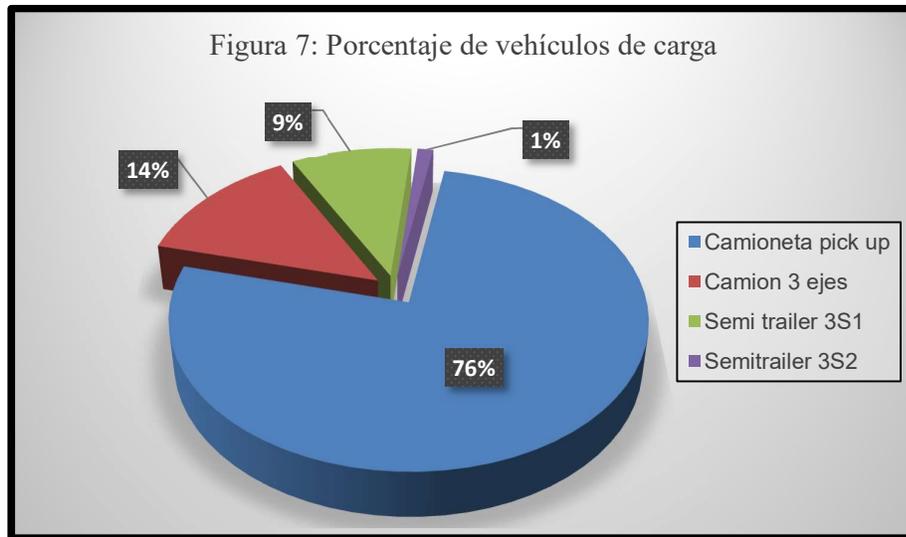
- Automóvil 34%
- Combi 26%.
- Ómnibus 6%.
- Camión de dos ejes 34%.

#### 4.2.3.2 Resumen de vehículos pesados

Tabla 33: Cantidad de vehículos de cargas.

Vehículos de carga		
Camioneta pick up		189
Camión 3 ejes		33
Semi tráiler 3S1		23
Semi tráiler 3S2		3

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Discusión: Luego de representar en la figura la totalidad de vehículos de carga, notamos que la mayor cantidad de vehículos está representada por la camioneta pick up con un 76%, seguido de camión de tres ejes con un 14%.

- Camioneta pick up con un 76%.
- Camión de tres ejes con un 14%.
- Semi tráiler 3S1 con un 9%.
- Semi tráiler 3S2 con un 1%.

De los resultados de los ítems 4.2.3.1 y 4.2.3.2, se tiene que el mayor porcentaje de vehículos ligeros es de 34% de camiones de dos ejes y de vehículos de carga es de 76%. En conclusión, nuestro vehículo de diseño será el camión de dos ejes (C2).

Tabla 34: Cantidad de vehículos de cargas.

Datos básicos de los vehículos de diseño (Medidas en metros)

Tipo de vehículo	Nomenclatura	Alto total	Ancho total	Largo total	Longitud entre ejes	Radio mínimo rueda externa delantera	Radio mínimo rueda interna trasera
Vehículo ligero	VL	1.3	2.6	5.8	3.4	7.3	4.2
Ómnibus de dos ejes	B2	4.1	2.6	9.1	6.1	12.8	8.5
Ómnibus de tres ejes	B3	4.1	2.6	12.1	7.6	12.8	7.4
Camión simple de dos ejes	C2	4.1	2.6	9.1	6.1	12.8	8.5
Camión simple de tres ejes o más combinación de camiones	C3 / C4	4.1	2.6	12.2	7.6	12.8	7.4
Semi remolque tanden	T2S1 / 2 / 3	4.10x	2.6	15.2	4.00 / 7.00	12.2	5.8
Semirremolque tanden	T3S1 / 2 / 3	4.1	2.6	16.7	4.90 / 7.90	13.7	5.9
Remolque 2 ejes + 1 doble (tanden)	C2-R2/3	4.1	2.6	19.9	3.80 / 6.10 / 6.40	13.7	6.8
Remolque 3 ejes + 1 doble (tanden)	C3-R2 / 3 / 4	4.1	2.6	19.9	3.80 / 6.10 / 6.40	13.7	6.8

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras (DG – 2018)

Nota: (x) Altura máxima de contenedores 4.65

Fuente: Normas DG – 2018.

Del cuadro anterior nuestro vehículo de diseño, tiene las siguientes dimensiones:

Tipo de Vehículo	: Camión Simple de dos ejes
Nomenclatura	: C2
Alto total	: 4.10 m.
Ancho total	: 2.60 m
Largo total	: 9.10 m.
Longitud entre ejes	: 6.10 m.
Radio mínimo rueda externa delantera	: 12.80 m.
Radio mínimo rueda interna trasera	: 8.50 m.

#### **4.2.4 Velocidad de diseño (V).**

Se consideró como velocidad de diseño 30 km/hora, permitido según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

### **4.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.**

---

#### **4.3.1 Consideraciones para el alineamiento horizontal.**

De acuerdo al marco teórico lo descrito en el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito se tiene:

$$L. \text{ min. Curva} = 3V \dots \dots \dots \text{Ecuación n}^\circ 8$$

$$L. \text{ min. Curva} = 3*30$$

$$L. \text{ min. Curva} = 90 \text{ m.}$$

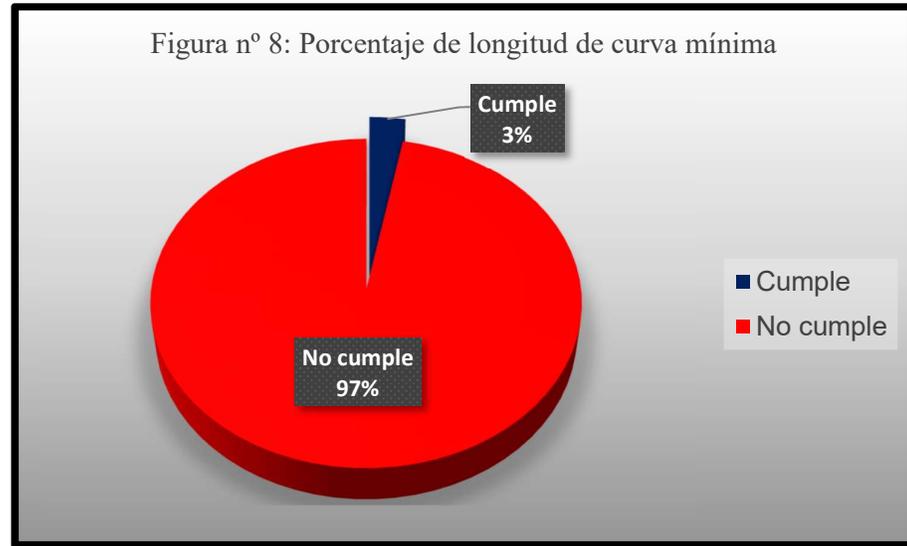
Tabla 35: Verificación de longitud de curva mínima.

Número	Radio	Progresiva		Longitud de Curva (m)	Verificación
		Inicial	Final		
PI-1	100	0+414.83	0+414.83	99.52	Cumple
PI-2	120	0+575.26	0+575.26	32.11	No Cumple
PI-3	50	0+677.62	0+677.62	5.95	No Cumple
PI-4	40	0+695.62	0+695.62	8.11	No Cumple
PI-5	35	0+745.82	0+745.82	49.01	No Cumple
PI-6	100	1+401.10	1+401.10	38.51	No Cumple
PI-7	60	1+660.73	1+660.73	33.51	No Cumple
PI-8	30	1+749.92	1+749.92	24.89	No Cumple
PI-9	60	1+991.74	1+991.74	38.04	No Cumple
PI-10	40	2+132.10	2+132.10	22.93	No Cumple
PI-11	150	2+249.71	2+249.71	22.06	No Cumple
PI-12	100	2+308.13	2+308.13	21.29	No Cumple
PI-13	60	2+382.06	2+382.06	31.59	No Cumple
PI-14	75	2+586.05	2+586.05	30.79	No Cumple
PI-15	40	2+674.31	2+674.31	24.71	No Cumple
PI-16	30	2+715.77	2+715.77	12.82	No Cumple
PI-17	100	2+796.66	2+796.66	28.67	No Cumple
PI-18	250	2+893.58	2+893.58	19.55	No Cumple
PI-19	250	3+215.92	3+215.92	24.84	No Cumple
PI-20	300	3+578.08	3+578.08	17.91	No Cumple
PI-21	150	3+681.76	3+681.76	35.44	No Cumple
PI-22	200	3+803.24	3+803.24	31.73	No Cumple
PI-23	250	3+924.48	3+924.48	29.05	No Cumple
PI-24	250	4+176.57	4+176.57	32.59	No Cumple
PI-25	250	4+264.58	4+264.58	28.89	No Cumple
PI-26	30	4+392.63	4+392.63	33.71	No Cumple
PI-27	30	4+511.58	4+511.58	15.48	No Cumple
PI-28	75	4+553.41	4+553.41	27.16	No Cumple
PI-29	75	4+672.75	4+672.75	31.87	No Cumple
PI-30	150	4+730.81	4+730.81	31.19	No Cumple
PI-31	150	4+826.23	4+826.23	11.33	No Cumple
PI-32	5	4+919.92	4+919.92	14.6	No Cumple
PI-33	50	4+957.62	4+957.62	21.42	No Cumple
PI-34	10	5+045.07	5+045.07	28.9	No Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Tabla resumen de longitud de curva mínima.

Tabla resumen		
	Cumple	No cumple
Lmín	1	33



Fuente: Elaboración propia

Discusión: De la figura 7, se tiene que el 97% no cumple con la longitud mínima de curva y el 3% si cumple con la longitud mínima de curva.

#### 4.3.2 Curvas circulares.

Verificación de radios mínimos.

- Haciendo uso de la ecuación n° 5 y de la sección 2.2.14 de la revisión de literatura, para velocidades de diseño de 30 Km/h, peralte máximo de 4% y factor máximo de fricción de 0.17; aplicando la ecuación n° 5 se tiene:

$$R_m = \frac{30^2}{127(0.04 + 0.17)}$$

$$R_m = 33.75 \text{ m.}$$

Teniendo en cuenta la tabla 5 y 6, ubicación de la vía (Área rural – plano u ondulado), velocidad de diseño 30 Km/h, peralte máximo de 4% y frecuencia máxima de 0.17, asumimos un valor de radio mínimo de 35 metros.

Tabla 37: Verificación del radio mínimo.

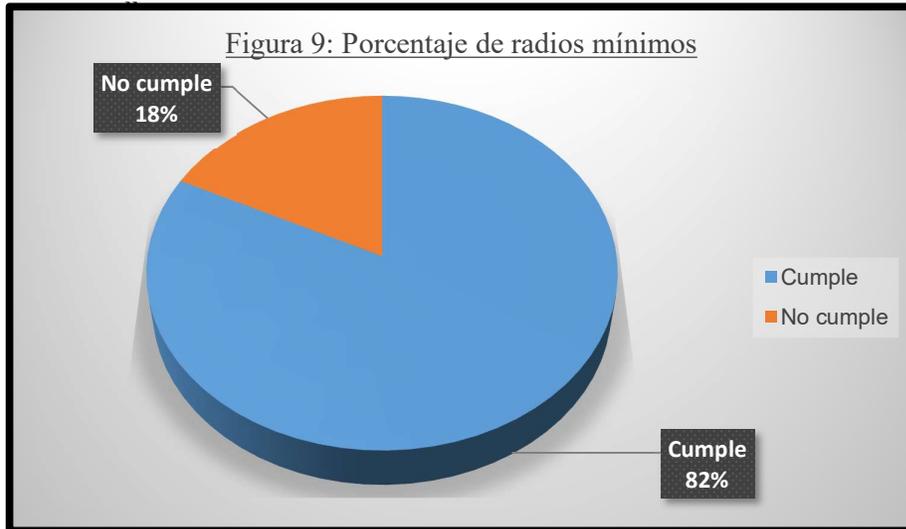
Número	Radio	Progresiva		Tipo Curva	Verificación
		Inicial	Final		
PI-1	100	0+414.83	0+414.83		Cumple
PI-2	120	0+575.26	0+575.26		Cumple
PI-3	50	0+677.62	0+677.62		Cumple
PI-4	40	0+695.62	0+695.62		Cumple
PI-5	35	0+745.82	0+745.82		Cumple
PI-6	100	1+401.10	1+401.10		Cumple
PI-7	60	1+660.73	1+660.73		Cumple
PI-8	30	1+749.92	1+749.92		No cumple
PI-9	60	1+991.74	1+991.74		Cumple
PI-10	40	2+132.10	2+132.10		Cumple
PI-11	150	2+249.71	2+249.71		Cumple
PI-12	100	2+308.13	2+308.13		Cumple
PI-13	60	2+382.06	2+382.06		Cumple
PI-14	75	2+586.05	2+586.05		Cumple
PI-15	40	2+674.31	2+674.31		Cumple
PI-16	30	2+715.77	2+715.77		No cumple
PI-17	100	2+796.66	2+796.66		Cumple
PI-18	250	2+893.58	2+893.58		Cumple
PI-19	250	3+215.92	3+215.92		Cumple
PI-20	300	3+578.08	3+578.08		Cumple
PI-21	150	3+681.76	3+681.76		Cumple
PI-22	200	3+803.24	3+803.24		Cumple
PI-23	250	3+924.48	3+924.48		Cumple
PI-24	250	4+176.57	4+176.57		Cumple
PI-25	250	4+264.58	4+264.58		Cumple
PI-26	30	4+392.63	4+392.63		No cumple
PI-27	30	4+511.58	4+511.58		No cumple
PI-28	75	4+553.41	4+553.41		Cumple
PI-29	75	4+672.75	4+672.75		Cumple
PI-30	150	4+730.81	4+730.81		Cumple
PI-31	150	4+826.23	4+826.23		Cumple
PI-32	5	4+919.92	4+919.92	c. volteo	No cumple
PI-33	50	4+957.62	4+957.62		Cumple
PI-34	10	5+045.07	5+045.07	c. volteo	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Resumen de curvas de radio mínimo.

Tabla resumen curvas de radio mínimo		
	Cumple	No cumple
Rmín	28	6

F



Fuente: Elaboración propia

Discusión:

- De las 34 curvas circulares, el 82% cumple con el radio mínimo y
- El 18% no cumple con el radio mínimo.

### 4.3.3 CURVAS DE TRANSICIÓN.

verificación de longitud de curva mínima y máxima.

- Haciendo uso de la ecuación n° 2 y n° 3 de la sección 2.2.11 de la revisión de literatura, para velocidades de diseño de 30 Km/h, y los radios de las curvas horizontales, se tiene:

$$L_{mín} = 0.0178 \frac{v^2}{R}$$

$$L_{\text{máx}} = 24R^{0.5}$$

Tabla 39: Verificación longitud de curva mínima y máxima.

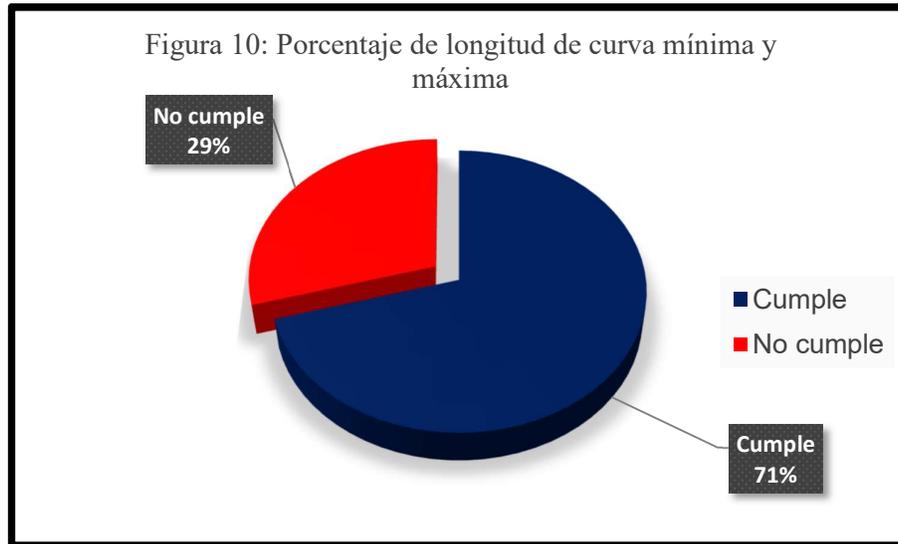
Número	Radio	Progresiva Inicial	Progresiva Final	L <sub>mín</sub>	L <sub>máx</sub>	Longitud de Curva (m)	Verificación
PI-1	100	0+414.83	0+414.83	4.81	48.99	99.52	No Cumple
PI-2	120	0+575.26	0+575.26	4.01	53.67	32.11	Cumple
PI-3	50	0+677.62	0+677.62	9.61	34.64	5.95	No Cumple
PI-4	40	0+695.62	0+695.62	12.02	30.98	8.11	No Cumple
PI-5	35	0+745.82	0+745.82	13.73	28.98	49.01	No Cumple
PI-6	100	1+401.10	1+401.10	4.81	48.99	38.51	Cumple
PI-7	60	1+660.73	1+660.73	8.01	37.95	33.51	Cumple
PI-8	30	1+749.92	1+749.92	16.02	26.83	24.89	Cumple
PI-9	60	1+991.74	1+991.74	8.01	37.95	38.04	No Cumple
PI-10	40	2+132.10	2+132.10	12.02	30.98	22.93	Cumple
PI-11	150	2+249.71	2+249.71	3.20	60.00	22.06	Cumple
PI-12	100	2+308.13	2+308.13	4.81	48.99	21.29	Cumple
PI-13	60	2+382.06	2+382.06	8.01	37.95	31.59	Cumple
PI-14	75	2+586.05	2+586.05	6.41	42.43	30.79	Cumple
PI-15	40	2+674.31	2+674.31	12.02	30.98	24.71	Cumple
PI-16	30	2+715.77	2+715.77	16.02	26.83	12.82	No Cumple
PI-17	100	2+796.66	2+796.66	4.81	48.99	28.67	Cumple
PI-18	250	2+893.58	2+893.58	1.92	77.46	19.55	Cumple
PI-19	250	3+215.92	3+215.92	1.92	77.46	24.84	Cumple
PI-20	300	3+578.08	3+578.08	1.60	84.85	17.91	Cumple
PI-21	150	3+681.76	3+681.76	3.20	60.00	35.44	Cumple
PI-22	200	3+803.24	3+803.24	2.40	69.28	31.73	Cumple
PI-23	250	3+924.48	3+924.48	1.92	77.46	29.05	Cumple
PI-24	250	4+176.57	4+176.57	1.92	77.46	32.59	Cumple
PI-25	250	4+264.58	4+264.58	1.92	77.46	28.89	Cumple
PI-26	30	4+392.63	4+392.63	16.02	26.83	33.71	No Cumple
PI-27	30	4+511.58	4+511.58	16.02	26.83	15.48	No Cumple
PI-28	75	4+553.41	4+553.41	6.41	42.43	27.16	Cumple
PI-29	75	4+672.75	4+672.75	6.41	42.43	31.87	Cumple
PI-30	150	4+730.81	4+730.81	3.20	60.00	31.19	Cumple
PI-31	150	4+826.23	4+826.23	3.20	60.00	11.33	Cumple
PI-32	5	4+919.92	4+919.92	96.12	10.95	14.6	No Cumple
PI-33	50	4+957.62	4+957.62	9.61	34.64	21.42	Cumple
PI-34	10	5+045.07	5+045.07	48.06	15.49	28.9	No Cumple

Fuente: elaboración propia

Tabla 40: Tabla resumen longitud de curva mínima y máxima.

Tabla resumen		
	Cumple	No cumple
Lmin	24	10

Fuente: Elaboración propia.



Discusión:

- De 34 curvas, el 71% cumple con la longitud de curva mínima y máxima.
- El 29% no cumple con la longitud de curva mínima y máxima.

#### 4.3.4 LONGITUDES DE LOS TRAMOS EN TANGENTE.

Tabla 41: Verificación de la longitud de tangente.

Número	Tramo Tangente	L.T.T. (m)	Clasificación "S", "O"	L. mín. (m)	Verificación
Inicio	inicio - PI 1	226.94			
PI-1	PI 1 - PI 2	60.91	Lmin.o	19	Cumple
PI-2	PI 2 - PI 3	70.25	Lmin.s	19	Cumple
PI-3	PI 3 - PI 4	12.06	Lmin.s	19	No Cumple
PI-4	PI 4 - PI 5	42.09	Lmin.s	19	Cumple
PI-5	PI 5 - PI 6	161.77	Lmin.o	19	Cumple
PI-6	PI 6 - PI 7	221.12	Lmin.o	19	Cumple
PI-7	PI 7 - PI 8	55.68	Lmin.s	19	Cumple

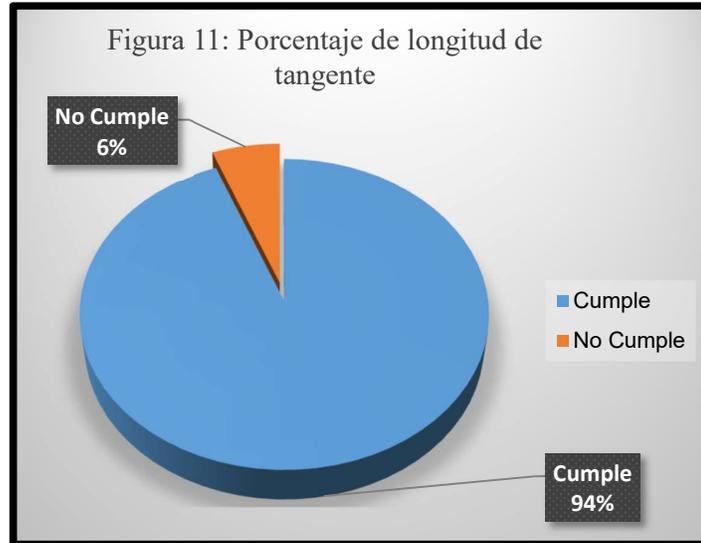
Número	Tramo Tangente	L.T.T. (m)	Clasificación "S", "O"	L. mín. (m)	Verificación
PI-8	PI 8 - PI 9	216.93	Lmin.s	19	Cumple
PI-9	PI 9 - PI 10	102.32	Lmin.s	19	Cumple
PI-10	PI 10 - PI 11	94.68	Lmin.s	19	Cumple
PI-11	PI 11 - PI 12	36.36	Lmin.s	19	Cumple
PI-12	PI 12 - PI 13	52.63	Lmin.o	19	Cumple
PI-13	PI 13 - PI 14	172.41	Lmin.s	19	Cumple
PI-14	PI 14 - PI 15	57.47	Lmin.o	19	Cumple
PI-15	PI 15 - PI 16	16.75	Lmin.s	19	No Cumple
PI-16	PI 16 - PI 17	27.20	Lmin.o	19	Cumple
PI-17	PI 17 - PI 18	68.25	Lmin.o	19	Cumple
PI-18	PI 18 - PI 19	86.10	Lmin.s	19	Cumple
PI-19	PI 19 - PI 20	131.71	Lmin.o	19	Cumple
PI-20	PI 20 - PI 21	85.78	Lmin.o	19	Cumple
PI-21	PI 21 - PI 22	86.04	Lmin.s	19	Cumple
PI-22	PI 22 - PI 23	43.11	Lmin.o	19	Cumple
PI-23	PI 23 - PI 24	95.04	Lmin.s	19	Cumple
PI-24	PI 24 - PI 25	55.43	Lmin.s	19	Cumple
PI-25	PI 25 - PI 26	99.16	Lmin.s	19	Cumple
PI-26	PI 26 - PI 27	85.24	Lmin.s	19	Cumple
PI-27	PI 27 - PI 28	26.35	Lmin.s	19	Cumple
PI-28	PI 28 - PI 29	92.18	Lmin.s	19	Cumple
PI-29	PI 29 - PI 30	26.19	Lmin.s	19	Cumple
PI-30	PI 30 - PI 31	64.23	Lmin.s	19	Cumple
PI-31	PI 31 - PI 32	82.35	Lmin.s	19	Cumple
PI-32	PI 32 - PI 33	23.10	Lmin.s	19	Cumple
PI-33	PI 33 - PI 34	46.05	Lmin.o	19	Cumple
PI-34	PI 34 - final	51.87	Lmin.s	19	Cumple

Fuente: elaboración propia.

Tabla 42: Tabla resumen verificación longitud de tangente.

Tabla resumen	
Cumple	No Cumple
32	2

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Discusión: Desde el punto de inicio Km. 00+000 hasta el Km 5.00+126, del análisis se tiene que el 94% cumple con la longitud mínima de tramos en tangente, en tanto que el 6% no cumple.

#### 4.3.5 SOBRE ANCHO DE LA CALZADA EN CURVAS CIRCULARES.

Para el cálculo del sobre ancho se utilizará la siguiente formula y de acuerdo al manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito y la tabla 16, para una velocidad directriz de 30 km/h y radio de curva 40 metros el sobre ancho en curvas circulares es de 2.53 metros mínimo.

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

n : Número de carriles, n = 2

R : Radio de la curva (m).

L : Longitud entre eje delantero y eje posterior del vehículo (m) = 6.10 m.

V : Velocidad de diseño (Km/h), V = 30 Km/h.

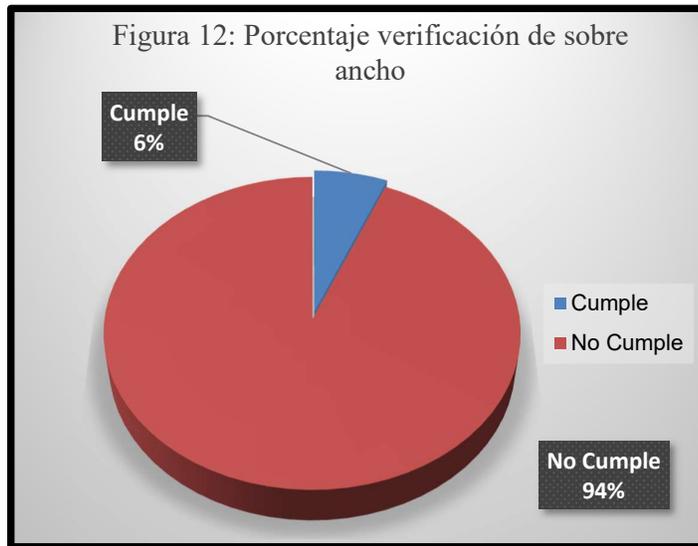
Tabla 43: Sobre ancho de la vía existente.

P.I. #	R (m)	Sobre ancho Sa (m)	Sobre ancho Sa min (m)	Verificación
PI-1	100	0.67	2.53	No cumple
PI-2	120	0.58	2.53	No cumple
PI-3	50	1.17	2.53	No cumple
PI-4	40	1.41	2.53	No cumple
PI-5	35	1.58	2.53	No cumple
PI-6	100	0.67	2.53	No cumple
PI-7	60	1.01	2.53	No cumple
PI-8	30	1.80	2.53	No cumple
PI-9	60	1.01	2.53	No cumple
PI-10	40	1.41	2.53	No cumple
PI-11	150	0.49	2.53	No cumple
PI-12	100	0.67	2.53	No cumple
PI-13	60	1.01	2.53	No cumple
PI-14	75	0.84	2.53	No cumple
PI-15	40	1.41	2.53	No cumple
PI-16	30	1.80	2.53	No cumple
PI-17	100	0.67	2.53	No cumple
PI-18	250	0.34	2.53	No cumple
PI-19	250	0.34	2.53	No cumple
PI-20	300	0.30	2.53	No cumple
PI-21	150	0.49	2.53	No cumple
PI-22	200	0.40	2.53	No cumple
PI-23	250	0.34	2.53	No cumple
PI-24	250	0.34	2.53	No cumple
PI-25	250	0.34	2.53	No cumple
PI-26	30	1.80	2.53	No cumple
PI-27	30	1.80	2.53	No cumple
PI-28	75	0.84	2.53	No cumple
PI-29	75	0.84	2.53	No cumple
PI-30	150	0.49	2.53	No cumple
PI-31	150	0.49	2.53	No cumple
PI-32	5	4.35	2.53	Cumple
PI-33	50	1.17	2.53	No cumple
PI-34	10	5.10	2.53	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44: Resumen sobre ancho de la vía existente.

Tabla resumen sobre ancho de la vía		
	Cumple	No Cumple
L.T.T	2	32



Fuente: Elaboración propia.

Discusión: Desde el punto de inicio Km. 00+000 hasta el Km 5.00+126, del análisis se tiene que:

- El 6% cumple con el sobre ancho mínimo.
- El 94% no cumple con el sobre ancho mínimo.

Tabla 45: Tabla de elementos de curva.

P.I. #	Sentido	Deflexión	Radio (m)	Tang (m)	L.C. (m)	EXT (m)	P.C.	P. I	P.T.	PI Este	PI Norte	Sobre ancho	Peralte (%)
PI-1	D	57°01'15"	100	54.319	99.52	13.80	0+414.83	0+469.14	0+514.35	795319.2	9212714.7	0.57	8
PI-2	D	15°19'57"	120	16.153	32.11	1.08	0+575.26	0+591.41	0+607.37	795421.07	9212631.74	0.49	8
PI-3	I	6°48'51"	50	2.977	5.95	0.09	0+677.62	0+680.59	0+683.56	795472.99	9212558.99	1.03	8
PI-4	I	11°36'54"	40	4.068	8.11	0.21	0+695.62	0+699.69	0+703.73	795485.85	9212544.86	1.25	8
PI-5	I	80°13'46"	35	29.488	49.01	10.77	0+745.82	0+775.31	0+794.83	795524.49	9212479.82	1.41	8
PI-6	D	22°03'54"	100	19.497	38.51	1.88	1+401.10	1+420.60	1+439.61	796133.24	9212722.2	0.57	8
PI-7	I	31°59'44"	60	17.202	33.51	2.42	1+660.73	1+677.93	1+694.24	796317.54	9212902.48	0.88	8
PI-8	D	47°31'52"	30	13.21	24.89	2.78	1+749.92	1+763.13	1+774.80	796337.83	9212986.15	1.62	8
PI-9	I	36°19'28"	60	19.683	38.04	3.15	1+991.74	2+011.42	2+029.77	796556.69	9213106.63	0.88	8
PI-10	D	32°50'51"	40	11.791	22.93	1.70	2+132.10	2+143.89	2+155.03	796612.9	9213228.05	1.25	8
PI-11	D	8°25'39"	150	11.052	22.06	0.41	2+249.71	2+260.77	2+271.78	796712.23	9213290.87	0.41	8
PI-12	I	12°12'03"	100	10.688	21.29	0.57	2+308.13	2+318.82	2+329.43	796756.25	9213328.78	0.57	8
PI-13	I	30°09'47"	60	16.169	31.59	2.14	2+382.06	2+398.23	2+413.65	796826.08	9213366.75	0.88	8
PI-14	D	23°31'10"	75	15.613	30.79	1.61	2+586.05	2+601.67	2+616.84	797030.19	9213360.96	0.73	8
PI-15	D	35°23'33"	40	12.763	24.71	1.99	2+674.31	2+687.08	2+699.02	797109.84	9213392.97	1.25	8
PI-16	D	24°28'58"	30	6.509	12.82	0.70	2+715.77	2+722.28	2+728.59	797129.31	9213423.27	1.62	8
PI-17	I	16°25'44"	100	14.436	28.67	1.04	2+796.66	2+811.10	2+825.34	797206.92	9213466.66	0.57	8
PI-18	I	4°28'46"	250	9.778	19.55	0.19	2+893.58	2+903.36	2+913.13	797297.81	9213483.64	0.28	8
PI-19	I	5°41'31"	250	12.428	24.84	0.31	3+215.92	3+228.35	3+240.76	797621.43	9213512.57	0.28	8
PI-20	D	3°25'11"	300	8.955	17.9	0.13	3+578.08	3+587.03	3+595.98	797971.71	9213589.18	0.24	8
PI-21	D	13°32'20"	150	17.805	35.44	1.05	3+681.76	3+699.56	3+717.20	798079.37	9213621.95	0.41	8
PI-22	I	9°05'27"	200	15.9	31.73	0.63	3+803.24	3+819.14	3+834.97	798182.58	9213682.66	0.33	8
PI-23	D	6°39'25"	250	14.539	29.05	0.42	3+924.48	3+939.02	3+953.53	798295.4	9213723.28	0.28	8
PI-24	I	7°28'05"	250	16.316	32.59	0.53	4+176.57	4+192.89	4+209.16	798544.01	9213773.74	0.28	8

P.I. #	Sentido	Deflexión	Radio (m)	Tang (m)	L.C. (m)	EXT (m)	P.C.	P. I	P.T.	PI Este	PI Norte	Sobre ancho	Peralte (%)
PI-25	D	6°37'15"	250	14.461	28.89	0.42	4+264.58	4+279.05	4+293.47	798624.9	9213803.53	0.28	8
PI-26	I	64°23'22"	30	18.888	33.71	5.45	4+392.63	4+411.52	4+426.34	798753.7	9213834.67	1.62	8
PI-27	D	29°34'23"	30	7.919	15.48	1.03	4+511.58	4+519.50	4+527.06	798777.02	9213944.26	1.62	8
PI-28	I	20°44'56"	75	13.731	27.16	1.25	4+553.41	4+567.14	4+580.57	798808.88	9213980.16	0.73	8
PI-29	D	24°20'57"	75	16.181	31.87	1.73	4+672.75	4+688.93	4+704.62	798852.32	9214094.26	0.73	8
PI-30	I	11°54'50"	150	15.652	31.19	0.81	4+730.81	4+746.46	4+762.00	798893.48	9214135.15	0.41	8
PI-31	D	4°19'41"	150	5.668	11.33	0.11	4+826.23	4+831.90	4+837.57	798940.42	9214206.68	0.41	8
PI-32	I	167°17'53"	5	44.923	14.6	40.20	4+919.92	4+964.84	4+934.51	799021.54	9214312	3.91	8
PI-33	D	24°32'39"	50	10.876	21.42	1.17	4+957.62	4+968.49	4+979.04	798960.83	9214261.6	1.03	8
PI-34	D	168°59'26"	10	101.69	28.9	92.36	5+045.07	5+146.76	5+073.98	798791.2	9214206.06	4.78	8

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4 ALINEAMIENTO VERTICAL.**

##### **4.4.1 CURVAS VERTICALES.**

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%. Utilizando el programa de AutoCAD civil 3d - 2018, se diseñó curvas verticales cóncavas y convexas simétricas, para verificar si estas cumplen con los parámetros establecidos, calculamos la distancia de visibilidad de parada para cada una de ella usando la pendiente más crítica.

Utilizando la ecuación 6 de la revisión de literatura se tiene los siguientes resultados.

Tabla 46: Longitud de curva vertical mínima.

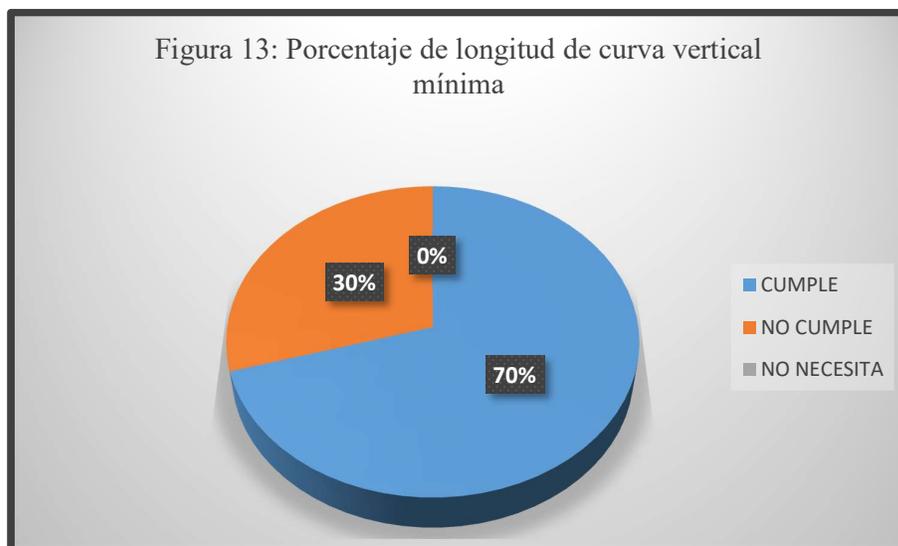
No. Piv	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	A	Necesita curva	Tipo de Curva	Long. Curva	K	LCv min	K	Condición
Inicio		-1.23%								
Plv - 01	-1.23%	3.81%	5.04%	SI	Cóncava	89.313	5.10	25.70	17.72	Cumple
Plv - 02	3.81%	1.12%	2.69%	SI	Convexa	29.117	1.90	5.11	10.82	Cumple
Plv - 03	1.12%	-1.13%	2.25%	SI	Convexa	24.473	1.90	4.28	10.88	Cumple
Plv - 04	-1.13%	-6.22%	5.09%	SI	Convexa	30.984	1.90	9.67	6.09	Cumple
Plv - 05	-6.22%	-7.45%	1.23%	NO						No cumple
Plv - 06	-7.45%	-4.50%	2.95%	SI	Cóncava	18.358	5.10	15.05	6.22	Cumple
Plv - 07	-4.50%	-8.51%	4.01%	SI	Convexa	11.479	1.90	7.62	2.86	Cumple
Plv - 08	-8.51%	-4.70%	3.81%	SI	Cóncava	17.272	5.10	19.43	4.53	No Cumple
Plv - 09	-4.70%	-7.05%	2.35%	SI	Convexa	12.365	1.90	4.47	5.26	Cumple
Plv - 10	-7.05%	-4.38%	2.67%	SI	Cóncava	17.469	5.10	13.62	6.54	Cumple
Plv - 11	-4.38%	-8.93%	4.55%	SI	Convexa	17.492	1.90	8.65	3.84	Cumple
Plv - 12	-8.93%	-0.19%	8.74%	SI	Cóncava	64.75	5.10	44.57	7.41	Cumple
Plv - 13	-0.19%	1.37%	1.56%	NO						No cumple
Plv - 14	1.37%	7.59%	6.22%	SI	Cóncava	28.106	5.10	31.72	4.52	No Cumple
Plv - 15	7.59%	-5.10%	12.69%	SI	Convexa	22.338	1.90	24.11	1.76	No Cumple
Plv - 16	-5.10%	1.20%	6.30%	SI	Cóncava	28.041	5.10	32.13	4.45	No Cumple
Plv - 17	1.20%	7.40%	6.20%	SI	Cóncava	66.582	5.10	31.62	10.74	Cumple
Plv - 18	7.40%	4.25%	3.15%	SI	Convexa	43.577	1.90	5.99	13.83	Cumple
Plv - 19	4.25%	5.69%	1.44%	NO	Cóncava	19.668	5.10	7.34	13.66	Cumple
Plv - 20	5.69%	1.84%	3.85%	SI	Convexa	13.66	1.90	7.32	3.55	Cumple
Plv - 21	1.84%	-0.11%	1.95%	NO	Convexa	21.127	1.90	3.71	10.83	Cumple
Plv - 22	-0.11%	-3.31%	3.20%	SI	Convexa	34.712	1.90	6.08	10.85	Cumple
Plv - 23	-3.31%	-10.04%	6.73%	SI	Convexa	17.715	1.90	12.79	2.63	Cumple
Plv - 24	-10.04%	-0.81%	9.23%	SI	Cóncava	26.301	5.10	47.07	2.85	No Cumple

No. Piv	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	A	Necesita curva	Tipo de Curva	Long. Curva	K	LCv min	K	Condición
Plv - 25	-0.81%	2.84%	3.65%	SI	Cóncava	72.131	5.10	18.62	19.76	Cumple
Plv - 26	2.84%	0.16%	2.68%	SI	Convexa	29.123	1.90	5.09	10.87	Cumple
Plv - 27	0.16%	4.91%	4.75%	SI	Cóncava	34.864	5.10	24.23	7.34	Cumple
Plv - 28	4.91%	-7.98%	12.89%	SI	Convexa	8.819	1.90	24.49	0.68	No Cumple
Plv - 29	-7.98%	1.04%	9.02%	SI	Cóncava	2.746	5.10	46.00	0.30	No Cumple
Plv - 30	1.04%	7.88%	6.84%	SI	Cóncava	10.368	5.10	34.88	1.52	No Cumple
Plv - 31	7.88%	1.11%	6.77%	SI	Convexa	13.319	1.90	12.86	1.97	Cumple
Plv - 32	1.11%	-0.12%	1.23%	NO	Convexa	13.309	1.90	2.34	10.82	Cumple
Plv - 33	-0.12%	2.94%	3.06%	SI	Cóncava	42.021	5.10	15.61	13.73	Cumple
Plv - 34	2.94%	-1.30%	4.24%	SI	Convexa	24.835	1.90	8.06	5.86	Cumple
Plv - 35	-1.30%	2.33%	3.63%	SI	Cóncava	49.885	5.10	18.51	13.74	Cumple
Plv - 36	2.33%	13.93%	11.60%	SI	Cóncava	43.322	5.10	59.16	3.73	No Cumple
Plv - 37	13.93%	5.42%	8.51%	SI	Convexa	6.428	1.90	16.17	0.76	No Cumple
Plv - 38	5.42%	-0.57%	5.99%	SI	Convexa	18.633	1.90	11.38	3.11	Cumple
Plv - 39	-0.57%	3.10%	3.67%	SI	Cóncava	13.885	5.10	18.72	3.78	No Cumple
Plv - 40	3.10%	5.14%	2.04%	SI	Cóncava	33.183	5.10	10.40	16.27	Cumple
Plv - 41	5.14%	2.37%	2.77%	SI	Convexa	21.136	1.90	5.26	7.63	Cumple
Plv - 42	2.37%	4.45%	2.08%	SI	Cóncava	18.862	5.10	10.61	9.07	Cumple
Plv - 43	4.45%	-2.42%	6.87%	SI	Convexa	25.943	1.90	13.05	3.78	Cumple
Plv - 44	-2.42%	0.38%	2.80%	SI	Cóncava	7.127	5.10	14.28	2.55	No Cumple
Plv - 45	0.38%	3.29%	2.91%	SI	Cóncava	40.039	5.10	14.84	13.76	Cumple
Plv - 46	3.29%	4.53%	1.24%	NO						No cumple
Plv - 47	4.53%	7.16%	2.63%	SI	Cóncava	36.072	5.10	13.41	13.72	Cumple
Plv - 48	7.16%	3.66%	3.50%	SI	Convexa	63.684	1.90	6.65	18.20	Cumple
Plv - 49	3.66%	7.28%	3.62%	SI	Cóncava	49.71	5.10	18.46	13.73	Cumple
Plv - 50	7.28%	3.54%	3.74%	SI	Convexa	40.59	1.90	7.11	10.85	Cumple

No. Piv	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	A	Necesita curva	Tipo de Curva	Long. Curva	K	LCv min	K	Condición
Plv - 51	3.54%	1.02%	2.52%	SI	Convexa	35.42	1.90	4.79	14.06	Cumple
Plv - 52	1.02%	6.11%	5.09%	SI	Cóncava	69.94	5.10	25.96	13.74	Cumple
Plv - 53	6.11%	4.03%	2.08%	SI	Convexa	22.594	1.90	3.95	10.86	Cumple
Plv - 54	4.03%	7.11%	3.08%	SI	Cóncava	42.402	5.10	15.71	13.77	Cumple
Plv - 55	7.11%	3.70%	3.41%	SI	Convexa	37.012	1.90	6.48	10.85	Cumple
Plv - 56	3.70%	-3.16%	6.86%	SI	Convexa	7.747	1.90	13.03	1.13	No Cumple
Plv - 57	-3.16%	4.84%	8.00%	SI	Cóncava	24.131	5.10	40.80	3.02	No Cumple
Plv - 58	4.84%	9.03%	4.19%	SI	Cóncava	57.605	5.10	21.37	13.75	Cumple
Plv - 59	9.03%	6.32%	2.71%	SI	Convexa	29.377	1.90	5.15	10.84	Cumple
Plv - 60	6.32%	1.35%	4.97%	SI	Convexa	53.94	1.90	9.44	10.85	Cumple
Plv - 61	1.35%	7.69%	6.34%	SI	Cóncava	33.132	5.10	32.33	5.23	Cumple
Plv - 62	7.69%	4.66%	3.03%	SI	Convexa	32.892	1.90	5.76	10.86	Cumple
Plv - 63	4.66%	13.11%	8.45%	SI	Cóncava	24.671	5.10	43.10	2.92	No Cumple
Plv - 64	13.11%	-0.16%	13.27%	SI	Convexa	4.536	1.90	25.21	0.34	No Cumple
Plv - 65	-0.16%	11.08%	11.24%	SI	Cóncava	5.252	5.10	57.32	0.47	No Cumple
Plv - 66	11.08%	3.20%	7.88%	SI	Convexa	27.786	1.90	14.97	3.53	Cumple
Plv - 67	3.20%	7.80%	4.60%	SI	Cóncava	17.264	5.10	23.46	3.75	No Cumple
Plv - 68	7.80%		7.80%	SI						

Tabla 47: Tabla resumen longitud de curva vertical mínima.

Tabla resumen longitud de curva vertical mínima			
	Cumple	No cumple	No necesita
L.C.V.M.	43	18	0



Fuente: Elaboración propia.

Discusión: Desde el punto de inicio Km. 00+000 hasta el Km 5.00+126, del análisis se tiene que:

- El 70% cumple con la longitud de curva vertical mínima.
- El 30% no cumple con la longitud de curva vertical mínima.
- El 0% no necesita curva vertical.

#### 4.4.2 PENDIENTE.

En la tabla 19 de la revisión de literatura, para una velocidad de 30 km/h y para un terreno ondulado, de acuerdo a la carretera en investigación, tenemos una pendiente máxima de 9%, en el cuadro siguiente se muestra los resultados.

Tabla 48: Verificación de pendiente y elementos del alineamiento vertical.

No. Piv	Progresiva Piv	Elevación Piv (msnm)	Tipo de Curva	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	Pendiente máx.	Verificación
	0+000.00	2986.249			-1.23%	9.00%	Cumple
Plv - 01	0+072.44	2985.359	Cóncava	-1.23%	3.81%	9.00%	Cumple
Plv - 02	0+204.15	2990.372	Convexa	3.81%	1.12%	9.00%	Cumple
Plv - 03	0+305.20	2991.505	Convexa	1.12%	-1.13%	9.00%	Cumple
Plv - 04	0+449.34	2989.871	Convexa	-1.13%	-6.22%	9.00%	Cumple
Plv - 05	0+488.37	2987.445		-6.22%	-7.45%	9.00%	Cumple
Plv - 06	0+542.82	2983.388	Cóncava	-7.45%	-4.50%	9.00%	Cumple

No. Piv	Progresiva Piv	Elevación Piv (msnm)	Tipo de Curva	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	Pendiente máx.	Verificación
Plv - 07	0+571.38	2982.103	Convexa	-4.50%	-8.51%	9.00%	Cumple
Plv - 08	0+610.40	2978.782	Cóncava	-8.51%	-4.70%	9.00%	Cumple
Plv - 09	0+683.52	2975.345	Convexa	-4.70%	-7.05%	9.00%	Cumple
Plv - 10	0+729.37	2972.113	Cóncava	-7.05%	-4.38%	9.00%	Cumple
Plv - 11	0+757.99	2970.86	Convexa	-4.38%	-8.93%	9.00%	Cumple
Plv - 12	0+820.05	2965.319	Cóncava	-8.93%	-0.19%	9.00%	Cumple
Plv - 13	0+897.44	2965.17		-0.19%	1.37%	9.00%	Cumple
Plv - 14	0+931.38	2965.636	Cóncava	1.37%	7.59%	9.00%	Cumple
Plv - 15	0+964.38	2968.141	Convexa	7.59%	-5.10%	9.00%	Cumple
Plv - 16	1+005.29	2966.055	Cóncava	-5.10%	1.20%	9.00%	Cumple
Plv - 17	1+081.19	2966.967	Cóncava	1.20%	7.40%	9.00%	Cumple
Plv - 18	1+200.55	2975.8	Convexa	7.40%	4.25%	9.00%	Cumple
Plv - 19	1+390.22	2983.87	Cóncava	4.25%	5.69%	9.00%	Cumple
Plv - 20	1+440.73	2986.742	Convexa	5.69%	1.84%	9.00%	Cumple
Plv - 21	1+514.84	2988.104	Convexa	1.84%	-0.11%	9.00%	Cumple
Plv - 22	1+614.73	2987.996	Convexa	-0.11%	-3.31%	9.00%	Cumple
Plv - 23	1+670.67	2986.145	Convexa	-3.31%	-10.04%	9.00%	No cumple
Plv - 24	1+724.42	2980.747	Cóncava	-10.04%	-0.81%	9.00%	Cumple
Plv - 25	1+929.36	2979.086	Cóncava	-0.81%	2.84%	9.00%	Cumple
Plv - 26	1+997.30	2981.018	Convexa	2.84%	0.16%	9.00%	Cumple
Plv - 27	2+087.56	2981.163	Cóncava	0.16%	4.91%	9.00%	Cumple
Plv - 28	2+171.74	2985.296	Convexa	4.91%	-7.98%	9.00%	Cumple
Plv - 29	2+181.98	2984.479	Cóncava	-7.98%	1.04%	9.00%	Cumple
Plv - 30	2+223.88	2984.917	Cóncava	1.04%	7.88%	9.00%	Cumple
Plv - 31	2+250.04	2986.978	Convexa	7.88%	1.11%	9.00%	Cumple
Plv - 32	2+319.62	2987.751	Convexa	1.11%	-0.12%	9.00%	Cumple
Plv - 33	2+382.46	2987.679	Cóncava	-0.12%	2.94%	9.00%	Cumple
Plv - 34	2+429.34	2989.059	Convexa	2.94%	-1.30%	9.00%	Cumple
Plv - 35	2+478.05	2988.424	Cóncava	-1.30%	2.33%	9.00%	Cumple
Plv - 36	2+596.44	2991.18	Cóncava	2.33%	13.93%	9.00%	No cumple
Plv - 37	2+639.78	2997.218	Convexa	13.93%	5.42%	9.00%	Cumple
Plv - 38	2+696.79	3000.31	Convexa	5.42%	-0.57%	9.00%	Cumple
Plv - 39	2+723.05	3000.16	Cóncava	-0.57%	3.10%	9.00%	Cumple
Plv - 40	2+821.02	3003.193	Cóncava	3.10%	5.14%	9.00%	Cumple
Plv - 41	2+915.42	3008.042	Convexa	5.14%	2.37%	9.00%	Cumple
Plv - 42	2+950.93	3008.883	Cóncava	2.37%	4.45%	9.00%	Cumple
Plv - 43	3+056.63	3013.592	Convexa	4.45%	-2.42%	9.00%	Cumple
Plv - 44	3+084.08	3012.928	Cóncava	-2.42%	0.38%	9.00%	Cumple
Plv - 45	3+161.00	3013.219	Cóncava	0.38%	3.29%	9.00%	Cumple
Plv - 46	3+226.56	3015.377		3.29%	4.53%	9.00%	Cumple
Plv - 47	3+343.28	3020.67	Cóncava	4.53%	7.16%	9.00%	Cumple
Plv - 48	3+587.58	3038.163	Convexa	7.16%	3.66%	9.00%	Cumple
Plv - 49	3+674.11	3041.328	Cóncava	3.66%	7.28%	9.00%	Cumple
Plv - 50	3+760.21	3047.593	Convexa	7.28%	3.54%	9.00%	Cumple

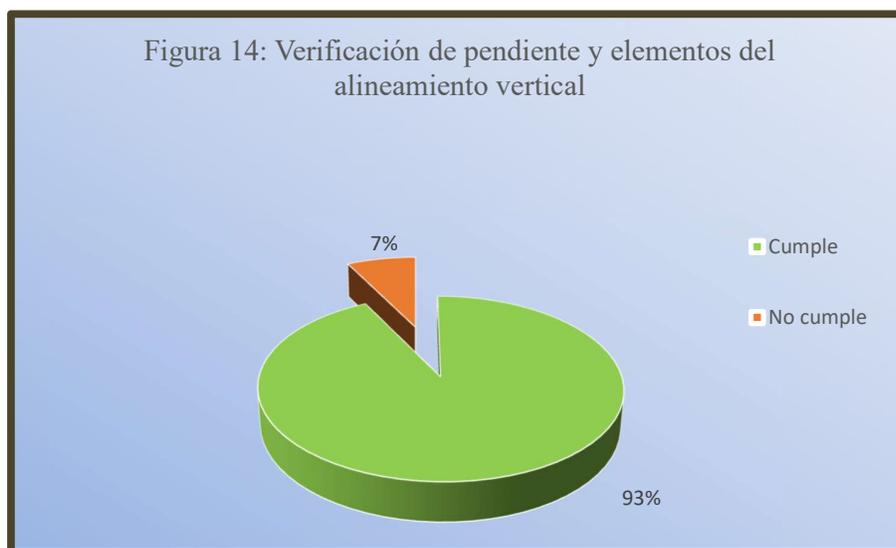
No. Piv	Progresiva Piv	Elevación Piv (msnm)	Tipo de Curva	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	Pendiente máx.	Verificación
Plv - 51	3+922.36	3053.325	Convexa	3.54%	1.02%	9.00%	Cumple
Plv - 52	4+030.89	3054.429	Cóncava	1.02%	6.11%	9.00%	Cumple
Plv - 53	4+098.33	3058.548	Convexa	6.11%	4.03%	9.00%	Cumple
Plv - 54	4+167.25	3061.322	Cóncava	4.03%	7.11%	9.00%	Cumple
Plv - 55	4+270.10	3068.636	Convexa	7.11%	3.70%	9.00%	Cumple
Plv - 56	4+399.56	3073.426	Convexa	3.70%	-3.16%	9.00%	Cumple
Plv - 57	4+432.86	3072.374	Cóncava	-3.16%	4.84%	9.00%	Cumple
Plv - 58	4+490.57	3075.166	Cóncava	4.84%	9.03%	9.00%	No cumple
Plv - 59	4+589.29	3084.081	Convexa	9.03%	6.32%	9.00%	Cumple
Plv - 60	4+649.29	3087.874	Convexa	6.32%	1.35%	9.00%	Cumple
Plv - 61	4+704.27	3088.617	Cóncava	1.35%	7.69%	9.00%	Cumple
Plv - 62	4+774.58	3094.024	Convexa	7.69%	4.66%	9.00%	Cumple
Plv - 63	4+840.53	3097.096	Cóncava	4.66%	13.11%	9.00%	No cumple
Plv - 64	4+890.04	3103.584	Convexa	13.11%	-0.16%	9.00%	Cumple
Plv - 65	4+906.67	3103.558	Cóncava	-0.16%	11.08%	9.00%	No cumple
Plv - 66	4+954.93	3108.904	Convexa	11.08%	3.20%	9.00%	Cumple
Plv - 67	5+019.70	3110.975	Cóncava	3.20%	7.80%	9.00%	Cumple
Plv - 68	5+125.85	3119.257		7.80%			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49: Resumen pendiente máxima.

Resumen pendiente máxima		
	Cumple	No cumple
Resumen pendiente máxima	63	5

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Discusión: Desde el punto de inicio Km. 00+000 hasta el Km 5.00+126, del análisis se tiene que:

- El 7% no cumple con la pendiente máxima.
- El 93% si cumple con la pendiente máxima.

## 4.5 SECCIÓN TRANSVERSAL.

### 4.5.1 CALZADA.

De la revisión de literatura, en la tabla 20, para un IMDA entre 101 a 200 veh/día, una velocidad de 30 km/h, se tiene que el ancho de la calzada es de 6.00 metros, con estos resultados obtenidos investigaremos este parámetro a lo largo de toda la carretera en estudio. Para el caso de las bermas, según la revisión de literatura, se proveerán bermas de ancho mínimo de 0.50 metros, los cuales se tienen en la siguiente tabla.

Tabla 50: Verificación del ancho de la calzada y bermas

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
0+000.00	Corte abierto	2.65	3.16	5.81	No cumple	0.42	No cumple
0+020.00	Corte abierto	2.29	2.84	5.13	No cumple	0.37	No cumple
0+040.00	Corte abierto	2.51	3.09	5.60	No cumple	0.40	No cumple
0+060.00	Corte abierto	2.78	3.31	6.09	Cumple	0.44	No cumple
0+080.00	Corte abierto	2.75	2.91	5.66	No cumple	0.40	No cumple
0+100.00	Corte abierto	3.12	2.26	5.38	No cumple	0.38	No cumple
0+120.00	Corte abierto	3.06	2.09	5.15	No cumple	0.37	No cumple
0+140.00	Corte abierto	3.46	2.30	5.76	No cumple	0.41	No cumple
0+160.00	Corte abierto	3.07	2.60	5.67	No cumple	0.41	No cumple
0+180.00	Corte abierto	2.73	2.69	5.42	No cumple	0.39	No cumple
0+200.00	Corte abierto	2.82	2.49	5.31	No cumple	0.38	No cumple
0+220.00	Corte abierto	4.18	3.55	7.73	Cumple	0.55	Cumple
0+240.00	Corte abierto	4.65	3.87	8.52	Cumple	0.61	Cumple
0+260.00	Corte abierto	4.25	4.29	8.54	Cumple	0.61	Cumple
0+280.00	Corte abierto	4.18	3.88	8.06	Cumple	0.58	Cumple
0+300.00	Corte abierto	4.31	3.35	7.66	Cumple	0.55	Cumple
0+320.00	Corte abierto	4.44	3.14	7.58	Cumple	0.54	Cumple

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
0+340.00	Corte abierto	4.56	3.02	7.58	Cumple	0.54	Cumple
0+360.00	Corte abierto	4.69	3.97	8.66	Cumple	0.62	Cumple
0+380.00	Corte abierto	4.82	3.71	8.53	Cumple	0.61	Cumple
0+400.00	Corte abierto	4.49	3.41	7.9	Cumple	0.56	Cumple
0+420.00	Corte abierto	3.1	5.56	8.66	Cumple	0.62	Cumple
0+430.00	Corte abierto	2.37	6.08	8.45	Cumple	0.60	Cumple
0+440.00	Corte abierto	1.94	5.72	7.66	Cumple	0.55	Cumple
0+450.00	Corte abierto	2.42	2.77	5.19	No cumple	0.37	No cumple
0+460.00	Corte abierto	2.53	2.62	5.15	No cumple	0.37	No cumple
0+470.00	Corte abierto	2.19	2.97	5.16	No cumple	0.37	No cumple
0+480.00	Corte abierto	2.86	3.13	5.99	No cumple	0.43	No cumple
0+490.00	Corte abierto	3.38	3.18	6.56	Cumple	0.47	No cumple
0+500.00	Corte abierto	3.14	2.40	5.54	No cumple	0.40	No cumple
0+510.00	Corte abierto	2.92	2.87	5.79	No cumple	0.41	No cumple
0+520.00	Corte abierto	3.39	2.51	5.9	No cumple	0.42	No cumple
0+540.00	Corte abierto	3.57	2.16	5.73	No cumple	0.41	No cumple
0+560.00	Corte abierto	2.54	2.07	4.61	No cumple	0.33	No cumple
0+580.00	Corte abierto	2.4	1.74	4.14	No cumple	0.3	No cumple
0+590.00	Corte abierto	3.25	2.74	5.99	No cumple	0.43	No cumple
0+600.00	Corte abierto	3.99	3.12	7.11	Cumple	0.51	Cumple
0+620.00	Corte abierto	2.6	2.53	5.13	No cumple	0.37	No cumple
0+640.00	Corte abierto	3.00	1.93	4.93	No cumple	0.35	No cumple
0+660.00	Corte abierto	3.25	2.37	5.62	No cumple	0.40	No cumple
0+680.00	Corte abierto	3.03	2.44	5.47	No cumple	0.39	No cumple
0+700.00	Corte abierto	3.77	3.75	7.52	Cumple	0.54	Cumple
0+720.00	Corte abierto	3.45	2.67	6.12	Cumple	0.44	No cumple
0+740.00	Corte abierto	3.28	3.62	6.9	Cumple	0.49	No cumple
0+750.00	Corte abierto	4.68	2.44	7.12	Cumple	0.51	Cumple
0+760.00	Corte abierto	3.86	2.69	6.55	Cumple	0.47	No cumple
0+770.00	Corte abierto	3.67	3.82	7.49	Cumple	0.54	Cumple
0+780.00	Corte abierto	3.11	2.88	5.99	No cumple	0.43	No cumple
0+790.00	Corte abierto	3.61	1.73	5.34	No cumple	0.38	No cumple
0+800.00	Corte abierto	3.54	2.32	5.86	No cumple	0.42	No cumple
0+820.00	Corte abierto	3.71	2.48	6.19	Cumple	0.44	No cumple
0+840.00	Corte abierto	3.66	2.91	6.57	Cumple	0.47	No cumple
0+860.00	Corte abierto	2.92	3.62	6.54	Cumple	0.47	No cumple
0+880.00	Corte abierto	2.98	3.37	6.35	Cumple	0.45	No cumple
0+900.00	Corte abierto	3.24	3.32	6.56	Cumple	0.47	No cumple
0+920.00	Corte abierto	3.36	3.79	7.15	Cumple	0.51	Cumple
0+940.00	Corte abierto	3.48	3.52	7.00	Cumple	0.50	Cumple
0+960.00	Corte abierto	3.53	1.72	5.25	No cumple	0.38	No cumple
0+980.00	Corte abierto	3.27	1.81	5.08	No cumple	0.36	No cumple
1+000.00	Corte abierto	3.00	2.45	5.45	No cumple	0.39	No cumple
1+020.00	Corte abierto	2.83	2.94	5.77	No cumple	0.41	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
1+040.00	Corte abierto	3.22	2.95	6.17	Cumple	0.44	No cumple
1+060.00	Corte abierto	3.36	2.73	6.09	Cumple	0.44	No cumple
1+080.00	Corte abierto	3.39	2.55	5.94	No cumple	0.42	No cumple
1+100.00	Corte abierto	3.82	2.31	6.13	Cumple	0.44	No cumple
1+120.00	Corte abierto	4.12	2.06	6.18	Cumple	0.44	No cumple
1+140.00	Corte abierto	4.29	1.95	6.24	Cumple	0.45	No cumple
1+160.00	Corte abierto	2.98	2.48	5.46	No cumple	0.39	No cumple
1+180.00	Corte abierto	2.53	2.97	5.5	No cumple	0.39	No cumple
1+200.00	Corte abierto	2.62	2.49	5.11	No cumple	0.37	No cumple
1+220.00	Corte abierto	2.92	2.19	5.11	No cumple	0.37	No cumple
1+240.00	Corte abierto	3.23	2.31	5.54	No cumple	0.4	No cumple
1+260.00	Corte abierto	3.50	2.35	5.85	No cumple	0.42	No cumple
1+280.00	Corte abierto	3.23	2.11	5.34	No cumple	0.38	No cumple
1+300.00	Corte abierto	3.00	2.48	5.48	No cumple	0.39	No cumple
1+320.00	Corte abierto	3.02	2.2	5.22	No cumple	0.37	No cumple
1+340.00	Corte abierto	2.62	2.44	5.06	No cumple	0.36	No cumple
1+360.00	Corte abierto	2.81	2.56	5.37	No cumple	0.38	No cumple
1+380.00	Corte abierto	2.82	2.51	5.33	No cumple	0.38	No cumple
1+400.00	Corte abierto	2.79	2.22	5.01	No cumple	0.36	No cumple
1+410.00	Corte abierto	3.06	2.19	5.25	No cumple	0.38	No cumple
1+420.00	Corte abierto	2.98	1.77	4.75	No cumple	0.34	No cumple
1+430.00	Corte abierto	3.03	1.66	4.69	No cumple	0.34	No cumple
1+440.00	Corte abierto	2.52	1.92	4.44	No cumple	0.32	No cumple
1+460.00	Corte abierto	2.03	3.28	5.31	No cumple	0.38	No cumple
1+480.00	Corte abierto	2.10	4.98	7.08	Cumple	0.51	Cumple
1+500.00	Corte abierto	2.15	4.95	7.10	Cumple	0.51	Cumple
1+520.00	Corte abierto	2.26	4.91	7.17	Cumple	0.51	Cumple
1+540.00	Corte abierto	2.38	4.72	7.10	Cumple	0.51	Cumple
1+560.00	Corte abierto	2.41	4.46	6.87	Cumple	0.49	No cumple
1+580.00	Corte abierto	2.85	4.43	7.28	Cumple	0.52	Cumple
1+600.00	Corte abierto	2.63	4.71	7.34	Cumple	0.52	Cumple
1+620.00	Corte abierto	2.70	4.67	7.37	Cumple	0.53	Cumple
1+640.00	Corte abierto	2.99	3.73	6.72	Cumple	0.48	No cumple
1+660.00	Corte abierto	3.19	2.32	5.51	No cumple	0.39	No cumple
1+670.00	Corte abierto	2.80	2.03	4.83	No cumple	0.35	No cumple
1+680.00	Corte abierto	1.55	2.94	4.49	No cumple	0.32	No cumple
1+690.00	Corte abierto	1.59	3.00	4.59	No cumple	0.33	No cumple
1+700.00	Corte abierto	1.73	2.38	4.11	No cumple	0.29	No cumple
1+720.00	Corte abierto	2.18	2.35	4.53	No cumple	0.32	No cumple
1+740.00	Corte abierto	3.42	2.89	6.31	Cumple	0.45	No cumple
1+750.00	Corte abierto	3.03	2.50	5.53	No cumple	0.40	No cumple
1+760.00	Corte abierto	3.52	2.49	6.01	Cumple	0.43	No cumple
1+770.00	Corte abierto	1.72	3.25	4.97	No cumple	0.36	No cumple
1+780.00	Corte abierto	2.30	2.83	5.13	No cumple	0.37	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
1+800.00	Corte abierto	2.09	2.52	4.61	No cumple	0.33	No cumple
1+820.00	Corte abierto	2.08	2.38	4.46	No cumple	0.32	No cumple
1+840.00	Corte abierto	2.19	2.64	4.83	No cumple	0.35	No cumple
1+860.00	Corte abierto	2.13	2.8	4.93	No cumple	0.35	No cumple
1+880.00	Corte abierto	2.06	2.48	4.54	No cumple	0.32	No cumple
1+900.00	Corte abierto	1.78	2.07	3.85	No cumple	0.28	No cumple
1+920.00	Corte abierto	1.87	2.25	4.12	No cumple	0.29	No cumple
1+940.00	Corte abierto	1.50	2.15	3.65	No cumple	0.26	No cumple
1+960.00	Corte abierto	1.81	2.71	4.52	No cumple	0.32	No cumple
1+980.00	Corte abierto	2.54	3.26	5.80	No cumple	0.41	No cumple
2+000.00	Corte abierto	3.55	2.46	6.01	Cumple	0.43	No cumple
2+010.00	Corte abierto	3.41	3.02	6.43	Cumple	0.46	No cumple
2+020.00	Corte abierto	2.42	2.82	5.24	No cumple	0.37	No cumple
2+040.00	Corte abierto	1.96	2.32	4.28	No cumple	0.31	No cumple
2+060.00	Corte abierto	2.44	1.82	4.26	No cumple	0.30	No cumple
2+080.00	Corte abierto	2.61	1.12	3.73	No cumple	0.27	No cumple
2+100.00	Corte abierto	1.93	1.48	3.41	No cumple	0.00	No cumple
2+120.00	Corte abierto	1.71	2.16	3.87	No cumple	0.28	No cumple
2+140.00	Corte abierto	2.23	2.47	4.70	No cumple	0.34	No cumple
2+150.00	Corte abierto	2.43	1.84	4.27	No cumple	0.31	No cumple
2+160.00	Corte abierto	2.57	2.09	4.66	No cumple	0.33	No cumple
2+180.00	Corte abierto	1.14	2.78	3.92	No cumple	0.28	No cumple
2+200.00	Corte abierto	1.11	2.74	3.85	No cumple	0.28	No cumple
2+220.00	Corte abierto	1.23	2.26	3.49	No cumple	0.00	No cumple
2+240.00	Corte abierto	1.30	2.19	3.49	No cumple	0.00	No cumple
2+250.00	Corte abierto	1.60	2.21	3.81	No cumple	0.27	No cumple
2+260.00	Corte abierto	1.57	2.30	3.87	No cumple	0.28	No cumple
2+270.00	Corte abierto	1.21	2.24	3.45	No cumple	0.00	No cumple
2+280.00	Corte abierto	1.31	2.12	3.43	No cumple	0.00	No cumple
2+300.00	Corte abierto	1.50	1.87	3.37	No cumple	0.00	No cumple
2+310.00	Corte abierto	1.54	2.32	3.86	No cumple	0.28	No cumple
2+320.00	Corte abierto	1.78	2.54	4.32	No cumple	0.31	No cumple
2+340.00	Corte abierto	2.12	2.05	4.17	No cumple	0.30	No cumple
2+360.00	Corte abierto	2.10	1.70	3.8	No cumple	0.27	No cumple
2+380.00	Corte abierto	2.19	2.66	4.85	No cumple	0.35	No cumple
2+390.00	Corte abierto	3.54	2.16	5.70	No cumple	0.41	No cumple
2+400.00	Corte abierto	4.09	1.38	5.47	No cumple	0.39	No cumple
2+410.00	Corte abierto	2.32	1.43	3.75	No cumple	0.27	No cumple
2+420.00	Corte abierto	1.98	1.30	3.28	No cumple	0.00	No cumple
2+440.00	Corte abierto	1.82	1.76	3.58	No cumple	0.26	No cumple
2+460.00	Corte abierto	1.40	2.84	4.24	No cumple	0.30	No cumple
2+480.00	Corte abierto	1.16	3.12	4.28	No cumple	0.31	No cumple
2+500.00	Corte abierto	1.07	2.71	3.78	No cumple	0.27	No cumple
2+520.00	Corte abierto	1.28	2.55	3.83	No cumple	0.27	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
2+540.00	Corte abierto	1.76	3.00	4.76	No cumple	0.34	No cumple
2+560.00	Corte abierto	1.61	2.94	4.55	No cumple	0.33	No cumple
2+580.00	Corte abierto	1.86	2.01	3.87	No cumple	0.28	No cumple
2+590.00	Corte abierto	2.15	1.94	4.09	No cumple	0.29	No cumple
2+600.00	Corte abierto	1.99	2.51	4.5	No cumple	0.32	No cumple
2+610.00	Corte abierto	1.81	2.35	4.16	No cumple	0.30	No cumple
2+620.00	Corte abierto	1.26	2.25	3.51	No cumple	0.25	No cumple
2+640.00	Corte abierto	1.49	2.48	3.97	No cumple	0.28	No cumple
2+660.00	Corte abierto	2.17	2.32	4.49	No cumple	0.32	No cumple
2+680.00	Corte abierto	2.81	1.51	4.32	No cumple	0.31	No cumple
2+690.00	Corte abierto	1.67	1.65	3.32	No cumple	0.00	No cumple
2+700.00	Corte abierto	2.35	2.94	5.29	No cumple	0.38	No cumple
2+720.00	Corte abierto	1.71	1.89	3.60	No cumple	0.26	No cumple
2+740.00	Corte abierto	1.51	2.77	4.28	No cumple	0.31	No cumple
2+760.00	Corte abierto	1.40	2.22	3.62	No cumple	0.26	No cumple
2+780.00	Corte abierto	1.16	2.21	3.37	No cumple	0.00	No cumple
2+800.00	Corte abierto	1.85	2.15	4.00	No cumple	0.29	No cumple
2+810.00	Corte abierto	2.27	2.06	4.33	No cumple	0.31	No cumple
2+820.00	Corte abierto	1.89	2.60	4.49	No cumple	0.32	No cumple
2+840.00	Corte abierto	1.11	2.71	3.82	No cumple	0.27	No cumple
2+860.00	Corte abierto	1.60	2.69	4.29	No cumple	0.31	No cumple
2+880.00	Corte abierto	1.97	2.65	4.62	No cumple	0.33	No cumple
2+900.00	Corte abierto	1.33	2.15	3.48	No cumple	0.00	No cumple
2+910.00	Corte abierto	1.16	2.13	3.29	No cumple	0.00	No cumple
2+920.00	Corte abierto	1.24	2.10	3.34	No cumple	0.00	No cumple
2+940.00	Corte abierto	1.53	1.98	3.51	No cumple	0.25	No cumple
2+960.00	Corte abierto	1.92	1.79	3.71	No cumple	0.27	No cumple
2+980.00	Corte abierto	1.91	1.94	3.85	No cumple	0.28	No cumple
3+000.00	Corte abierto	1.85	2.75	4.6	No cumple	0.33	No cumple
3+020.00	Corte abierto	1.57	1.67	3.24	No cumple	0.00	No cumple
3+040.00	Corte abierto	1.84	2.29	4.13	No cumple	0.30	No cumple
3+060.00	Corte abierto	2.74	1.96	4.70	No cumple	0.34	No cumple
3+080.00	Corte abierto	2.83	2.84	5.67	No cumple	0.41	No cumple
3+100.00	Corte abierto	2.46	2.13	4.59	No cumple	0.33	No cumple
3+120.00	Corte abierto	2.17	2.04	4.21	No cumple	0.30	No cumple
3+140.00	Corte abierto	1.99	2.01	4.00	No cumple	0.29	No cumple
3+160.00	Corte abierto	2.04	1.99	4.03	No cumple	0.29	No cumple
3+180.00	Corte abierto	2.08	2.20	4.28	No cumple	0.31	No cumple
3+200.00	Corte abierto	2.01	2.52	4.53	No cumple	0.32	No cumple
3+220.00	Corte abierto	1.73	2.53	4.26	No cumple	0.30	No cumple
3+230.00	Corte abierto	1.21	2.52	3.73	No cumple	0.27	No cumple
3+240.00	Corte abierto	1.54	2.32	3.86	No cumple	0.28	No cumple
3+260.00	Corte abierto	2.41	2.07	4.48	No cumple	0.32	No cumple
3+280.00	Corte abierto	2.78	1.89	4.67	No cumple	0.33	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
3+300.00	Corte abierto	2.99	1.85	4.84	No cumple	0.35	No cumple
3+320.00	Corte abierto	2.46	1.94	4.4	No cumple	0.31	No cumple
3+340.00	Corte abierto	2.28	2.37	4.65	No cumple	0.33	No cumple
3+360.00	Corte abierto	1.96	2.34	4.30	No cumple	0.31	No cumple
3+380.00	Corte abierto	1.53	1.83	3.36	No cumple	0.00	No cumple
3+400.00	Corte abierto	1.41	2.65	4.06	No cumple	0.29	No cumple
3+420.00	Corte abierto	1.52	2.11	3.63	No cumple	0.26	No cumple
3+440.00	Corte abierto	1.94	1.75	3.69	No cumple	0.26	No cumple
3+460.00	Corte abierto	2.50	2.20	4.70	No cumple	0.34	No cumple
3+480.00	Corte abierto	2.32	2.45	4.77	No cumple	0.34	No cumple
3+500.00	Corte abierto	2.19	2.21	4.40	No cumple	0.31	No cumple
3+520.00	Corte abierto	2.02	1.95	3.97	No cumple	0.28	No cumple
3+540.00	Corte abierto	1.92	1.49	3.41	No cumple	0.00	No cumple
3+560.00	Corte abierto	1.56	1.44	3.00	No cumple	0.00	No cumple
3+580.00	Corte abierto	0.94	2.32	3.26	No cumple	0.00	No cumple
3+590.00	Corte abierto	1.44	1.74	3.18	No cumple	0.00	No cumple
3+600.00	Corte abierto	1.97	0.99	2.96	No cumple	0.00	No cumple
3+620.00	Corte abierto	2.51	1.42	3.93	No cumple	0.28	No cumple
3+640.00	Corte abierto	1.99	1.67	3.66	No cumple	0.26	No cumple
3+660.00	Corte abierto	1.29	2.52	3.81	No cumple	0.27	No cumple
3+680.00	Corte abierto	2.46	4.60	7.06	Cumple	0.50	Cumple
3+690.00	Corte abierto	4.03	3.24	7.27	Cumple	0.52	Cumple
3+700.00	Corte abierto	4.94	2.05	6.99	Cumple	0.50	Cumple
3+710.00	Corte abierto	3.55	1.55	5.10	No cumple	0.36	No cumple
3+720.00	Corte abierto	1.66	1.61	3.27	No cumple	0.00	No cumple
3+740.00	Corte abierto	1.34	1.65	2.99	No cumple	0.00	No cumple
3+760.00	Corte abierto	1.72	1.52	3.24	No cumple	0.00	No cumple
3+780.00	Corte abierto	2.11	1.39	3.50	No cumple	0.00	No cumple
3+800.00	Corte abierto	1.30	2.43	3.73	No cumple	0.27	No cumple
3+810.00	Corte abierto	0.82	3.12	3.94	No cumple	0.28	No cumple
3+820.00	Corte abierto	0.71	3.03	3.74	No cumple	0.27	No cumple
3+830.00	Corte abierto	1.03	2.32	3.35	No cumple	0.00	No cumple
3+840.00	Corte abierto	1.26	1.87	3.13	No cumple	0.00	No cumple
3+860.00	Corte abierto	1.41	1.59	3.00	No cumple	0.00	No cumple
3+880.00	Corte abierto	1.16	1.52	2.68	No cumple	0.00	No cumple
3+900.00	Corte abierto	1.10	2.06	3.16	No cumple	0.00	No cumple
3+920.00	Corte abierto	0.66	2.09	2.75	No cumple	0.00	No cumple
3+930.00	Corte abierto	0.83	1.95	2.78	No cumple	0.00	No cumple
3+940.00	Corte abierto	0.92	1.65	2.57	No cumple	0.00	No cumple
3+950.00	Corte abierto	1.27	1.58	2.85	No cumple	0.00	No cumple
3+960.00	Corte abierto	1.41	1.8	3.21	No cumple	0.00	No cumple
3+980.00	Corte abierto	0.78	2.42	3.20	No cumple	0.00	No cumple
4+000.00	Corte abierto	0.80	2.08	2.88	No cumple	0.00	No cumple
4+020.00	Corte abierto	1.01	1.58	2.59	No cumple	0.00	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
4+040.00	Corte abierto	1.05	1.62	2.67	No cumple	0.00	No cumple
4+060.00	Corte abierto	1.27	1.53	2.80	No cumple	0.00	No cumple
4+080.00	Corte abierto	1.53	1.70	3.23	No cumple	0.00	No cumple
4+100.00	Corte abierto	1.49	1.66	3.15	No cumple	0.00	No cumple
4+120.00	Corte abierto	1.97	1.61	3.58	No cumple	0.26	No cumple
4+140.00	Corte abierto	1.85	1.45	3.30	No cumple	0.00	No cumple
4+160.00	Corte abierto	1.47	1.25	2.72	No cumple	0.00	No cumple
4+180.00	Corte abierto	1.59	1.16	2.75	No cumple	0.00	No cumple
4+190.00	Corte abierto	1.41	1.46	2.87	No cumple	0.00	No cumple
4+200.00	Corte abierto	1.28	1.61	2.89	No cumple	0.00	No cumple
4+220.00	Corte abierto	1.13	2.30	3.43	No cumple	0.00	No cumple
4+240.00	Corte abierto	0.99	2.18	3.17	No cumple	0.00	No cumple
4+260.00	Corte abierto	1.85	1.39	3.24	No cumple	0.00	No cumple
4+270.00	Corte abierto	1.53	0.94	2.47	No cumple	0.00	No cumple
4+280.00	Corte abierto	1.48	1.42	2.90	No cumple	0.00	No cumple
4+290.00	Corte abierto	1.50	1.72	3.22	No cumple	0.00	No cumple
4+300.00	Corte abierto	1.40	2.15	3.55	No cumple	0.25	No cumple
4+320.00	Corte abierto	1.20	2.11	3.31	No cumple	0.00	No cumple
4+340.00	Corte abierto	1.19	1.51	2.70	No cumple	0.00	No cumple
4+360.00	Corte abierto	1.50	1.06	2.56	No cumple	0.00	No cumple
4+380.00	Corte abierto	1.94	1.76	3.70	No cumple	0.26	No cumple
4+400.00	Corte abierto	2.70	4.17	6.87	Cumple	0.49	No cumple
4+410.00	Corte abierto	2.47	2.14	4.61	No cumple	0.33	No cumple
4+420.00	Corte abierto	2.02	2.13	4.15	No cumple	0.30	No cumple
4+440.00	Corte abierto	2.70	3.14	5.84	No cumple	0.42	No cumple
4+460.00	Corte abierto	2.43	3.61	6.04	Cumple	0.43	No cumple
4+480.00	Corte abierto	2.14	2.52	4.66	No cumple	0.33	No cumple
4+500.00	Corte abierto	1.65	1.83	3.48	No cumple	0.00	No cumple
4+520.00	Corte abierto	1.96	1.44	3.40	No cumple	0.00	No cumple
4+540.00	Corte abierto	1.38	2.73	4.11	No cumple	0.29	No cumple
4+560.00	Corte abierto	1.96	1.79	3.75	No cumple	0.27	No cumple
4+570.00	Corte abierto	1.63	1.76	3.39	No cumple	0.00	No cumple
4+580.00	Corte abierto	1.73	1.59	3.32	No cumple	0.00	No cumple
4+600.00	Corte abierto	2.96	2.73	5.69	No cumple	0.41	No cumple
4+620.00	Corte abierto	3.25	2.86	6.11	Cumple	0.44	No cumple
4+640.00	Corte abierto	3.16	2.24	5.40	No cumple	0.39	No cumple
4+660.00	Corte abierto	2.17	2.05	4.22	No cumple	0.30	No cumple
4+680.00	Corte abierto	0.95	3.13	4.08	No cumple	0.29	No cumple
4+690.00	Corte abierto	1.68	2.42	4.10	No cumple	0.29	No cumple
4+700.00	Corte abierto	2.36	2.33	4.69	No cumple	0.34	No cumple
4+720.00	Corte abierto	1.51	1.76	3.27	No cumple	0.00	No cumple
4+740.00	Corte abierto	0.88	1.46	2.34	No cumple	0.00	No cumple
4+750.00	Corte abierto	1.40	1.76	3.16	No cumple	0.00	No cumple
4+760.00	Corte abierto	1.91	1.85	3.76	No cumple	0.27	No cumple

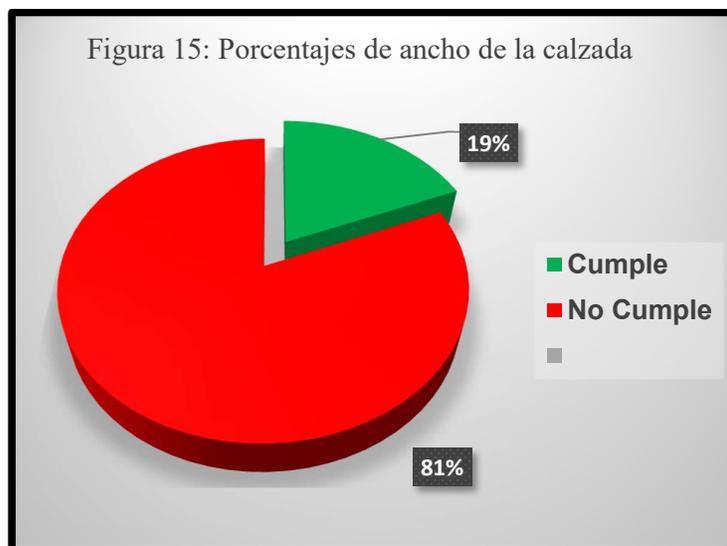
Progresiva	Tipo de sección	Carril Izquierda	Carril Derecha	Ancho de calzada	Según norma	Bermas	Según norma
4+780.00	Corte abierto	2.49	2.32	4.81	No cumple	0.34	No cumple
4+800.00	Corte abierto	2.09	2.39	4.48	No cumple	0.32	No cumple
4+820.00	Corte abierto	1.31	2.46	3.77	No cumple	0.27	No cumple
4+830.00	Corte abierto	1.16	2.6	3.76	No cumple	0.27	No cumple
4+840.00	Corte abierto	1.4	2.35	3.75	No cumple	0.27	No cumple
4+860.00	Corte abierto	1.52	2.24	3.76	No cumple	0.27	No cumple
4+880.00	Corte abierto	1.21	2.96	4.17	No cumple	0.30	No cumple
4+900.00	Corte abierto	1.86	2.23	4.09	No cumple	0.29	No cumple
4+920.00	Corte abierto	3.42	2.48	5.90	No cumple	0.42	No cumple
4+930.00	Corte abierto	4.14	2.79	6.93	Cumple	0.50	Cumple
4+940.00	Corte abierto	3.04	2.61	5.65	No cumple	0.40	No cumple
4+960.00	Corte abierto	3.42	5.08	8.50	Cumple	0.61	Cumple
4+970.00	Corte abierto	3.27	5.14	8.41	Cumple	0.60	Cumple
4+980.00	Corte abierto	3.36	3.37	6.73	Cumple	0.48	No cumple
5+000.00	Corte abierto	2.80	2.68	5.48	No cumple	0.39	No cumple
5+020.00	Corte abierto	2.83	2.21	5.04	No cumple	0.36	No cumple
5+040.00	Corte abierto	3.66	2.05	5.71	No cumple	0.41	No cumple
5+050.00	Corte abierto	3.10	2.83	5.93	No cumple	0.42	No cumple
5+060.00	Corte abierto	2.53	2.53	5.06	No cumple	0.36	No cumple
5+070.00	Corte abierto	1.20	2.70	3.9	No cumple	0.28	No cumple
5+080.00	Corte abierto	1.40	1.19	2.59	No cumple	0.00	No cumple
5+100.00	Corte abierto	1.42	1.40	2.82	No cumple	0.00	No cumple
5+120.00	Corte abierto	1.49	1.78	3.27	No cumple	0.00	No cumple
5+125.85	Corte abierto	1.52	1.9	3.42	No cumple	0.00	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Resumen ancho de calzada y bermas

Resumen ancho de calzada y bermas			
Ancho de calzada		Bermas	
Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
57	248	32	273

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Discusión: Desde el punto de inicio Km. 00+000 hasta el Km 5.00+126, del análisis se tiene que:

- El 19% cumple el ancho de la calzada.
- El 81% no cumple con el ancho de la calzada.



Fuente: Elaboración propia.

Discusión: Desde el punto de inicio Km. 00+000 hasta el Km 5.00+126, del análisis se tiene que:

- El 10% cumple el ancho de las bermas, y.

- El 90% no cumple con el ancho de las bermas, a lo largo de la longitud total de la carretera.

#### 4.5.2 TALUDES

Los taludes para las secciones de corte, varían de acuerdo a las características geomecánicas de los suelos del terreno en donde está ubicado la tesis de investigación, el cual se encuentra conformada por rocas calizas con intercalación de lutitas calcáreas y margas de la formación chimú que data del cretáceo superior y depósitos fluviales y lacustres de edad reciente, pertenecientes al paleógeno-neógeno.

Del recorrido desde el km 00+00 hasta la progresiva 5+126 se describe lo siguiente:

##### **Progresiva: km 0+000 – km 0+820: Deposito lacustre**

Este tramo de la carretera consiste en sedimentos de grano fino, con alto contenido de materia orgánica, por lo cual se encuentran formando terrazas. Dentro de su matriz se aprecia un predominio de limos y arcillas.

Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad – SUCS “OH”

Como suelos, representan materiales poco aptos para la construcción, debido a su baja resistencia, para lo cual se recomienda construir terraplenes H/V:2/1 con materiales adecuados para el tipo de vía.

##### **Progresiva: Km 0+820 – Km 1+140: Deposito Fluvial**

Este tramo de la carretera consiste en detritos de arcillas, arenas, gránulos, guijarros, cantos y bloques de formas muy variables desde angulosas a redondeadas.

Gravas arcillosas, mezclas de gravas arena y arcillas – SUCS “GC”

Como suelos, representan materiales poco aptos para la construcción, debido a su baja resistencia, para lo cual se recomienda construir terraplenes H/V:2/1 con materiales adecuados para el tipo de vía.

**Progresiva: Km 1+140 – Km 2+400: Deposito lacustre**

Este tramo de la carretera consiste en sedimentos de grano fino, con alto contenido de materia orgánica, por lo cual se encuentran formando terrazas. Dentro de su matriz se aprecia un predominio de limos y arcillas.

Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad – SUCS “OH”

Como suelos, representan materiales poco aptos para la construcción, debido a su baja resistencia, para lo cual se recomienda construir terraplenes H/V:2/1 con materiales adecuados para el tipo de vía.

**Progresiva: Km 2+400 – Km 3+100: Deposito Fluvial**

Este tramo de la carretera consiste en detritos de arcillas, arenas, gránulos, guijarros, cantos y bloques de formas muy variables desde angulosas a redondeadas.

Gravas arcillosas, mezclas de gravas arena y arcillas – SUCS “GC”

Como suelos, representan materiales poco aptos para la construcción, debido a su baja resistencia, para lo cual se recomienda construir terraplenes H/V:2/1 con materiales adecuados para el tipo de vía.

**Progresiva: Km 3+100 – Km 5+126: Formación Chulec**

En este tramo de la carretera se denota una secuencia de calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, las que por intemperismo han adquirido un color crema amarillento, con un aspecto terroso amarillento y las calizas frescas muestran un color gris parduzco.

Según las características física-mecánica de esta roca tiene los siguientes valores; peso unitario que varía entre 23 a 28 KN/M3, cohesión 10000 a 30000

KPa y Angulo de fricción de 35° a 45°; para lo cual se recomienda el corte de talud H/V:1/10

Discusión:

Luego de haber realizado el recorrido de la carretera en investigación y un análisis de campo utilizando la tabla 21, se concluye que los taludes cumplen en un 100%, así como se demuestra en la descripción de las progresivas.

### 4.5.3 CUNETAS

La profundidad será determinada, en conjunto con los demás elementos de su sección, por los volúmenes de las aguas superficiales a conducir, así como los factores funcionales y geométricos correspondientes. En caso de elegir la sección triangular, las profundidades mínimas de estas cunetas son de 0.30 m para regiones lluviosas y 0.75 m de ancho, las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán de 0.5% para cunetas sin revestir que es el de nuestra investigación. En el siguiente cuadro se describe la situación actual como se encuentra las cunetas de la carretera en investigación.

Tabla 52: Dimensiones de cunetas.

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
0+000.00	Corte abierto	0.64	No cumple	0.38	Cumple
0+020.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
0+040.00	Corte abierto	0.62	No cumple	0.37	Cumple
0+060.00	Corte abierto	0.67	No cumple	0.4	Cumple
0+080.00	Corte abierto	0.62	No cumple	0.37	Cumple
0+100.00	Corte abierto	0.59	No cumple	0.35	Cumple
0+120.00	Corte abierto	0.57	No cumple	0.34	Cumple
0+140.00	Corte abierto	0.63	No cumple	0.38	Cumple
0+160.00	Corte abierto	0.62	No cumple	0.37	Cumple
0+180.00	Corte abierto	0.60	No cumple	0.36	Cumple
0+200.00	Corte abierto	0.58	No cumple	0.35	Cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
0+220.00	Corte abierto	0.85	Cumple	0.51	Cumple
0+240.00	Corte abierto	0.94	Cumple	0.56	Cumple
0+260.00	Corte abierto	0.94	Cumple	0.56	Cumple
0+280.00	Corte abierto	0.89	Cumple	0.53	Cumple
0+300.00	Corte abierto	0.84	Cumple	0.50	Cumple
0+320.00	Corte abierto	0.83	Cumple	0.50	Cumple
0+340.00	Corte abierto	0.83	Cumple	0.50	Cumple
0+360.00	Corte abierto	0.95	Cumple	0.57	Cumple
0+380.00	Corte abierto	0.94	Cumple	0.56	Cumple
0+400.00	Corte abierto	0.87	Cumple	0.52	Cumple
0+420.00	Corte abierto	0.95	Cumple	0.57	Cumple
0+430.00	Corte abierto	0.93	Cumple	0.56	Cumple
0+440.00	Corte abierto	0.84	Cumple	0.5	Cumple
0+450.00	Corte abierto	0.57	No cumple	0.34	Cumple
0+460.00	Corte abierto	0.57	No cumple	0.34	Cumple
0+470.00	Corte abierto	0.57	No cumple	0.34	Cumple
0+480.00	Corte abierto	0.66	No cumple	0.40	Cumple
0+490.00	Corte abierto	0.72	No cumple	0.43	Cumple
0+500.00	Corte abierto	0.61	No cumple	0.37	Cumple
0+510.00	Corte abierto	0.64	No cumple	0.38	Cumple
0+520.00	Corte abierto	0.65	No cumple	0.39	Cumple
0+540.00	Corte abierto	0.63	No cumple	0.38	Cumple
0+560.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
0+580.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
0+590.00	Corte abierto	0.66	No cumple	0.4	Cumple
0+600.00	Corte abierto	0.78	Cumple	0.47	Cumple
0+620.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
0+640.00	Corte abierto	0.54	No cumple	0.32	Cumple
0+660.00	Corte abierto	0.62	No cumple	0.37	Cumple
0+680.00	Corte abierto	0.60	No cumple	0.36	Cumple
0+700.00	Corte abierto	0.83	Cumple	0.50	Cumple
0+720.00	Corte abierto	0.67	No cumple	0.40	Cumple
0+740.00	Corte abierto	0.76	Cumple	0.46	Cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
0+750.00	Corte abierto	0.78	Cumple	0.47	Cumple
0+760.00	Corte abierto	0.72	No cumple	0.43	Cumple
0+770.00	Corte abierto	0.82	Cumple	0.49	Cumple
0+780.00	Corte abierto	0.66	No cumple	0.40	Cumple
0+790.00	Corte abierto	0.59	No cumple	0.35	Cumple
0+800.00	Corte abierto	0.64	No cumple	0.38	Cumple
0+820.00	Corte abierto	0.68	No cumple	0.41	Cumple
0+840.00	Corte abierto	0.72	No cumple	0.43	Cumple
0+860.00	Corte abierto	0.72	No cumple	0.43	Cumple
0+880.00	Corte abierto	0.70	No cumple	0.42	Cumple
0+900.00	Corte abierto	0.72	No cumple	0.43	Cumple
0+920.00	Corte abierto	0.79	Cumple	0.47	Cumple
0+940.00	Corte abierto	0.77	Cumple	0.46	Cumple
0+960.00	Corte abierto	0.58	No cumple	0.35	Cumple
0+980.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
1+000.00	Corte abierto	0.6	No cumple	0.36	Cumple
1+020.00	Corte abierto	0.63	No cumple	0.38	Cumple
1+040.00	Corte abierto	0.68	No cumple	0.41	Cumple
1+060.00	Corte abierto	0.67	No cumple	0.40	Cumple
1+080.00	Corte abierto	0.65	No cumple	0.39	Cumple
1+100.00	Corte abierto	0.67	No cumple	0.40	Cumple
1+120.00	Corte abierto	0.68	No cumple	0.41	Cumple
1+140.00	Corte abierto	0.69	No cumple	0.41	Cumple
1+160.00	Corte abierto	0.60	No cumple	0.36	Cumple
1+180.00	Corte abierto	0.61	No cumple	0.37	Cumple
1+200.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
1+220.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
1+240.00	Corte abierto	0.61	No cumple	0.37	Cumple
1+260.00	Corte abierto	0.64	No cumple	0.38	Cumple
1+280.00	Corte abierto	0.59	No cumple	0.35	Cumple
1+300.00	Corte abierto	0.60	No cumple	0.36	Cumple
1+320.00	Corte abierto	0.57	No cumple	0.34	Cumple
1+340.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
1+360.00	Corte abierto	0.59	No cumple	0.35	Cumple
1+380.00	Corte abierto	0.59	No cumple	0.35	Cumple
1+400.00	Corte abierto	0.55	No cumple	0.33	Cumple
1+410.00	Corte abierto	0.58	No cumple	0.35	Cumple
1+420.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
1+430.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
1+440.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
1+460.00	Corte abierto	0.58	No cumple	0.35	Cumple
1+480.00	Corte abierto	0.78	Cumple	0.47	Cumple
1+500.00	Corte abierto	0.78	Cumple	0.47	Cumple
1+520.00	Corte abierto	0.79	Cumple	0.47	Cumple
1+540.00	Corte abierto	0.78	Cumple	0.47	Cumple
1+560.00	Corte abierto	0.76	Cumple	0.46	Cumple
1+580.00	Corte abierto	0.8	Cumple	0.48	Cumple
1+600.00	Corte abierto	0.81	Cumple	0.49	Cumple
1+620.00	Corte abierto	0.81	Cumple	0.49	Cumple
1+640.00	Corte abierto	0.74	No cumple	0.44	Cumple
1+660.00	Corte abierto	0.61	No cumple	0.37	Cumple
1+670.00	Corte abierto	0.53	No cumple	0.32	Cumple
1+680.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
1+690.00	Corte abierto	0.50	No cumple	0.30	Cumple
1+700.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
1+720.00	Corte abierto	0.5	No cumple	0.30	Cumple
1+740.00	Corte abierto	0.69	No cumple	0.41	Cumple
1+750.00	Corte abierto	0.61	No cumple	0.37	Cumple
1+760.00	Corte abierto	0.66	No cumple	0.40	Cumple
1+770.00	Corte abierto	0.55	No cumple	0.33	Cumple
1+780.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
1+800.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
1+820.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
1+840.00	Corte abierto	0.53	No cumple	0.32	Cumple
1+860.00	Corte abierto	0.54	No cumple	0.32	Cumple
1+880.00	Corte abierto	0.50	No cumple	0.30	Cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
1+900.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
1+920.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
1+940.00	Corte abierto	0.40	No cumple	0.24	No cumple
1+960.00	Corte abierto	0.50	No cumple	0.30	Cumple
1+980.00	Corte abierto	0.64	No cumple	0.38	Cumple
2+000.00	Corte abierto	0.66	No cumple	0.40	Cumple
2+010.00	Corte abierto	0.71	No cumple	0.43	Cumple
2+020.00	Corte abierto	0.58	No cumple	0.35	Cumple
2+040.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+060.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+080.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
2+100.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
2+120.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
2+140.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
2+150.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+160.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
2+180.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
2+200.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+220.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
2+240.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
2+250.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+260.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
2+270.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
2+280.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
2+300.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
2+310.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+320.00	Corte abierto	0.48	No cumple	0.29	No cumple
2+340.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
2+360.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+380.00	Corte abierto	0.53	No cumple	0.32	Cumple
2+390.00	Corte abierto	0.63	No cumple	0.38	Cumple
2+400.00	Corte abierto	0.60	No cumple	0.36	Cumple
2+410.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
2+420.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
2+440.00	Corte abierto	0.39	No cumple	0.23	No cumple
2+460.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+480.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+500.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+520.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+540.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
2+560.00	Corte abierto	0.50	No cumple	0.30	Cumple
2+580.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
2+590.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
2+600.00	Corte abierto	0.50	No cumple	0.30	Cumple
2+610.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
2+620.00	Corte abierto	0.39	No cumple	0.23	No cumple
2+640.00	Corte abierto	0.44	No cumple	0.26	No cumple
2+660.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
2+680.00	Corte abierto	0.48	No cumple	0.29	No cumple
2+690.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
2+700.00	Corte abierto	0.58	No cumple	0.35	Cumple
2+720.00	Corte abierto	0.40	No cumple	0.24	No cumple
2+740.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+760.00	Corte abierto	0.40	No cumple	0.24	No cumple
2+780.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
2+800.00	Corte abierto	0.44	No cumple	0.26	No cumple
2+810.00	Corte abierto	0.48	No cumple	0.29	No cumple
2+820.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
2+840.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
2+860.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
2+880.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
2+900.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
2+910.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
2+920.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
2+940.00	Corte abierto	0.39	No cumple	0.23	No cumple
2+960.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
2+980.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
3+000.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
3+020.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
3+040.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
3+060.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
3+080.00	Corte abierto	0.62	No cumple	0.37	Cumple
3+100.00	Corte abierto	0.5	No cumple	0.3	Cumple
3+120.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
3+140.00	Corte abierto	0.44	No cumple	0.26	No cumple
3+160.00	Corte abierto	0.44	No cumple	0.26	No cumple
3+180.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
3+200.00	Corte abierto	0.50	No cumple	0.30	Cumple
3+220.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
3+230.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
3+240.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
3+260.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
3+280.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
3+300.00	Corte abierto	0.53	No cumple	0.32	Cumple
3+320.00	Corte abierto	0.48	No cumple	0.29	No cumple
3+340.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
3+360.00	Corte abierto	0.47	No cumple	0.28	No cumple
3+380.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
3+400.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
3+420.00	Corte abierto	0.40	No cumple	0.24	No cumple
3+440.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
3+460.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
3+480.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
3+500.00	Corte abierto	0.48	No cumple	0.29	No cumple
3+520.00	Corte abierto	0.44	No cumple	0.26	No cumple
3+540.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
3+560.00	Corte abierto	0.33	No cumple	0.20	No cumple
3+580.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
3+590.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
3+600.00	Corte abierto	0.33	No cumple	0.2	No cumple
3+620.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
3+640.00	Corte abierto	0.40	No cumple	0.24	No cumple
3+660.00	Corte abierto	0.42	No cumple	0.25	No cumple
3+680.00	Corte abierto	0.78	Cumple	0.47	Cumple
3+690.00	Corte abierto	0.80	Cumple	0.48	Cumple
3+700.00	Corte abierto	0.77	Cumple	0.46	Cumple
3+710.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
3+720.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
3+740.00	Corte abierto	0.33	No cumple	0.20	No cumple
3+760.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
3+780.00	Corte abierto	0.39	No cumple	0.23	No cumple
3+800.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
3+810.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
3+820.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
3+830.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
3+840.00	Corte abierto	0.34	No cumple	0.20	No cumple
3+860.00	Corte abierto	0.33	No cumple	0.20	No cumple
3+880.00	Corte abierto	0.29	No cumple	0.17	No cumple
3+900.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
3+920.00	Corte abierto	0.30	No cumple	0.18	No cumple
3+930.00	Corte abierto	0.31	No cumple	0.19	No cumple
3+940.00	Corte abierto	0.28	No cumple	0.17	No cumple
3+950.00	Corte abierto	0.31	No cumple	0.19	No cumple
3+960.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
3+980.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
4+000.00	Corte abierto	0.32	No cumple	0.19	No cumple
4+020.00	Corte abierto	0.28	No cumple	0.17	No cumple
4+040.00	Corte abierto	0.29	No cumple	0.17	No cumple
4+060.00	Corte abierto	0.31	No cumple	0.19	No cumple
4+080.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
4+100.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
4+120.00	Corte abierto	0.39	No cumple	0.23	No cumple

Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
4+140.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
4+160.00	Corte abierto	0.30	No cumple	0.18	No cumple
4+180.00	Corte abierto	0.30	No cumple	0.18	No cumple
4+190.00	Corte abierto	0.32	No cumple	0.19	No cumple
4+200.00	Corte abierto	0.32	No cumple	0.19	No cumple
4+220.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
4+240.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
4+260.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
4+270.00	Corte abierto	0.27	No cumple	0.16	No cumple
4+280.00	Corte abierto	0.32	No cumple	0.19	No cumple
4+290.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
4+300.00	Corte abierto	0.39	No cumple	0.23	No cumple
4+320.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
4+340.00	Corte abierto	0.30	No cumple	0.18	No cumple
4+360.00	Corte abierto	0.28	No cumple	0.17	No cumple
4+380.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+400.00	Corte abierto	0.76	Cumple	0.46	Cumple
4+410.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
4+420.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
4+440.00	Corte abierto	0.64	No cumple	0.38	Cumple
4+460.00	Corte abierto	0.66	No cumple	0.40	Cumple
4+480.00	Corte abierto	0.51	No cumple	0.31	Cumple
4+500.00	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple
4+520.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
4+540.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
4+560.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+570.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
4+580.00	Corte abierto	0.37	No cumple	0.22	No cumple
4+600.00	Corte abierto	0.63	No cumple	0.38	Cumple
4+620.00	Corte abierto	0.67	No cumple	0.40	Cumple
4+640.00	Corte abierto	0.59	No cumple	0.35	Cumple
4+660.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
4+680.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple

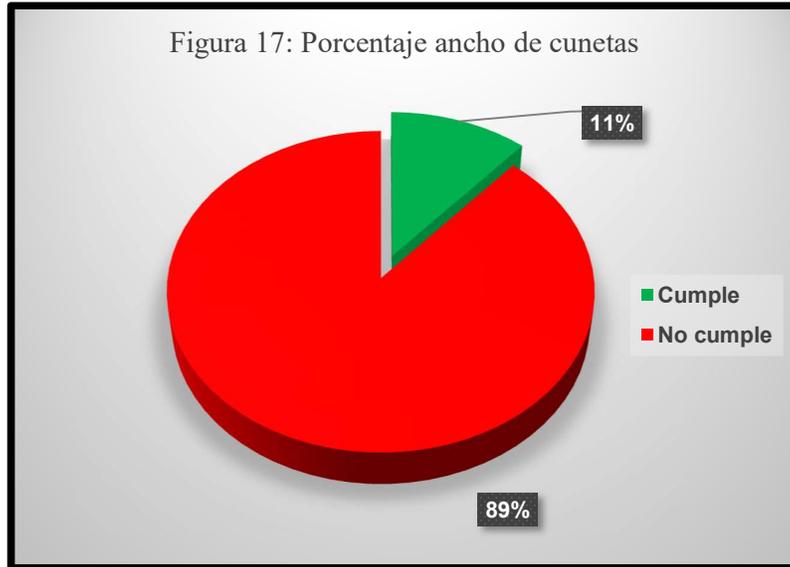
Progresiva	Tipo de sección	Ancho de cuneta	Según norma	Alto de cuneta	Según norma
4+690.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
4+700.00	Corte abierto	0.52	No cumple	0.31	Cumple
4+720.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
4+740.00	Corte abierto	0.26	No cumple	0.16	No cumple
4+750.00	Corte abierto	0.35	No cumple	0.21	No cumple
4+760.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+780.00	Corte abierto	0.53	No cumple	0.32	Cumple
4+800.00	Corte abierto	0.49	No cumple	0.29	No cumple
4+820.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+830.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+840.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+860.00	Corte abierto	0.41	No cumple	0.25	No cumple
4+880.00	Corte abierto	0.46	No cumple	0.28	No cumple
4+900.00	Corte abierto	0.45	No cumple	0.27	No cumple
4+920.00	Corte abierto	0.65	No cumple	0.39	Cumple
4+930.00	Corte abierto	0.76	Cumple	0.46	Cumple
4+940.00	Corte abierto	0.62	No cumple	0.37	Cumple
4+960.00	Corte abierto	0.94	Cumple	0.56	Cumple
4+970.00	Corte abierto	0.93	Cumple	0.56	Cumple
4+980.00	Corte abierto	0.74	No cumple	0.44	Cumple
5+000.00	Corte abierto	0.60	No cumple	0.36	Cumple
5+020.00	Corte abierto	0.55	No cumple	0.33	Cumple
5+040.00	Corte abierto	0.63	No cumple	0.38	Cumple
5+050.00	Corte abierto	0.65	No cumple	0.39	Cumple
5+060.00	Corte abierto	0.56	No cumple	0.34	Cumple
5+070.00	Corte abierto	0.43	No cumple	0.26	No cumple
5+080.00	Corte abierto	0.28	No cumple	0.17	No cumple
5+100.00	Corte abierto	0.31	No cumple	0.19	No cumple
5+120.00	Corte abierto	0.36	No cumple	0.22	No cumple
5+125.85	Corte abierto	0.38	No cumple	0.23	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

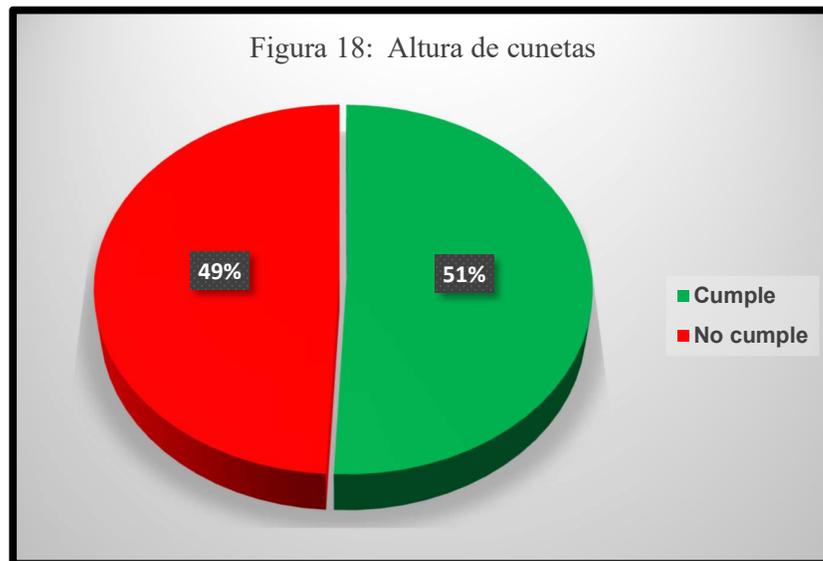
Tabla 53: Resumen dimensiones de cunetas.

Resumen dimensiones de cunetas			
Ancho cunetas		Alto cunetas	
Cumple	No cumple	Cumple	No cumple
35	270	155	150

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Discusión:

- El 89% del tramo de la carretera del análisis no cumple con el ancho mínimo de cunetas, y.
- El 11% del tramo de la carretera cumple con el ancho mínimo de cunetas.
- El 51% de cunetas de la carretera cumple con la altura necesaria, y.
- El 49% de cunetas de la carretera no cumple con la altura necesaria.

#### 4.6. RESUMEN DEL ANÁLISIS ACTUALES DE LA VÍA DESDE EL KM. 0+000 HASTA EL KM 5+126

Luego de determinar las características geométricas de la carretera Cruce Polloc-El Mangle, se demostró que no cumplen con los parámetros geométricos establecidos por el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, así como se describe en las tablas anteriores. En la tabla 54 se tiene un resumen total de las características geométricas de la carretera entre el Cruce Polloc – El Mangle, Distrito de la Encañada-Cajamarca-Cajamarca

Tabla 54: Resumen de las características geométricas.

Parámetros de evaluación	Condición	Cumple	No cumple
Velocidad de diseño	30 km/h		
Longitud de curva mínima (l <sub>mín</sub> )	90.00 m	24	10
Radios mínimos	35.00 m	28	6
Longitud de curva mínima y máxima	60.00 m	24	10
Longitud de tangente	l <sub>mín.s</sub> =41.7m l <sub>ím.o</sub> = 83.4m	32	2
Sobre ancho de la calzada	2.53m	2	30
Longitud de curva vertical mínima		43	18
pendientes y elementos del alineamiento vertical		63	5
Ancho de calzada	6.00 m	57	248
Ancho de bermas	0.50 m	32	273
Ancho de cunetas	0.75 m	35	270
Alto de cunetas	0.30 m	155	150

Fuente: Elaboración propia

## **COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Con los resultados de la tabla 54 se está cumpliendo la hipótesis general, que las características geométricas de la carretera Cruce Polloc – El Mangle no cumple con lo descrito por el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES.

Luego de haber culminado los capítulos III y IV, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó las características geométricas principales de la carretera entre el Cruce Polloc - El Mangle: Longitud de curva mínima, radios mínimos, longitud de curva mínima y máxima, longitud de tangente, sobre ancho de la calzada, longitud de curva vertical mínima, pendientes y elementos del alineamiento vertical, ancho de la calzada, ancho de bermas, ancho de cunetas y altura de cunetas.
- En la carretera desde el Cruce Polloc – El Mangle se identificó como puntos críticos: Sobre anchos de calzada, donde se tiene 34 PI de los cuales solo cumplen el PI 32 y 34, teniendo como puntos críticos a todos los restantes.
- El ancho de la calzada se tiene que entre las progresivas 0+080 - 0+200, 0+450 - 0+480, 0+500 - 0+590, 0+620 - 0+680, 0+780 - 0+800, 0+960 - 1+020, 1+160 - 1+460, 1+660 - 1+720, 1+770 - 1+980, 2+020 - 3+660, 3+710 - 4+380, 4+410 - 4+440, 4+480 - 4+600, 4+640 - 4+920, 5+000 - 5+125.85, son los puntos más críticos.
- El ancho de bermas se tiene entre las progresivas 0+000 - 0+200, 0+450 - 0+590, 0+620 - 0+680, 0+720 - 0+740, 0+780 - 0+900, 0+960 - 1+460, 1+640 - 3+660, 3+710 - 4+920, 4+980 - 5+125.85 como los puntos más críticos.
- El ancho de cunetas se tiene entre las progresivas 0+00 - 0+200, 0+450 - 0+590, 0+620 - 0+680, 0+780 - 0+900, 0+960 - 1+460, 1+640 - 3+660, +710 - 4+380, 4+410 - 4+920, 4+980 - 5+125.85 como los puntos más críticos, demostrándose que en estos Pis y progresivas se tiene medidas insuficientes demostrándose que es una carretera insegura para el tránsito vehicular.
- Las características geométricas actuales fueron evaluados con los paramétricos geométricos del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, teniendo los siguientes resultados:

Longitud de curva mínima 3% cumplen, radios mínimos 82 % cumplen, longitud de curva mínima y máxima 71% cumplen, longitud de tangente 94% cumplen, sobre ancho de calzada 6% cumplen, longitud de curva vertical 70% cumplen, pendientes y elementos de alineamiento vertical 93% cumplen, ancho de calzada 19% cumplen, ancho de bermas 10% cumplen, ancho de cunetas 11% cumplen y altura de cunetas 51% cumplen.

- De la evaluación de las características geométricas de la carretera desde el Cruce Polloc – El Mangle, se concluye que no cumple con los parámetros geométricos del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para nuevos trabajos de investigación tener en consideración un buen trabajo de campo el cual servirá de base para tener buenos resultados para el cálculo de las características geométricas de la carretera.
- Se recomienda realizar un recorrido total de la carretera, donde se verificará todas las características geométricas y obras existentes como, puentes, pontones, alcantarillas, badenes, cunetas, y otros que pueden estar afectando la carretera como derrumbes, asentamientos.
- Se recomienda tener una buena clasificación y así no tener inconvenientes con el cálculo de las características geométricas actuales de la carretera y tener una buena comparación con los parámetros geométricos del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
- Se recomienda realizar el conteo de vehículos en los días de mayor volumen de tránsito, como son los días sábado, domingo y lunes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alegría Orellana, J; Ayala Carballo, R. y Fuentes Quijada, C. (2006). “*Propuesta de un manual de diseño geométrico de carreteras para el salvador*” (Tesis de pregrado). Universidad del Salvador.
- Barrera Ardila, L. (2012). “*Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras*” (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga, Colombia.
- Céspedes, J. (2001). *Carreteras Diseño Moderno*. Cajamarca-Perú.
- Correa Saldaña, K. (2017) “*Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca – Gavilán (km 173 – km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013*” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- García Figueroa, L. (2016). “*Evaluación del diseño geométrico de la carretera Casma-Huaraz, tramo km 135+000 al km 145+600, aplicando el manual de diseño geométrico DG-2014*” (Tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas.
- [https://www.um.es > documents > Normas + APA + Sexta +Edición.pdf](https://www.um.es/documents/Normas+APA+Sexta+Edici3n.pdf)) Normas APA Sexta Edición.
- [https://normasapa.com/>...>Referencias y Bibliografía. Normas APA 2016 – Edición 6- Como citar con las Normas APA 2016.](https://normasapa.com/>...>Referencias+y+Bibliograf3a.Normas+APA+2016-Edici3n+6-Como+citar+con+las+Normas+APA+2016)
- Ministerio de Transportes y comunicaciones (2008). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Perú
- Ministerio de Transportes y comunicaciones (2013). Manual para el diseño de carreteras. Perú.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (2018). Manual de diseño geométrico DG-2018.
- Quispe Chili, L. (2015). “*Evaluación del diseño geométrico en la carretera tramo Puno - Tiquillaca*” (Tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas.
- Reinoso Rojas, V. (2013). “*Análisis de las características geométricas de la ruta PE-06A en el departamento de Lambayeque con propuesta de*

*solución al empalme PE-1N en el área metropolitana de Chiclayo*” (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.

- Sánchez Cerdán, A (2018). “*Tesis de investigación de la carretera el Gavilán en el tramo, km. 158 – km 143 (Caserío Choten-Distrito de San Juan)*” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.

**ANEXOS**  
**FIGURAS**

**Figura 19**



Inicio de levantamiento topográfico por el Bachiller Arcenio Aguilar Flores.

**Figura 20**



Toma de datos del levantamiento topográfico utilizando una estación total, marca leica TS02

**Figura 21**



Inicio de la carretera entre el cruce Polloc y la carretera a Celendín, que será parte del estudio de investigación.

**Figura 22**



Km. 0+550 de la carretera donde se muestra el ancho de la vía y las condiciones en las que se encuentran las cunetas.

**Figura 23**



Km. 0+960 donde se tiene un pase de control, puente vehicular sobre el río Encañada.

**Figura 24**



Km. 1+700, inicio de curva, donde se demuestra la disminución del ancho de la carretera, no cuenta con sobrancho y cunetas.

**Figura 25**



Km. 1+760, inicio de curva, donde se demuestra la disminución del ancho de la carretera, no cuenta con sobrancho y cunetas.

**Figura 26**



Situación actual de la carretera, en el km. 1+900 donde se demuestra que, por falta de cunetas, las aguas de lluvia malogran el afirmado.

**Figura 27**



Tramo de la carretera en el km. 2+600 donde se demuestra claramente la falta de cunetas y un ancho menor a lo recomendado por el manual de bajo volumen de tránsito

**Figura 28**



Recorrido de la carretera entre el Cruce Polloc – El Mangle, donde se llegó a investigar que no cumple con los parámetros mínimos.

**Figura 29**



Tramo de la carretera en el km. 2+720, inicio de curva que no cumple con el radio mínimo y no cuenta con cunetas

**Figura 30**



Tramo de la carretera en el km. 3+450, se tiene un pase de agua de regadío, el cual está construido de mampostería de piedra en malas condiciones, lo recomendable es tener una alcantarilla de concreto o TMC

**Figura 31**



Tramo de la carretera en el km. 3+750, el ancho de la carretera no cumple con lo recomendado de acuerdo al manual de bajo volumen de

tránsito y no cuenta con cunetas, malogrando las aguas de lluvia a la carretera en épocas de lluvia.

**Figura 32**



Tramo de la carretera en el km. 4+150, no cuenta con cunetas y el ancho de la carretera no cumple de acuerdo a lo recomendado por el manual de bajo volumen de tránsito.

**Figura 33**



Km. 4+425, donde se tiene un pase de control, pontón vehicular sobre la quebrada el Mangle, aguas arriba la canalización de la quebrada antes mencionada.

**Figura 34**



Km. 4+550, ancho de la carretera variable y sin cunetas, donde las aguas de lluvias han realizado su propio cause malogrando el ancho de la vía

**Figura 35**



Km. 4+900, inicio de curva, la cual no cuenta con el radio mínimo, aguas de lluvia malogran el afirmado de la carretera por falta de cuentas.

**Figura 36**



Km. 4+920, se tiene la curva horizontal, la cual no cumple con los requisitos mínimos de acuerdo al manual de bajo volumen de tránsito.

**Figura 37**



Km. 5+040, inicio de curva, la cual no cuenta con el radio mínimo, por no contar con cunetas, las aguas de lluvia generan su propio cause malogrando el ancho de la carretera y el talud del terreno natural.

**Figura 38**



Km. 5+060, curva que no cumple con el radio mínimo permisible.

**Figura 39**



Km. 5+100, evaluación de los parámetros y situación actual de la carretera entre el Cruce Polloc – El Mangle.

**LISTA DE PLANOS**

<b>PLANO N°</b>	<b>NOMBRE DEL PLANO</b>	<b>N° DE LAMINA</b>	<b>Página n°</b>
1	PLANO DE UBICACIÓN	PU - 01	136
2	PLANO DE OROGRAFÍA	PO - 01	137
3	PLANTA PERFIL(Situación actual) KM 0+000-KM 1+000	PP - 01	138
4	PLANTA PERFIL(Situación actual) KM 1+000-KM 2+000	PP - 02	139
5	PLANTA PERFIL(Situación actual) KM 2+000-KM 3+000	PP - 03	140
6	PLANTA PERFIL(Situación actual) KM 3+000-KM 4+000	PP - 04	141
7	PLANTA PERFIL(Situación actual) KM 4+000-KM 5+136	PP - 05	142
8	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 0+000-KM 0+700	ST - 01	143
9	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 0+720-KM 1+560	ST - 02	144
10	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 1+720-KM 2+260	ST - 03	145
11	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 2+270-KM 3+040	ST - 04	146
12	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 3+060-KM 3+880	ST - 05	147
13	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 3+900-KM 4+580	ST - 06	148
14	SECCIONES TRANSVERSALES(Situación actual) KM 4+600-KM 5+126	ST - 07	149