

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA
CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO – CENTRO POBLADO SANTA
CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLA VISTA, JAÉN 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. YAQUELINE ROSMERY SÁNCHEZ BAUTISTA

ASESOR:

M. en I. Ing. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** YAQUELINE ROSMERY SÁNCHEZ BAUTISTA
DNI: 70084670
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** M en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
"Evaluación de las Características Geométricas de la Carretera en el Tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito de Bellavista, Jaén 2024"
- Fecha de evaluación:** 24/06/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 9%
- Código Documento:** 3117:469405588
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 25/06/2025

	
FIRMA DEL ASESOR M en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur DNI: 26678955	Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft Motivo: En señal de conformidad Fecha: 25/06/2025 12:08:28-0500 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024*

ASESOR : *M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0400-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 18 de julio de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintidós días del mes de julio de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : M.Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay.
Vocal : M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez.
Secretario : Ing. Ever Rodríguez Guevara.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024*, presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil **YAQUELINE ROSMERY SÁNCHEZ BAUTISTA**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Filial Jaén, asesorada por el M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : *06* PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : *11* PTS.
EVALUACIÓN FINAL : *17* PTS *Diecisiete* (En letras)

En consecuencia, se lo declara *A. APROBADO* con el calificativo de *Diecisiete* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *10:00* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

M. Cs. Sergio Manuel Huamán Sangay.
Presidente

M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez.
Vocal

Ing. Ever Rodríguez Guevara.
Secretario

M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur.
Asesor

COPYRIGHT © 2024 by
YAQUELINE ROSMERY SÁNCHEZ BAUTISTA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A mis padres Jesús y Ahida, quienes me brindaron su amor incondicional y confiaron en mí desde el principio. Sus palabras de aliento y sacrificio han sido mi mayor inspiración. Cada logro mío es también un tributo a su dedicación y amor.

A mis queridos hermanos, Víctor, Marco y Yohana, quienes compartieron risas, desafíos y momentos inolvidables conmigo, les agradezco por ser mi red de apoyo constante.

A mi asesor, el Ingeniero Benjamín Torres Tafur, quien guio mis pasos y me alentó a superar obstáculos, quiero expresar mi gratitud.

Gracias por acompañarme en este camino y por confiar en mí. Este título representa el fruto de nuestro esfuerzo compartido y marca el comienzo de un futuro lleno de oportunidades.

DEDICATORIA

“La motivación es el empuje del éxito; el éxito es la plenitud de la vida; la vida no sería vida si no hubiera una familia”

Con inmensa gratitud y cariño, dedico esta tesis a Dios, a mis padres y a mis hermanos; cuyo amor, apoyo incondicional y esfuerzo han sido mi guía y fortaleza a lo largo de todo este proceso. Sin ellos, este logro no habría sido posible.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Selección del problema	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.5. LIMITACIONES	2
1.6. HIPÓTESIS.....	2
1.7. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.7.1. Objetivo General.....	2
1.7.2. Objetivos específicos	3
1.8. DEFINICIÓN DE VARIABLES	3
1.8.1. Variable.....	3
1.8.2. Operacionalización de variables y matriz de consistencia	3
1.9. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	8
2.1.3. Antecedentes Locales	9
2.2. BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. Levantamiento topográfico	11

2.2.1.1.	Método de las secciones transversales	11
2.2.1.1.1.	Levantamiento con estación total.....	11
2.2.2.	Teoría del control del tráfico.....	11
2.2.3.	Clasificación de carreteras según el DG -2018	12
2.2.3.1.	Por su demanda	12
2.2.3.2.	Por su orografía.....	13
2.2.4.	Diseño Geométrico	14
2.2.4.1.	Índice de diario anual (IMDA).....	14
2.2.4.2.	Vehículo de diseño.....	14
2.2.4.3.	Velocidad de diseño.....	14
2.2.4.4.	Distancia de Visibilidad.	15
2.2.4.4.1.	Distancia de visibilidad de parada.	16
2.2.4.5.	Diseño Geométrico en planta.	17
2.2.4.5.1.	Radios mínimos.....	18
2.2.4.1.	Diseño Vertical.	20
2.2.4.2.	Alineamiento vertical.	20
2.2.4.2.1.	Curvas verticales.	20
2.2.4.3.	Secciones Transversales.....	21
2.2.4.3.1.	Velocidad de diseño y su relación con el costo de la carretera.	21
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	25
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		27
3.1.	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
3.1.1.	Ubicación Política.....	27
3.1.2.	Ubicación Geográfica.....	30
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	30
3.3.	ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.4.	POBLACIÓN	31
3.5.	MUESTRA.....	31
3.6.	UNIDAD DE ANÁLISIS	31

3.7.	UNIDAD DE OBSERVACIÓN	31
3.8.	METODOLOGÍA	31
3.8.1.	Tipo de la investigación	31
3.8.2.	Nivel de investigación.....	31
3.8.3.	Diseño de la investigación.....	31
3.9.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	32
3.10.	PROCEDIMIENTO	32
3.10.1.	Trabajo en campo	32
3.10.1.1.	Reconocimiento de la vía de estudio	32
3.10.1.2.	Levantamiento topográfico	32
3.10.1.3.	Estudio de tránsito vehicular	33
3.10.1.4.	Recolección de anchos de calzada y bermas	33
3.10.2.	Trabajo en gabinete	33
3.10.2.1.	Elaboración de los planos de la vía de estudio.....	33
3.10.2.2.	Determinación del tránsito vehicular	34
3.10.2.3.	Evaluación de las características geométricas del tramo de estudio	34
3.11.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA.....	36
3.11.1.	Características de tránsito.....	36
3.11.1.1.	Estudio de tráfico.	36
3.11.1.2.	Factor de corrección estacional.....	36
3.11.1.3.	Índice medio diario anual (IMDA).	36
3.11.2.	Clasificación de la vía.	39
3.11.2.1.	Clasificación según su demanda.	39
3.11.2.2.	Clasificación por orografía.....	40
3.11.3.	Velocidad de diseño.....	51
3.11.4.	Vehículo de diseño.....	52
3.11.5.	Distancia de visibilidad	53
3.11.5.1.	Distancia de visibilidad de parada.....	53
3.12.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA.....	56

3.12.1.	Tramos en Tangente	56
3.12.2.	Curvas Horizontales	59
3.12.3.	Sobreancho	62
3.12.4.	Radios Mínicos.....	65
3.13.	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.....	68
3.13.1.	Pendiente.....	68
3.13.2.	Curvas Horizontales	70
3.13.2.1.	Curvas Verticales Convexas.....	71
3.13.2.2.	Curvas Verticales Cóncavas.....	71
3.14.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL	75
3.14.1.	Calzada.....	75
3.14.2.	Bermas	84
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		93
4.1.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA.....	93
4.1.1.	Clasificación de la Vía.....	93
4.1.2.	Vehículo de diseño.....	93
4.1.3.	Velocidad de diseño.....	93
4.1.4.	Distancia de visibilidad de parada.....	93
4.2.	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	94
4.3.	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.....	95
4.4.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	96
4.5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
4.6.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	98
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		99
5.1.	CONCLUSIONES.....	99
5.2.	RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		101
ANEXOS.....		103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operalización de variable	4
Tabla 2. Matriz de consistencia.....	5
Tabla 3. Velocidad de diseño de un tramo Homogéneo VTR (km/h)	15
Tabla 4. Distancia de visibilidad de parada	17
Tabla 5. Fricción transversal en curvas.....	18
Tabla 6. Radios mínimos y peraltes máximos	19
Tabla 7. Índice k cálculo de la longitud de curva vertical convexa	21
Tabla 8. Ancho mínimo de la calzada tangente	22
Tabla 9. Ancho de bermas.....	23
Tabla 10. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario el peralte	24
Tabla 11. Valores de peralte máximo	24
Tabla 12. Valores de peralte mínimo	24
Tabla 13. Ubicación del punto inicial de la carretera	30
Tabla 14. Ubicación del punto final de la carretera	30
Tabla 15. Resumen de conteo vehicular	37
Tabla 16. Tráfico vehicular promedio diario semanal	38
Tabla 17. Clasificación según su demanda	39
Tabla 18. Clasificación de pendientes transversales	40
Tabla 19. Pendientes transversales de la izquierda y de la derecha	40
Tabla 20. Resumen de pendiente transversales lado derecho e izquierdo	49
Tabla 21. Clasificación según pendientes longitudinales	49
Tabla 22. Pendientes longitudinales.....	50
Tabla 23. Resumen de pendientes longitudinales	51
Tabla 24. Vehículos en una semana.....	52

Tabla 25. Distancia de visibilidad en curvas.....	54
Tabla 26. Resumen de la evaluación de distancia de visibilidad en curvas.....	55
Tabla 27. Verificación de la longitud en tramos de tangente.....	56
Tabla 28. Resumen de verificación de la longitud en tramos en tangente.....	58
Tabla 29. Elementos de curvas horizontales.....	59
Tabla 30. Evaluación de sobreancho.....	63
Tabla 31. Radios mínimos	66
Tabla 32. Pendientes máximas.....	68
Tabla 33. Evaluación de pendiente máximas y mínimas	69
Tabla 34. Resultados de evaluación de pendiente máxima y mínimas.....	70
Tabla 35. Evaluación de curvas verticales	72
Tabla 36. Resumen de evaluación de curvas verticales	74
Tabla 37. Evaluación de calzada.....	75
Tabla 38. Evaluación del ancho de berma	84
Tabla 39. Resultados de características geométricas en planta.....	94
Tabla 40. Resultados de características geométricas en perfil	95
Tabla 41. Resultados de características geométricas de sección trasnversal	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del departamento de Cajamarca en el mapa del Perú	27
Figura 2. Ubicación de la provincia de Jaén en el mapa de Cajamarca.....	28
Figura 3. Ubicación del Distrito de Bellavista en el mapa de Jaén	28
Figura 4. Ubicación del camino vecinal en estudio, desde el Km 00+000 – Km 05+000.....	29
Figura 5. Porcentaje de vehículos en la semana	39
Figura 6. Porcentaje de pendientes transversales.....	49
Figura 7. Porcentaje de pendiente longitudinal	51
Figura 8. Vehículo de diseño (VL) - Auto.....	52
Figura 9. Distancia de Visibilidad	55
Figura 10. Tramos en Tangente	58
Figura 11. Evaluación de sobreebanco	65
Figura 12. Radios mínimos	67
Figura 13. Pendientes máximas y mínimas	70
Figura 14. Evaluación de curvas verticales	74
Figura 15. Evaluación de calzada	83
Figura 16. Evaluación de ancho de berma.....	92
Figura 17. Evaluación de diseño geométrico en planta	94
Figura 18. Evaluación de diseño geométrico en perfil	95
Figura 19. Evaluación de diseño geométrico en sección transversal	96
Figura 20. Tramo de carretera en estudio.....	125
Figura 21. Toma de puntos en el eje de la vía.....	125
Figura 22. Toma de puntos en curva del tramo.....	126
Figura 23. Toma de puntos en el eje de la vía de estudio.....	126
Figura 24. Medición de pendiente con estación total.....	127
Figura 25. Medición de ancho de calzada.....	127
Figura 26. Medición de ancho de calzada en inicio de curva.....	128
Figura 27. Medición de ancho de berma.....	128

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Distancia de visibilidad de parada.....	16
Ecuación 2. Distancia de visibilidad de parada en pendientes superiores a 3%	16
Ecuación 3. Radios mínimos.....	18
Ecuación 4. Curvas verticales	20
Ecuación 5. Sobreancho	25
Ecuación 6. Índice medio diario semanal	36
Ecuación 7. Índice medio diario anual	36
Ecuación 8. Índice medio diario anual por el factor de corrección.....	36
Ecuación 9. Distancia de visibilidad	53
Ecuación 10. Longitud recta mínima entre dos curvas de sentido contrario "S"	56
Ecuación 11. Longitud recta mínima entre dos curvas del mismo sentido "O".....	56
Ecuación 12. Longitud máxima en tramo recto	56
Ecuación 13. Longitud de vehículo.....	62
Ecuación 14. Curvas convexas - Distancia de parada es menor que la longitud	71
Ecuación 15. Curvas convexas - Distancia de parada es mayor que la longitud	71
Ecuación 16. Curvas cóncavas - Distancia de parada es menor que la longitud	71
Ecuación 17. Curvas cóncavas - Distancia de parada es mayor que la longitud	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación llevó por título “Evaluación de las características geométricas de la carretera en el tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el Distrito de Bellavista, Jaén 2024”, dicha carretera presenta un trazado inadecuado, calzada con ancho insuficiente, así como curvas horizontales y verticales no cumplen con los estándares técnicos. Debido a estas deficiencias, la investigación tuvo por objetivo evaluar las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista de acuerdo con el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018. Para el desarrollo del estudio, se realizó un levantamiento topográfico detallado, determinándose que el terreno corresponde a una topografía plana tipo 1. Asimismo, se llevó a cabo un aforo realizado durante siete días consecutivos, lo que permitió clasificar la vía como una carretera de tercera clase y asignándole una velocidad de diseño de 40 km/h, conforme a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG -2018. A partir de ello, se procedió a la evaluación de las características geométricas en planta (tramos en tangente, curvas horizontales, sobreecho, radios mínimos), en perfil (pendiente y curvas verticales) y sección transversal (ancho de calzada y bermas), todo ello comparado con los criterios establecidos en el manual. Los resultados revelaron que únicamente el 5% de los tramos en tangente cumplen con la normativa, mientras que el sobreecho presenta un cumplimiento del 100% y los radios mínimos en un 0%. En cuanto a las pendientes máximas y mínimas se cumplen en un 33%, las curvas verticales en un 4%. Por otro lado, tanto la calzada como las bermas no cumplen el 100%. En resumen, el 43% de las características geométricas de la carretera en el Tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz cumplen con los estándares por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

Palabras clave: Diseño geométrico, levantamiento topográfico, tráfico vehicular.

ABSTRACT

This research project was entitled “Evaluation of the geometric characteristics of the road section between Cruce Shanango and Centro Poblado Santa Cruz in the District of Bellavista, Jaén 2024.” This road has an inadequate layout, insufficient width, and horizontal and vertical curves that do not meet technical standards. Due to these deficiencies, the research aimed to evaluate the geometric characteristics of the road section between the Shanango junction and the town of Santa Cruz in the Bellavista district in accordance with the DG-2018 Road Geometric Design Manual. For the study, a detailed topographic survey was carried out, determining that the terrain corresponds to a flat type 1 topography. A seven-day traffic survey was also carried out, which allowed the road to be classified as a third-class road and assigned a design speed of 40 km/h, in accordance with the provisions of the DG-2018 Road Geometric Design Manual. Based on this, the geometric characteristics were evaluated in plan (tangent sections, horizontal curves, extra width, minimum radii), in profile (slope and vertical curves) and cross-section (road width and berms), all compared with the criteria established in the manual. The results revealed that only 5% of the tangent sections comply with the regulations, while the extra width has 100% compliance and the minimum radii have 0% compliance. As for the maximum and minimum slopes, 33% comply, and 4% comply with the vertical curves. On the other hand, both the roadway and the shoulders do not comply 100%. In summary, 43% of the geometric characteristics of the road in the Shanango Junction - Santa Cruz Town Center section comply with the standards of the DG-2018 Road Geometric Design Manual.

Keywords: Geometric design, topographic survey, vehicular traffic.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Selección del problema

El diseño geométrico de carreteras a nivel mundial desempeña un papel fundamental, ya que garantiza que cada componente de la vía sea planificado y construido correctamente, lo que contribuye a minimizar el riesgo de accidentes. Este aspecto es esencial para asegurar que las infraestructuras viales se ajustan a las normativas técnicas establecidas.

En el Perú, gran parte de las vías de comunicación presentan un estado deficiente, lo que evidencia que uno de los principales desafíos sigue siendo el desarrollo de una infraestructura vial adecuada. Esta situación se debe, en gran medida, a que muchas carreteras no han sido diseñadas conforme a los lineamientos establecidos en los manuales técnicos vigentes.

Es por ello que es de gran importancia desarrollar la evaluación de las características geométricas en el tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, en el distrito de Bellavista, Jaén. Esta carretera presenta deficiencias técnicas lo cual no cumplen con lo estipulado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018. Por esta razón, es necesario realizar un estudio técnico para evaluar las características geométricas de diseño que estén acordes con el Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cumple en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista con las características geométricas establecidos por el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La presente investigación tiene como finalidad realizar un análisis detallado de la Carretera del tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, en el distrito de Bellavista, Jaén. Esta tesis surge a partir de la necesidad observada en campo, donde se evidencian múltiples deficiencias en el diseño geométrico de la vía, tales como trazado inadecuado, calzada estrecha, curvas horizontales que no cumplen con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG -2018.

El propósito central es mejorar estas vías de comunicación, asegurando que no sólo sean operativas, sino también confortables para los habitantes. La mejora de estas condiciones contribuirá directamente al bienestar de todos los usuarios de la carretera, al proporcionar un acceso más seguro y eficaz, disminuir el riesgo de accidentes viales y garantizar un transporte más fluido para todos los usuarios.

1.4. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se analizará un tramo de 5 Kilómetros de la vía, comprendido entre el Cruce Shanango (Km 0+00.00) al Centro Poblado Santa Cruz (Km 5+00.00). Este análisis permitirá verificar si los diferentes aspectos geométricos de la carretera se ajustan con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

1.5. LIMITACIONES

No existieron limitaciones en la investigación.

1.6. HIPÓTESIS

Las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista no cumplen con el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018.

1.7. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Objetivo General

Evaluar las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista de acuerdo con el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018.

1.7.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico de la carretera del tramo, cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista – Jaén.
- ✓ Realizar el estudio de tráfico Vehicular de la Carretera Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista - Jaén.
- ✓ Determinar las características geométricas de la carretera del tramo, cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista – Jaén.
- ✓ Determinar si cumple o no cumple las características geométricas.

1.8. DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.8.1. Variable

Características Geométricas.

1.8.2. Operacionalización de variables y matriz de consistencia

Tabla 1*Operacionalización de variable*

HIPÓTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista no cumplen con el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018.	Puntos de comparación sobre los que se basa alguna información geométrica que hacen posible el diseño de una carretera.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	Geometría horizontal	Longitud de curva horizontal	Wincha
				Radio mínimo	Wincha
				Sobreechancho	Wincha
			Tramos en tangente	Visibilidad	Wincha
				Geometría vertical	Pendiente
			Curva vertical		
			Sección transversal	Calzada Berma	Wincha

Tabla 2

Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE RECOLECCION	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA		
¿Se cumple en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista con las características geométricas establecidos por el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018?	OBJETIVO GENERAL:		Las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista no cumplen con el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018.	Geometría horizontal	Longitud de curva horizontal	Wincha	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada	POBLACIÓN: Estuvo conformada por el tramo cruce Shanango – Centro poblado Santa Cruz en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.		
	OBJETIVOS ESPECIFICOS:				Características Geométricas	Geometría vertical			Radio mínimo	Wincha
	- Realizar el levantamiento topográfico de la carretera del tramo, cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista – Jaén.	- Determinar el aforo vehicular.							Sobrealto	Wincha
	- Determinar el aforo vehicular.	- Determinar las características geométricas de la carretera del tramo, cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista – Jaén.							Tramos en tangente	Wincha
	- Determinar las características geométricas de la carretera del tramo, cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista – Jaén.	- Determinar si cumple o no cumple las características geométricas.							Visibilidad	Wincha
									Pendiente	Estación total
									Curva vertical	Wincha
									Calzada	
									Sección transversal	Wincha
									Berma	

1.9. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS

Capítulo I. Introducción: en este capítulo se encuentra la realidad problemática, formulación del problema de investigación, la hipótesis, justificación de la investigación, alcances o delimitación de la investigación, limitaciones.

Capítulo II. Marco teórico: en este capítulo se hace una descripción de los antecedentes internacionales, nacionales y locales que nos sirven para tener en cuenta las investigaciones que se han elaborado relacionadas al tema en estudio, y también bases teóricas que se tendrán en cuenta para el desarrollo de la presente tesis.

Capítulo III. Materiales y métodos: En este capítulo se explica el lugar donde se llevó a cabo la presente investigación, el procedimiento y descripción de la metodología que se tuvo en consideración para la toma de datos. Se indican también las diferentes herramientas que se usaron para el procesamiento de la información tomada en campo.

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados: en este capítulo se desarrolló el análisis de la consistencia de la investigación.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones: en este capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones. Adicionalmente se presenta anexos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En su investigación llevada a cabo en Cundinamarca, Zúñiga (2021) estableció como meta llevar a cabo el diagnóstico del trazado geométrico de la vía Ubaté - Cucunubá. El método de estudio empleado fue de naturaleza básica y diseño no experimental. A partir de los hallazgos, se determinó que la vía es de tipo secundaria, con un ancho de 7.30m, una topografía plana, una velocidad de diseño de 60km/h, una radio de diseño de 113m y una inclinación mínima del 0.30%. Concluyó que, basándose en la evaluación y considerando los criterios de diseño establecidos en el manual de diseño, se debe clasificar la funcionalidad de la carretera como de segundo orden, ya que en la actualidad, esta vía cuenta con parámetros de diseño asignados a una vía de uso terciario.

Freire, (2020), en su tesis *Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo - Pinllopata en el tramo km 20+000 - 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi*. El objetivo general de la investigación fue realizar el diseño geométrico de la vía Shuyo - Pinllopata en el tramo km 20+000 - 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi, las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: como primer paso se realizó el estudio de tráfico anual en donde se obtuvo un valor de 87 vehículos, esto es considerado un tráfico del 10% de TPDA, una vez realizado el estudio de tráfico se tiene que es una carretera de clase cuatro, por ende las secciones transversales debieron coincidir o mantenerse en la mayoría de la vía, luego de ello se concluye que el valor máximo de la gradiente longitudinal es de 7.5%, por una distancia de 2.8 km, considerado dentro de la normativa ecuatoriana como un valor aceptable, el valor de corte del terreno natural fue de 242648.87 m³, esto se ocuparía para compensar el volumen de relleno de 34978.74 m³.

Aleman, (2019) en su tesis, *Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque - Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras*. El objetivo general de la investigación fue elaborar una propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso

vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque - Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras, las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: para este caso la normativa y los parámetros de diseño tienen dificultad para amoldarse al diseño geométrico definitivo, porque los terrenos tienen restricciones naturales como las áreas montañosas y los puntos obligados de paso vehicular, por ende en esta investigación los radios de curvatura en algunos tramos tuvieron que ser menores al radio mínimo calculado, la velocidad de diseño geométrico fue de 30 km/h, sin embargo en el manual se estipulaba que la velocidad de diseño era 50 km/h, además se concluye que las pendientes longitudinales que se usaron para el alineamiento son adecuadas, el diseño de la vía por lo general se considera aceptable pero no en lo absoluto.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Zumaeta, (2022) en su tesis, *Propuesta de diseño geométrico de la carretera Cáplic - Luya, para reducir el tiempo de viaje y mejorar la seguridad de la vía*. El objetivo general de la investigación fue elaborar un proyecto de diseño geométrico para reducir el tiempo de viaje y mejorar la seguridad de la vía, en la vía Cáplic – Luya, las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: se pudo determinar en el tramo de estudio la interferencia de derrumbes, daños en la calzada por las intensas lluvias y también la carpeta de rodadura en pésimas condiciones, hoy además que la vía presenta inestabilidad en la calzada debido a la erosión que se producido por las lluvias permanentes, por ende también se encontraron fisuras longitudinales y transversales por donde discurre el agua y eso conlleva al hundimiento de la vía, por el tipo de orografía fue IV, el talud no presenta su pendiente natural de reposo, la velocidad de diseño de la vía fue de 40 km/h, el vehículo de diseño fue el T2S2, el radio mínimo usado fue de 55 metros, se encontraron en el diseño 19 curvas horizontales, el peralte máximo fue de 11.5% y no existieron sobre anchos, además de la existencia de 5 curvas verticales.

Condorena, (2021) en su tesis, *Propuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal Morales - San Pedro de Cumbaza año 2018*. El objetivo general de la investigación fue formular el mejoramiento del diseño geométrico en la carretera vecinal Morales - San Pedro de Cumbaza, las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: el

cálculo del IMDA fue de 15 vehículos por día para un periodo de tiempo de 10 años, hoy en el estudio topográfico se definieron las características en cuanto al diseño geométrico debiendo acomodarse al perfil del terreno con lo que se optó por radios mínimos de 25 metros, una pendiente máxima de 10%, el peralte en las curvas horizontales fueron igual al 12%, los índices de curvatura fueron de 0.60 y 2.10 en las curvas verticales convexas y cóncavas; respecto al análisis económico en la investigación reflejó que el proyecto es viable, por ello los nuevos parámetros de sección transversal son menores a los parámetros mínimos que tiene el manual, lo cual reflejó un ahorro en tiempo y costo para la construcción de la carretera.

Crispín et al., (2021) en su tesis, *Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada – Paucará*. El objetivo general del problema fue proponer el diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada – Paucará, las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: El índice medio diario anual fue de 467 vehículos por día, el tramo presentó curvas horizontales cerradas, ancho de carril de 3.50 metros, y la pendiente de sección transversal fue de 15°, se determinó que la velocidad de diseño fue de 30 km/h en ambos sentidos de la carretera, por ende la carretera en la actualidad no cumple con los criterios y parámetros acorde con el manual vigente de diseño geométrico, así mismo tiene una deficiente seguridad vial, por ende se debe implementar ello, se deben colocar barreras de contención de concreto en las curvas, el volumen de corte del material fue de 28 073 m³, mientras que 15 270 m³ de relleno.

2.1.3. Antecedentes Locales

Martos, (2022) en su tesis, *Influencia de las características geométricas de la carretera Catan - Yuracmarca del distrito de Jesús de la provincia de Cajamarca en la seguridad vial*. El objetivo general de la investigación fue determinar la influencia de las características geométricas de la carretera Catan - Yuracmarca del distrito de Jesús de la provincia de Cajamarca en la seguridad vial, las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: la conclusión general es que la carretera carece de seguridad, esto porque muchos de los elementos geométricos no cumplen con las parámetros mínimos de diseño como en

planta no cumple con 63.75% y en perfil no cumple en 18.21%, en sección transversal 45.57%, además que la carretera no presenta señalizaciones, la topografía fue ondulada tipo II, 101 curvas horizontales, 102 tramos de tangencia, 109 curvas verticales, las curvas horizontales presentaron radios muy reducidos en 4.71 metros y pendientes fuertes hasta en 18.95%, por ende el 73.89% del tramo total de la carretera no cumple con los parámetros mínimos.

Aguilar, (2019) en su tesis, *Evaluación de los elementos del diseño geométrico de la carretera entre el cruce Polloc - El Mangle, distrito de la Encañada - Cajamarca - Cajamarca*. El objetivo general de la investigación fue realizar la evaluación de los elementos del diseño geométrico de la carretera entre el cruce Polloc - El Mangle, distrito de la Encañada - Cajamarca - Cajamarca, utilizando el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, por ende las conclusiones de la investigación fueron las siguientes: longitud de curva mínima 3% cumplen con los parámetros del manual, en radios mínimos 82% cumplen, longitud de curva mínima y máxima el 71% cumple, en longitud de tangente el 94% cumple, en el sobre ancho de la calzada 6% cumple, en la longitud de curva vertical el 70% cumple, en las pendiente y elementos de alineamiento vertical el 93% cumple, en el ancho de las cunetas 11% cumple y en la altura de las cunetas el 51% cumplen, por ende se concluye que no cumple con los parámetros geométricos del manual de diseño de carreteras.

(Sempertegui, 2024) en su tesis, *Características Geométricas de acuerdo a las normas DG-2018 de la carretera Puerto Ciruelo - Huarango, Cajamarca 2021*. El objetivo general de la investigación fue evaluar las características geométricas de acuerdo a las normas DG-2018 de la carretera, Puerto Ciruelo - Huarango, Cajamarca, se abordó la problemática que, a causa de las deficiencias geométricas en su diseño en algunos tramos, no se cumple con los criterios de la norma DG-2018, según la metodología fue de tipo básica, cuantitativa y diseño no experimental. Como resultados se obtuvo que el 28% de tramos en tangente, el 85% de radios, el 39% de longitudes de curva, el 73% de las pendientes de entrada, el 73% de las pendientes de salida, el 77% de las longitudes de curvas verticales y el 100% de las secciones transversales cumplen; mientras que, el 72%, el 15%, el 61%, el 27%, el 27% y el 23% de los elementos mencionados no cumplen respectivamente. Se concluye que los elementos geométricos no cumplen en su totalidad con lo establecido en la norma DG-2018.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Levantamiento topográfico

Es el proceso que comprende una serie de tareas esenciales para la representación topográfica de un terreno, siendo fundamental que todo levantamiento topográfico se realice con precisiones específicas según el tipo de proyecto. El propósito es generar planos detallados del área en estudio. En el contexto de levantamientos topográficos para carreteras, se sugiere realizar una franja estrecha a lo largo de todo el proyecto para explorar y diseñar diversas variables del trazado (Arévalo, 2023).

2.2.1.1. Método de las secciones transversales

Este enfoque se utiliza habitualmente en levantamientos para estudios y proyectos de carreteras y ferrocarriles. En este método, se recopilan datos perpendiculares al eje del proyecto lineal, con intervalos de 20 metros en terrenos montañosos y 40 metros en terrenos planos. La determinación del ancho de la sección transversal a cada lado del eje de la poligonal de apoyo se basará en las características específicas del proyecto a realizar, generalmente vinculado al derecho de la vía (Arévalo, 2023).

2.2.1.1.1. Levantamiento con estación total

De acuerdo con (Casanova, 2017), se destaca que la realización de levantamientos mediante estación total presenta beneficios en comparación con la recopilación manual de datos, ya que es un proceso automático que elimina posibles errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo. Además los cálculos de coordenadas se llevan a cabo mediante programas de computación integrados en estas estaciones. (Arévalo, 2023)

2.2.2. Teoría del control del tráfico

Para Leon, E., & Ygnacio, M., (2024), el control del tráfico es un área de estudio extensa y vital en la administración del transporte y la movilidad urbana, que conlleva la administración de los elementos viales de tránsito vehicular. Así, se centra en alcanzar la optimización y prevenir problemas de congestión y accidentes de tráfico. A lo largo de los años, se han implementado varias tácticas para tratar la congestión de vehículos y optimizar la eficiencia del tráfico. En términos de control de tráfico, Kerner propone estrategias basadas en la modulación de la velocidad y el flujo de vehículos. Estos métodos pueden incluir la implementación de señales de tráfico variables, la regulación de la velocidad máxima permitida y la gestión activa de la entrada de vehículos a la carretera.

2.2.3. Clasificación de carreteras según el DG -2018

La clasificación de carreteras según el “Manual de Diseño Geométrico DG-2018” se establece a partir de diferentes factores, tales como el tipo de terreno, el flujo de tráfico y la función de cada carretera cumple dentro de la red vial. A continuación, se ofrece una descripción detallada de las categorías definidas en el DG – 2018.

2.2.3.1. Por su demanda

- **Autopista de Primera Clase**

Estas vías se caracterizan por tener un alto Índice Medio Diario Anual (IMDA), superando los 6000 vehículos al día. Además, cuentan con calzadas separadas por un divisor central de 6 metros. Estas carreteras necesitan al menos dos carriles, cada uno con un ancho mínimo de 3.60 metros, lo que garantiza un flujo vehicular adecuado.

- **Autopista de Segunda Clase**

Se trata de una vía con un Índice Medio Diario Anual (IMDA) entre 4001 y 6000 vehículos por día, lo que representa un nivel de tráfico menor al anterior. Estas carreteras también cuentan con calzadas separadas por un divisor central, cuyo ancho puede variar entre 6 y 1 metro. Además, requieren al menos dos carriles, cada uno con un ancho mínimo de 3.60 metros.

- **Carreteras de Primera Clase**

Son carreteras que tienen un Índice Medio Diario Anual (IMDA) entre 2001 y 4000 vehículos por día. Estas vías cuentan con dos carriles, cada uno con un ancho mínimo de 3.60 metros, y su superficie debe estar pavimentada.

- **Carreteras de Segunda Clase**

Son carreteras que tienen un Índice Medio Diario Anual (IMDA) que varía entre 400 y 2000 vehículos por día. Estas vías disponen de dos carriles, cada uno con un ancho mínimo de 3.30 metros, y deben tener una superficie pavimentada.

- **Carreteras de Tercera Clase**

Son carreteras con un Índice Medio Diario Anual (IMDA) inferior a 400 vehículos por día, que tienen dos carriles con un ancho mínimo de 3.00 metros.

De forma excepcional, estos carriles pueden ser de hasta 2.50 metros si se presenta la justificación técnica adecuada. Si la carretera está pavimentada, debe cumplir con las especificaciones geométricas correspondientes a las carreteras de segunda clase.

- **Trochas Carrozables**

Son rutas transitables que no cumplen con las especificaciones geométricas de una carretera, y generalmente tienen un Índice Medio Diario Anual (IMDA) inferior a 200 vehículos por día. Estas vías deben contar con calzadas de al menos 4.00 metros de ancho, y en caso necesario, se construirán ampliaciones llamadas plazuelas de cruce, ubicadas cada 500 metros. La superficie de la carretera puede ser afirmada o no afirmada.

2.2.3.2. Por su orografía

- **Terreno Plano (Tipo 1)**

La vía presenta pendientes transversales al eje que no superan el 10%, y las pendientes longitudinales suelen ser inferiores al 3%.

- **Terreno Ondulado (Tipo 2)**

La vía presenta pendientes transversales al eje que varían entre el 11% y el 50%, mientras que las pendientes longitudinales están en un rango de entre el 3% y el 6%.

- **Terreno Accidentado (Tipo 3)**

La vía presenta pendientes transversales al eje que van del 51% al 100%, y sus pendientes longitudinales más comunes están entre el 6% y el 8%. Esto provoca dificultades en el diseño y trazado de la carretera.

- **Terreno Escarpado (Tipo 4)**

La vía presenta pendientes transversales al eje superiores al 100%, y sus pendientes longitudinales excepcionales superan el 8%. Esto genera serias dificultades en el diseño y trazado de la carretera.

2.2.4. Diseño Geométrico

Según el (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

2.2.4.1. Índice de diario anual (IMDA).

La IMDA (Intensidad Media Diaria Anual) se utiliza principalmente para la planificación y gestión del tráfico, incluyendo la proyección de nuevas rutas o carreteras, el diseño de programas para el mantenimiento y mejora del pavimento, el análisis de patrones en el uso de las vías, la identificación de las características geométricas necesarias para la infraestructura vial, y el desarrollo de proyectos de señalización vial.

2.2.4.2. Vehículo de diseño.

Según el DG – 2018, al elegir el vehículo de diseño para una carretera, es necesario considerar el tipo de tráfico que usa o utilizará la vía. En general, debe tomarse en cuenta la presencia significativa de vehículos pesados, ya que estos influyen en las características del diseño de la carretera. Por lo tanto, el vehículo de diseño habitual será el vehículo comercial rígido, como los camiones y autobuses.

2.2.4.3. Velocidad de diseño.

La elección de la velocidad de diseño será el resultado de un análisis técnico y económico de diferentes opciones de trazado, considerando la topografía del área. En terrenos planos, es posible permitir altas velocidades a un costo de construcción relativamente bajo. Sin embargo, en áreas con mucha pendiente o relieve accidentado, será más costoso mantener una alta velocidad de diseño.

Tabla 3*Velocidad de diseño de un tramo Homogéneo VTR (km/h)*

Clasificación	Orografía	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano						X	X	X	X	X	X
	Ondulado						X	X	X	X	X	
	Accidentado					X	X	X	X			
	Escarpado					X	X					
Autopista de segunda clase	Plano				X	X	X	X	X	X	X	
	Ondulado				X	X	X	X	X			
	Accidentado				X	X	X	X	X			
	Escarpado				X	X	X					
Carretera de primera clase	Plano				X	X	X	X	X			
	Ondulado				X	X	X	X				
	Accidentado			X	X	X	X					
	Escarpado			X	X	X						
Carretera de segunda clase	Plano				X	X	X	X	X			
	Ondulado				X	X	X					
	Accidentado			X	X	X						
	Escarpado		X	X	X							
Carretera de tercera clase	Plano		X	X	X	X	X	X				
	Ondulado		X	X	X	X	X	X				
	Accidentado	X	X	X								
	Escarpado	X										

*Nota: Manual de DG-2018***2.2.4.4. Distancia de Visibilidad.**

Es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

2.2.4.4.1. Distancia de visibilidad de parada.

Es la distancia mínima necesaria para que un vehículo que circula a la velocidad de diseño se detenga antes de llegar a un obstáculo inmóvil en su camino, se calcula mediante la fórmula:

$$Dp = 0.278 * V * t_p * 0.039 \left(\frac{v^2}{a} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Dp. Distancia de parada

V: Velocidad de diseño (km/h)

tp: Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración de m/s² (será función de fricción y de la pendiente longitud del tramo).

El tiempo de reacción de frenado, es el intervalo entre el instante en que el conductor reconoce la existencia de un objeto, o peligro sobre la plataforma, adelante y el instante en que realmente aplica los frenos. Así se define que el tiempo de reacción estaría de 2 a 3 segundos, se recomienda tomar el tiempo de percepción- reacción de 2.5 segundos.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será \geq a la distancia de visibilidad de parada. La tabla 205.1 de la norma DG 2018, muestra las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad de diseño y pendiente.

Para vías con pendiente superior a 3%, a tanto en ascenso como en descenso, se pueda calcular con la siguiente formula:

$$Dp = 0.278 * V * t_p + \frac{v^2}{254 \left(\left(\frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

d: Distancia de frenado (m).

V: Velocidad de diseño (Km /h).

a: Deceleración en m/s² (será función del coeficiente de fricción y de la Pendiente longitudinal del tramo).

i: Pendiente longitudinal (tramo por uno)

+i: Subiendo respecto al sentido de circulación.

-i: Bajadas respecto al sentido de circulación.

Tp: Tiempo de percepción + reacción (s)

Tabla 4*Distancia de visibilidad de parada*

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)						
Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

*Nota: Tomado del DG-2018***2.2.4.5. Diseño Geométrico en planta.**

El diseño geométrico en planta o 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.

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 visibilidad.

2.2.4.5.1. Radios mínimos.

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los radios más pequeños que permiten transitar a la velocidad de diseño y con el máximo peralte posible, manteniendo niveles aceptables de seguridad y confort. Para calcular estos radios mínimos, se puede emplear una fórmula específica.

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127(0.01 e_{\max} + f_{\max})} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

R_{mín} : radio mínimo en metros

V : Velocidad de diseño en km/h

e_{máx} : Peralte máximo de la curva en valor decimal.

f_{máx} : Factor máximo en fricción.

Tabla 5
Fricción Transversal en curvas

Velocidad Directriz (Km/h)	f
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14

Nota: Manual de DG-2018

Tabla 6*Radios mínimos y peraltes máximos*

Ubicación de la Vía	Velocidad de Diseño	P_{máx} (%)	F_{máx}	Radio Calculado	Radio Redondeado
Área Rural (plano u ondulado)	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
Área Rural (accidentado o escarpado)	130	8	0.08	831.7	835
	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	255
	110	12	0.11	414.2	415
120	12	0.09	539.9	540	
130	12	0.08	665.4	665	

Nota: Manual de DG-2018

2.2.4.1. Diseño Vertical.

2.2.4.2. 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. 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, (Aguilar Flores, 2019).

2.2.4.2.1. Curvas verticales.

Según el (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018).

Las curvas verticales deben diseñarse de manera que aseguren, al menos, una visibilidad equivalente a la distancia mínima necesaria para detenerse a tiempo. Además, siempre que sea posible, se buscará proporcionar una visibilidad mayor a la distancia requerida para el paso seguro de los vehículos. Las curvas verticales se caracterizan por su parámetro de curvatura K , que se define como la longitud de la curva en el plano horizontal, medida en metros, por cada 1% de cambio en la pendiente de la vía.

$$K = \frac{L}{A} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

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

Tabla 7*Índice k Cálculo de la longitud de curva vertical convexa*

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	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
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Nota: Manual de DG-2018***2.2.4.3. Secciones Transversales.**

Las secciones transversales del terreno natural estarán referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas con radios inferiores a 100 m. En caso de quiebres, en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre (*Freire Ruíz, 2020*).

2.2.4.3.1. Velocidad de diseño y su relación con el costo de la carretera.

Según el (*Diseño Geométrico de Carreteras, 2018*)

A. Calzada

La calzada de la carretera está destinada al paso de vehículos, e incluye uno o más carriles, sin contar la berma. La vía se divide en carriles para permitir que más vehículos circulen en la misma dirección.

La cantidad de carriles se determinará según las proyecciones de tráfico y la estructura prevista, basándose en la IMDA de diseño y el nivel de tráfico esperado. Los carriles destinados para adelantamientos no se cuentan dentro del total de carriles de la vía. Los anchos de los carriles en la calzada pueden ser de 3,00 m, 3,30 m o 3,60 m.

Se consideran los siguientes factores:

En las autopistas: El mínimo de carriles por calzada será de dos.

En las carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada.

Tabla 8

Ancho mínimo de la calzada tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
	>6000				6000 – 4001				4000 - 2001				2000 – 4000				< 400				
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase				
Tipo Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño:																				6.00	6.00
30 km/h																					
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.00	
50 km/h										7.20	7.20				6.60	6.60	6.60	6.60	6.00		
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60			
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60			
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20			7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20			7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20																
120 km/h	7.20	7.20			7.20																
130 km/h	7.20																				

Nota: (Diseño Geométrico DG, 2018)

B. BERMAS

La franja longitudinal es un área ubicada al lado de la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que actúa como límite para la capa de rodadura. Esta zona está destinada a proporcionar seguridad, permitiendo el estacionamiento de vehículos en situaciones de emergencia.

Tabla 9

Ancho de Bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	>6000				6000 – 4001				4000 - 2001				2000 – 4000				< 400			
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Orografía																				
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

C. PERALTES

Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras:

Se denomina peralte a la inclinación de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

Tabla 10

Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥ 100
Radio (m)	3500	3500	3500	7500

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

El peralte máximo estándar será del 8%, y en casos excepcionales podrá llegar hasta el 10%. En carreteras de afirmado con buen drenaje, en situaciones extremas, se podría considerar un peralte máximo de aproximadamente 12%.

Tabla 11

Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, ondulado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0%	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0%	6.0%

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

El peralte mínimo será el 2%, para los radio y velocidades de diseño.

Tabla 12

Valores de Peralte Mínimo

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5000 \leq R < 7,500$
$40 \leq V < 100$	$2,500 \leq R < 3,500$

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

D. SOBREENCHO

La fórmula de cálculo está dada por el Manual DG-2018 y recomendada por la AASHTO.

$$S_a = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

N: Número de carriles.

R: Radio de la curva (m).

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m).

V: Velocidad directriz (Km/h)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Según el (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

- **Alineamiento Horizontal:** La disposición de la carretera en relación con la curvatura del terreno en un plano horizontal.
- **Alineamiento Vertical:** La disposición de la carretera en relación con la variación de la elevación del terreno en un plano vertical.
- **Ancho de Calzada:** La medida horizontal de la superficie de la carretera destinada al tránsito de vehículos.
- **Cuneta:** Un canal o zanja a lo largo del borde de la carretera diseñado para recoger y drenar agua de lluvia.
- **Curva:** Una porción de la carretera que se desvía de una línea recta, generalmente diseñada para adaptarse a la topografía del terreno.
- **Espesor de Pavimento:** La medida vertical del material de pavimento utilizado para construir la superficie de la carretera.
- **Geometría de la Carretera:** El diseño físico y espacial de la carretera, incluyendo su alineamiento, curvas, pendientes, y otros elementos.
- **Intersección:** Un punto donde dos o más caminos se cruzan, lo que puede requerir la implementación de dispositivos de control de tráfico.

- **Línea de Borde:** Una línea marcada o física que delimita el límite lateral de la calzada.
- **Longitud de Curva:** La distancia a lo largo de la carretera necesaria para completar una curva desde su inicio hasta su final.
- **Pendiente:** La inclinación de la carretera en relación con el terreno circundante, medida en porcentaje o grados.
- **Radios de Curva:** La medida del arco de una curva, que determina su suavidad o agudeza.
- **Sección Transversal:** La representación visual de la forma y dimensiones de la carretera en un corte transversal perpendicular a su dirección.
- **Trazado de la Carretera:** La ruta específica trazada para la construcción de la carretera, incluyendo curvas, rectas, y cambios de elevación.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación Política

La investigación se realizó en la Carretera Cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, de acuerdo a la Normas del Manual de Diseño Geométrico 2018, en el tramo del Km 00+00.00 al Km 5+000.00.

País: Perú

Región: Cajamarca.

Provincia: Jaén.

Distrito: Bellavista.

Tramo inicial: Cruce Shanango

Tramo final: Centro Poblado Santa Cruz

Figura 1

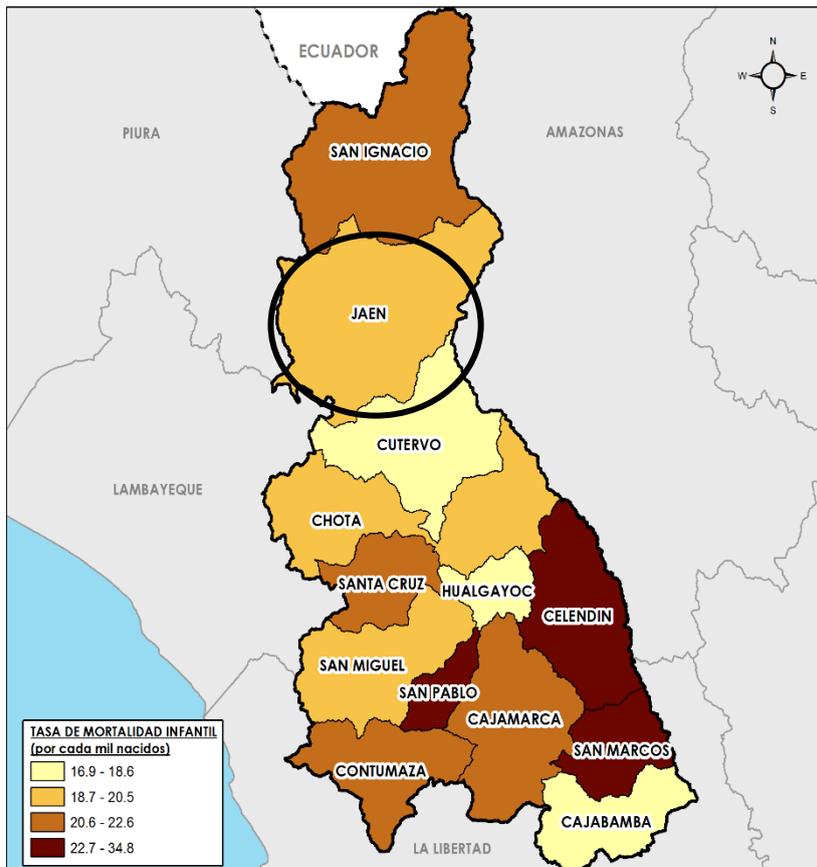
Ubicación del departamento de Cajamarca en el Mapa del Perú



Nota: INEI

Figura 2

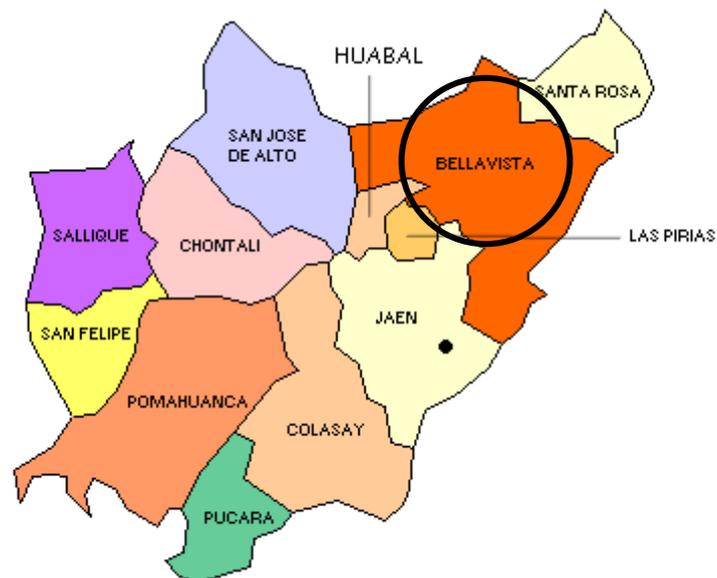
Ubicación de la provincia de Jaén en el mapa de Cajamarca.



Nota: INEI.

Figura 3

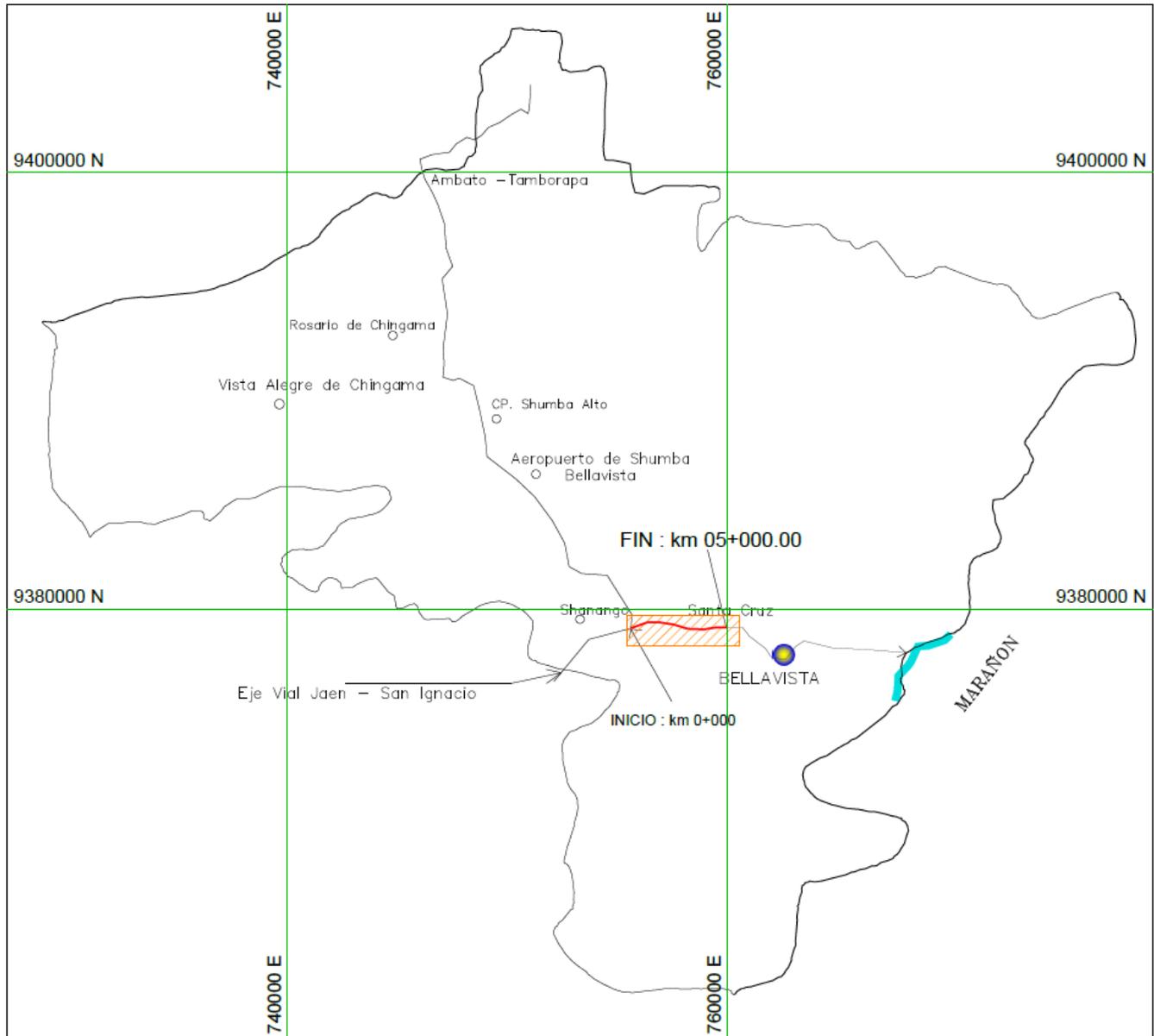
Ubicación del Distrito de Bellavista en el Mapa de Jaén.



Nota: Museo escolar los Bracamoros.

Figura 4

Ubicación del camino vecinal en estudio, desde el Km 00+000 – Km 05+000.



3.1.2. Ubicación Geográfica

Las coordenadas de la zona en estudio corresponden al sistema de Referencia WGS84, ZONA 17 M y a continuación se aprecia las coordenadas UTM.

Tabla 13

Ubicación del punto inicial de la carretera

Lugar: Cruce Shanango			
Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Este	749838.150 m	Longitud	78°44'40.0" W
Norte	9374765.464 m	Latitud	5°39'07.7" S
Elevación	551.021 m.s.n.m		

Tabla 14

Ubicación del punto final de la carretera

Lugar: Centro Poblado Santa Cruz			
Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Este	754739.409 m	Longitud	78°42'00.8" W
Norte	9374777.048 m	Latitud	5°39'06.7" S
Elevación	483.000 m.s.n.m		

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

- **Equipos topográficos:** Estación Total Leica Geosystems TS-06, un trípode, dos prismas, GPS marca Garmin; empleados para el levantamiento topográfico de la zona de estudio con la finalidad de conocer sus características geométricas y geográficas.
- **Wincha topográfica:** Se utilizó una cinta métrica flexible, de la marca KAMASA de 30 metros, enrollada dentro de una caja de plástico.

3.3. ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se llevó a cabo en el mes de abril hasta el mes de octubre del año 2024, en la carretera del tramo Cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, ubicado en el Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, en el Departamento de Cajamarca.

3.4. POBLACIÓN

La población estuvo conformada por el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

3.5. MUESTRA

La carretera Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, en el distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca; desde el KM 0+000.00 hasta el KM 5+000.00.

3.6. UNIDAD DE ANÁLISIS

Las características geométricas de la carretera Cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, en el distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

3.7. UNIDAD DE OBSERVACIÓN

La unidad de observación está conformada por los elementos geométricos individuales que componen el tramo en estudio, tales como el alineamiento horizontal (curvas y tangentes), el perfil longitudinal (pendientes), el ancho de calzada y berma, radios de curvatura, sobreelevaciones y otras características geométricas definidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

3.8. METODOLOGÍA

3.8.1. Tipo de la investigación

Desde el nivel de investigación, se clasifica como aplicada, ya que se emplearon conocimientos técnicos y normativas específicas que fueron utilizadas directamente en el desarrollo del estudio.

3.8.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, ya que se enfoca en detallar y caracterizar de manera precisa las características geométricas presentes en el tramo.

3.8.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipulará la variable, sino describir la situación tal como se presenta en la realidad.

3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

- Técnica: Fue la observación directa, la cual es una técnica clave empleado para identificar y describir las características geométricas del estado actual del tramo.
- Instrumentos: Formatos de aforo Vehicular.

3.10. PROCEDIMIENTO

3.10.1. Trabajo en campo

3.10.1.1. Reconocimiento de la vía de estudio

Se realizó mediante una inspección directa del tramo comprendido entre el Cruce Shanango y el Centro Poblado Santa Cruz, en el distrito de Bellavista. Durante este recorrido se identificaron las características visibles del alineamiento horizontal y vertical, el estado físico de la superficie de rodadura.

3.10.1.2. Levantamiento topográfico

Se llevó a cabo a lo largo del tramo Cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, utilizando estación total, con el objetivo de registrar las características geométricas.

a. Replanteo y ubicación del eje vial:

- Se camina toda la vía para identificar el eje de la carretera existente, marcando puntos de referencia.
- Se colocaron puntos de control (vértices) a lo largo del eje: cada 20 metros en tramos rectos y cada 10 metros en curvas, así como en todos los cambios de pendiente.

b. Levantamiento del eje:

- Se midió la posición de coordenadas X, Y y elevación de cada punto sobre el eje.
- Se levantaron quiebres de pendientes.

A través de este levantamiento, se obtuvieron todo lo necesario para comparar las condiciones geométricas actuales de la carretera con los valores establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

3.10.1.3. Estudio de tránsito vehicular

El estudio se llevó a cabo mediante un aforo vehicular, que consistió en el conteo directo de vehículos durante siete días consecutivos, cubriendo tanto días laborables como fines de semana, con el objetivo de obtener un valor representativo del tránsito promedio.

- a. **Ubicación del aforo:** El punto de conteo fue seleccionado estratégicamente en un sector intermedio del tramo, donde existe visibilidad.
- b. **Duración y horario:** El conteo se realizó durante 10 horas continuas por día (7:00 am a 5:00 pm).
- c. **Clasificación vehicular utilizada:** Se empleó la clasificación vehicular propuesta por el MTC, agrupando los vehículos en las siguientes categorías.
 - Motocicletas
 - Vehículos livianos (autos, station wagon, camionetas)
 - Camiones (2 ejes, 3 ejes)

3.10.1.4. Recolección de anchos de calzada y bermas

- Cada 20 metros en tramos rectos y uniformes.
- Cada 10 metros en tramos de curvas.

Se utilizaron cintas métricas de 30 metros y en algunos casos, apoyo de la estación total para mejorar la precisión en terrenos inclinados.

3.10.2. Trabajo en gabinete

3.10.2.1. Elaboración de los planos de la vía de estudio

El proceso de elaboración de planos se realizó en gabinete utilizando herramientas de diseño asistido por computadora (CAD), siguiendo los siguientes pasos:

- a. **Descarga y depuración de datos:** Se transfirieron los datos del levantamiento topográfico desde la estación total al software AUTOCAD Civil 3D, donde se verificó las coordenadas, cotas.
- b. **Trazado en planta de la vía:** Se representó el eje de la carretera sobre el plano topográfico, marcando las progresivas, radios de curvatura, cambios de alineación.
- c. **Generación del perfil longitudinal:** Con base en las cotas del eje se generó el perfil longitudinal, el cual muestra la pendiente del terreno a lo largo del tramo.

- d. Dibujo de secciones transversales:** Se elaboraron las secciones de cada punto del eje indicando las cotas.

3.10.2.2. Determinación del tránsito vehicular

Con los datos recolectados se procedió a:

- Calcular el Índice Medio Diario (IMD) de tránsito vehicular.
- Estimar el Índice Medio Diario Anual (IMDA), mediante el uso de factores de corrección.
- Determinar el porcentaje de vehículos pesados.
- Establecer la clase de carretera conforme al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

Lo cual el tipo de tránsito obtenido permitió determinar que el tramo corresponde a una carretera de tercera clase, y con base a ello, se adoptó una velocidad de diseño de 40 km/h en cumplimiento con lo establecido por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

3.10.2.3. Evaluación de las características geométricas del tramo de estudio

- a. Análisis de pendientes longitudinales y transversales:** Se evaluaron las pendientes longitudinales a lo largo de la vía, determinando si se mantenían dentro de los límites máximos permitidos para el tipo de terreno y clase de carretera. De igual forma se analizaron las pendientes transversales. Lo cual estos análisis permitieron clasificar orográficamente el terreno en Tipo 1.
- b. Determinación de la velocidad de diseño:** En función del tipo de terreno, el volumen de tránsito y la clase de carretera, se estableció una velocidad de diseño de 40 km/h.
- c. Cálculo de la distancia de visibilidad de parada:** Se calcularon las distancias mínimas requeridas para detener el vehículo en condiciones de seguridad, tomando en cuenta la velocidad de diseño, el coeficiente de fricción y el tiempo de percepción – reacción del conductor.
- d. Determinación del sobreebanco en curvas:** Se determinó el sobreebanco requerido en curvas horizontales, de acuerdo con el radio y el tipo de vehículo de diseño.

- e. **Evaluación de radios mínimos de curvatura:** Se analizaron los radios de curvaturas existentes, comparándolos con los radios mínimos permitidos según la velocidad de diseño.
- f. **Evaluación de curvas verticales:** Se analizaron las curvas verticales de cambio de pendiente, tanto cóncavas como convexas.
- g. **Verificación del ancho de calzada y bermas:** Se midieron los anchos reales de calzada y bermas a lo largo del tramo.

3.11. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

3.11.1. Características de tránsito

3.11.1.1. Estudio de tráfico.

Para llevar a cabo el Estudio de tráfico en la investigación, se estableció una estación principal de conteo vehicular, la misma que fue presentada y consignado en nuestro informe.

El proceso de aforo vehicular se inició con el registro del flujo de tránsito, anotado tanto la cantidad como los tipos de vehiculos que circularon por el tramo evaluado.

3.11.1.2. Factor de corrección estacional.

Para este caso el factor de corrección estacional fue de 1 porque no se encuentra estaciones cercanas en el tramo de estudio.

3.11.1.3. Índice medio diario anual (IMDA).

Se realizó primero el índice medio diario semanal, con el flujo de vehículos en ambos sentidos, dividido entre el número de días del conteo:

$$IMDS_{TOTAL} = IMDS_{SENTIDO A} + IMDS_{SENTIDO B} \dots\dots\dots \text{Ecuación 6}$$

Luego se calculó el IMDA, en función del índice medio diario semanal y también el factor de corrección estacional:

$$IMDA = IMDS * FC \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

Dado que el factor de corrección resultó ser igual a 1, se presentan directamente:

$$IMDA = IMDS \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Tabla 15

Resumen de conteo Vehicular

TIPO DE VEHICULO	MOTO	MOTOCAR	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			CAMION	TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	
DIAGRA. VEH.									
LUNES 07/10/2024	34	24	51	27	35	0	26	7	224
MARTES 08/10/2024	39	30	29	32	26	1	23	9	189
MIÉRCOLES 09/10/2024	33	31	27	30	32	0	24	5	182
JUEVES 10/10/2024	35	41	50	24	31	2	19	8	210
VIERNES 11/10/2024	32	36	59	22	46	0	20	4	229
SÁBADO 12/10/2024	21	47	62	29	54	1	30	0	244
DOMINGO 13/10/2024	56	77	89	41	57	0	25	0	345
TOTAL	250	296	354	205	281	4	167	33	1623
PORCENTAJE				97.97%				2.03%	

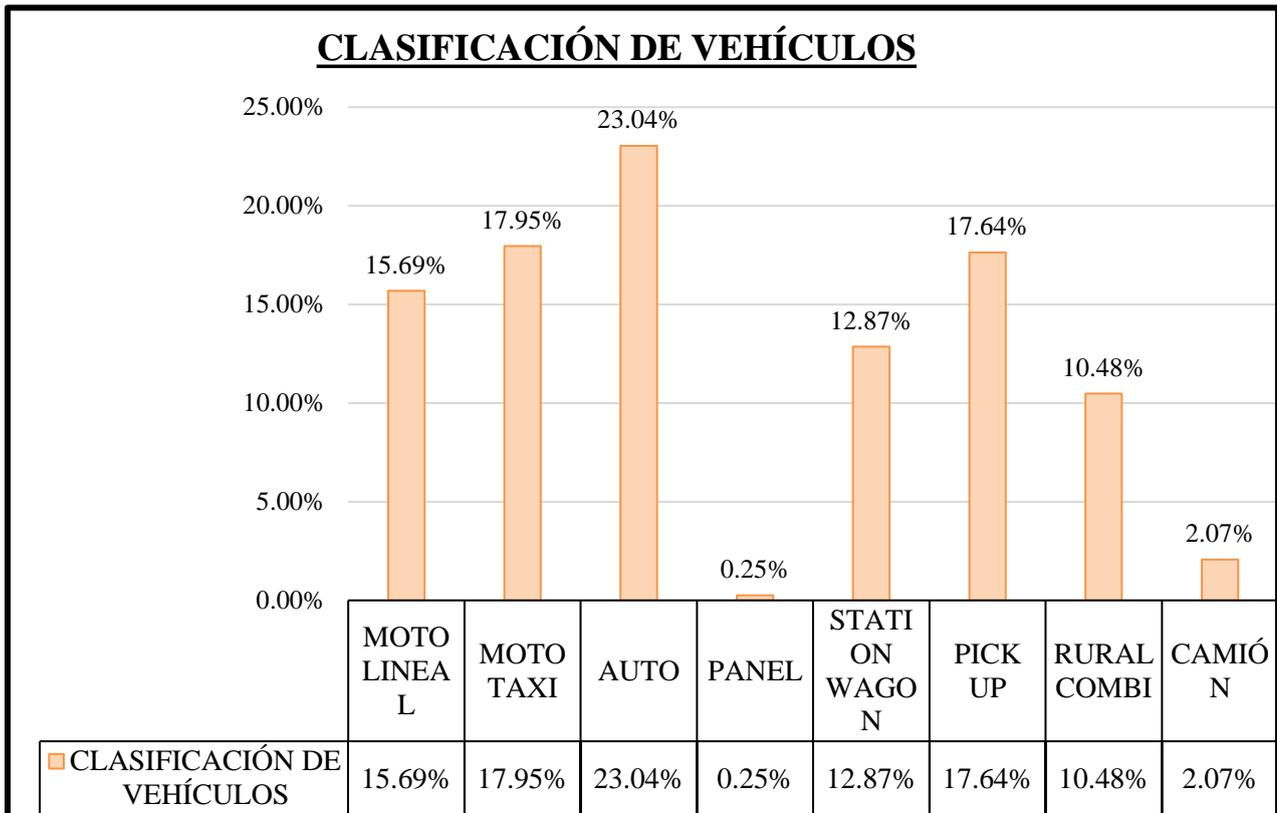
Tabla 16

Tráfico vehicular promedio diario semanal

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS		VEHÍCULOS LIVIANOS							VEHÍCULO PESADOS	TOTAL
DÍA	FECHA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	PANEL	STATION WAGON	PICK UP	RURAL COMBI	CAMIÓN 2 E	
LUNES	07/10/2024	34	24	51	0	27	35	26	7	204
MARTES	08/10/2024	39	30	29	1	32	26	23	9	189
MIÉRCOLES	09/10/2024	33	31	27	0	30	32	24	5	182
JUEVES	10/10/2024	35	41	50	2	24	31	19	8	210
VIERNES	11/10/2024	32	36	59	0	22	46	20	4	219
SÁBADO	12/10/2024	21	47	62	1	29	54	30	0	244
DOMINGO	13/10/2024	56	77	89	0	41	57	25	0	345
TOTAL		250	296	367	4	205	281	167	33	1593
PORCENTAJE (%)		15.69%	17.95%	23.04%	0.25%	12.87%	17.64%	10.48%	2.07%	100.00%
IMDS		36	44	52	1	29	40	24	5	228
Fc					1.0000				1.0000	
IMDA		36	44	52	1	29	40	24	5	228
TOTAL, IMDA					223				5	228

Figura 5

Porcentaje de vehículos en la semana



3.11.2. Clasificación de la vía.

3.11.2.1. Clasificación según su demanda.

Tabla 17

Clasificación según su demanda

Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018)

Carretera de Tercera Clase: Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimo.

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

Basándonos en la cantidad de vehículos que teníamos de 228 vehículos por día, consideramos que la Carretera en estudio está en Carreteras de Tercera Clase.

3.11.2.2. Clasificación por orografía.

Para ello se tomó en cuenta el manual de diseño geométrico del año 2018, para el cálculo de pendientes transversales del eje del tramo.

Tabla 18

Clasificación de pendientes transversales

TIPO	CARACTERÍSTICA
Terreno plano (Tipo 1)	Pendiente transversal: $p < 10\%$
Terreno ondulado (Tipo 2)	Pendiente transversal: $11\% < p < 50\%$
Terreno accidentado (Tipo 3)	Pendiente transversal: $51\% < p < 100\%$
Terreno escarpado (Tipo 4)	Pendiente transversal: $p > 100\%$

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

Tabla 19

Pendientes transversales de la izquierda y de la derecha

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
00+000.00	10.53	Tipo 1	17.79	Tipo 2
00+020.00	23.95	Tipo 2	47.52	Tipo 2
00+040.00	32.59	Tipo 2	37.46	Tipo 2
00+060.00	35.99	Tipo 2	45.97	Tipo 2
00+080.00	67.59	Tipo 3	35.08	Tipo 2
00+100.00	22.77	Tipo 2	44.23	Tipo 2
00+120.00	13.94	Tipo 2	19.20	Tipo 2
00+140.00	4.60	Tipo 1	116.44	Tipo 4
00+160.00	23.55	Tipo 2	4.26	Tipo 1
00+180.00	27.14	Tipo 2	36.43	Tipo 2
00+200.00	4.79	Tipo 1	17.68	Tipo 2
00+220.00	5.14	Tipo 1	12.24	Tipo 2
00+240.00	4.93	Tipo 1	19.46	Tipo 2
00+260.00	19.62	Tipo 2	22.50	Tipo 2
00+280.00	9.79	Tipo 1	10.33	Tipo 1

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
00+300.00	10.08	Tipo 1	10.97	Tipo 1
00+320.00	7.86	Tipo 1	15.49	Tipo 2
00+340.00	15.59	Tipo 2	17.23	Tipo 2
00+360.00	21.33	Tipo 2	28.87	Tipo 2
00+380.00	26.43	Tipo 2	19.78	Tipo 2
00+400.00	21.74	Tipo 2	15.10	Tipo 2
00+420.00	20.41	Tipo 2	8.93	Tipo 1
00+440.00	16.09	Tipo 2	23.11	Tipo 2
00+460.00	20.14	Tipo 2	22.91	Tipo 2
00+480.00	23.86	Tipo 2	18.01	Tipo 2
00+500.00	24.00	Tipo 2	16.40	Tipo 2
00+520.00	18.60	Tipo 2	8.17	Tipo 1
00+540.00	14.57	Tipo 2	4.57	Tipo 1
00+560.00	9.59	Tipo 1	4.85	Tipo 1
00+580.00	15.48	Tipo 2	27.43	Tipo 2
00+600.00	16.81	Tipo 2	9.70	Tipo 1
00+620.00	10.72	Tipo 1	8.27	Tipo 1
00+640.00	8.29	Tipo 1	5.58	Tipo 1
00+660.00	9.12	Tipo 1	42.01	Tipo 2
00+680.00	7.63	Tipo 1	10.84	Tipo 1
00+700.00	26.74	Tipo 2	9.16	Tipo 1
00+720.00	25.04	Tipo 2	10.64	Tipo 1
00+740.00	24.08	Tipo 2	15.65	Tipo 2
00+760.00	24.13	Tipo 2	15.42	Tipo 2
00+780.00	26.80	Tipo 2	14.28	Tipo 2
00+800.00	18.92	Tipo 2	7.63	Tipo 1
00+820.00	10.98	Tipo 1	18.48	Tipo 2
00+840.00	15.29	Tipo 2	3.08	Tipo 1
00+860.00	26.08	Tipo 2	4.27	Tipo 1
00+880.00	13.70	Tipo 2	26.66	Tipo 2

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
00+900.00	6.09	Tipo 1	14.62	Tipo 2
00+920.00	10.27	Tipo 1	18.16	Tipo 2
00+940.00	57.17	Tipo 3	20.98	Tipo 2
00+960.00	66.45	Tipo 3	19.99	Tipo 2
00+980.00	63.86	Tipo 3	21.42	Tipo 2
01+000.00	72.43	Tipo 3	21.26	Tipo 2
01+020.00	32.36	Tipo 2	19.35	Tipo 2
01+040.00	15.36	Tipo 2	38.04	Tipo 2
01+060.00	16.51	Tipo 2	26.00	Tipo 2
01+080.00	27.65	Tipo 2	37.05	Tipo 2
01+100.00	26.98	Tipo 2	31.13	Tipo 2
01+120.00	30.21	Tipo 2	20.80	Tipo 2
01+140.00	48.88	Tipo 2	18.30	Tipo 2
01+160.00	5.23	Tipo 1	19.81	Tipo 2
01+180.00	6.69	Tipo 1	6.93	Tipo 1
01+200.00	5.37	Tipo 1	18.41	Tipo 2
01+220.00	15.68	Tipo 2	13.67	Tipo 2
01+240.00	10.55	Tipo 1	9.87	Tipo 1
01+260.00	10.66	Tipo 1	5.46	Tipo 1
01+280.00	6.64	Tipo 1	2.68	Tipo 1
01+300.00	12.44	Tipo 2	0.54	Tipo 1
01+320.00	7.41	Tipo 1	18.40	Tipo 2
01+340.00	15.28	Tipo 2	9.85	Tipo 1
01+360.00	9.40	Tipo 1	9.34	Tipo 1
01+380.00	9.33	Tipo 1	16.53	Tipo 2
01+400.00	14.96	Tipo 2	10.09	Tipo 1
01+420.00	18.75	Tipo 2	11.03	Tipo 2
01+440.00	21.36	Tipo 2	10.66	Tipo 1
01+460.00	17.16	Tipo 2	33.55	Tipo 2
01+480.00	19.50	Tipo 2	33.94	Tipo 2

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
01+500.00	30.31	Tipo 2	28.58	Tipo 2
01+520.00	23.72	Tipo 2	18.90	Tipo 2
01+540.00	1.83	Tipo 1	24.84	Tipo 2
01+560.00	13.34	Tipo 2	4.83	Tipo 1
01+580.00	30.19	Tipo 2	20.57	Tipo 2
01+600.00	31.18	Tipo 2	10.45	Tipo 1
01+620.00	23.41	Tipo 2	6.62	Tipo 1
01+640.00	44.23	Tipo 2	10.44	Tipo 1
01+660.00	39.24	Tipo 2	3.92	Tipo 1
01+680.00	28.04	Tipo 2	13.32	Tipo 2
01+700.00	14.43	Tipo 2	5.16	Tipo 1
01+720.00	14.14	Tipo 2	23.52	Tipo 2
01+740.00	28.73	Tipo 2	10.70	Tipo 1
01+760.00	14.36	Tipo 2	4.31	Tipo 1
01+780.00	6.48	Tipo 1	2.75	Tipo 1
01+800.00	9.73	Tipo 1	5.30	Tipo 1
01+820.00	13.53	Tipo 2	4.05	Tipo 1
01+840.00	18.74	Tipo 2	9.52	Tipo 1
01+860.00	10.25	Tipo 1	7.37	Tipo 1
01+880.00	15.63	Tipo 2	15.98	Tipo 2
01+900.00	11.45	Tipo 2	9.80	Tipo 1
01+920.00	7.27	Tipo 1	6.27	Tipo 1
01+940.00	7.94	Tipo 1	3.54	Tipo 1
01+960.00	8.04	Tipo 1	6.93	Tipo 1
01+980.00	14.60	Tipo 2	28.40	Tipo 2
02+000.00	9.84	Tipo 1	1.96	Tipo 1
02+020.00	10.78	Tipo 1	13.76	Tipo 2
02+040.00	18.58	Tipo 2	13.93	Tipo 2
02+060.00	2.49	Tipo 1	34.30	Tipo 2
02+080.00	12.20	Tipo 2	20.97	Tipo 2

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
02+100.00	4.34	Tipo 1	6.61	Tipo 1
02+120.00	2.75	Tipo 1	16.35	Tipo 2
02+140.00	14.68	Tipo 2	2.09	Tipo 1
02+160.00	15.98	Tipo 2	24.07	Tipo 2
02+180.00	11.57	Tipo 2	7.98	Tipo 1
02+200.00	10.91	Tipo 1	15.36	Tipo 2
02+220.00	16.59	Tipo 2	14.81	Tipo 2
02+240.00	12.67	Tipo 2	10.02	Tipo 1
02+260.00	8.73	Tipo 1	7.89	Tipo 1
02+280.00	11.00	Tipo 2	8.34	Tipo 1
02+300.00	8.73	Tipo 1	10.20	Tipo 1
02+320.00	1.00	Tipo 1	4.59	Tipo 1
02+340.00	15.53	Tipo 2	7.36	Tipo 1
02+360.00	5.49	Tipo 1	5.99	Tipo 1
02+380.00	3.61	Tipo 1	7.30	Tipo 1
02+400.00	18.08	Tipo 2	3.99	Tipo 1
02+420.00	15.55	Tipo 2	20.99	Tipo 2
02+440.00	4.71	Tipo 1	20.92	Tipo 2
02+460.00	1.99	Tipo 1	15.11	Tipo 2
02+480.00	2.45	Tipo 1	14.78	Tipo 2
02+500.00	0.30	Tipo 1	5.65	Tipo 1
02+520.00	2.52	Tipo 1	7.90	Tipo 1
02+540.00	0.14	Tipo 1	14.69	Tipo 2
02+560.00	1.25	Tipo 1	15.03	Tipo 2
02+580.00	0.61	Tipo 1	13.82	Tipo 2
02+600.00	1.74	Tipo 1	9.95	Tipo 1
02+620.00	3.04	Tipo 1	2.01	Tipo 1
02+640.00	5.68	Tipo 1	10.88	Tipo 1
02+660.00	0.52	Tipo 1	10.95	Tipo 1
02+680.00	4.60	Tipo 1	3.48	Tipo 1

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
02+700.00	0.47	Tipo 1	11.44	Tipo 2
02+720.00	3.24	Tipo 1	3.15	Tipo 1
02+740.00	9.60	Tipo 1	9.61	Tipo 1
02+760.00	39.05	Tipo 2	9.73	Tipo 1
02+780.00	49.50	Tipo 2	6.54	Tipo 1
02+800.00	41.40	Tipo 2	4.24	Tipo 1
02+820.00	43.32	Tipo 2	10.89	Tipo 1
02+840.00	40.64	Tipo 2	6.99	Tipo 1
02+860.00	40.92	Tipo 2	6.16	Tipo 1
02+880.00	18.27	Tipo 2	8.64	Tipo 1
02+900.00	6.68	Tipo 1	3.03	Tipo 1
02+920.00	2.85	Tipo 1	24.26	Tipo 2
02+940.00	1.13	Tipo 1	19.91	Tipo 2
02+960.00	8.14	Tipo 1	44.02	Tipo 2
02+980.00	8.53	Tipo 1	2.29	Tipo 1
03+000.00	6.03	Tipo 1	39.87	Tipo 2
03+020.00	9.33	Tipo 1	50.25	Tipo 1
03+040.00	11.21	Tipo 2	27.58	Tipo 2
03+060.00	1.63	Tipo 1	16.90	Tipo 2
03+080.00	8.45	Tipo 1	5.98	Tipo 1
03+100.00	24.69	Tipo 2	23.89	Tipo 2
03+120.00	22.81	Tipo 2	16.48	Tipo 2
03+140.00	15.77	Tipo 2	10.66	Tipo 1
03+160.00	10.46	Tipo 1	0.60	Tipo 1
03+180.00	10.37	Tipo 1	10.22	Tipo 1
03+200.00	9.50	Tipo 1	0.71	Tipo 1
03+220.00	18.95	Tipo 2	3.56	Tipo 1
03+240.00	0.39	Tipo 1	71.06	Tipo 3
03+260.00	0.04	Tipo 1	59.70	Tipo 3
03+280.00	0.31	Tipo 1	56.23	Tipo 3

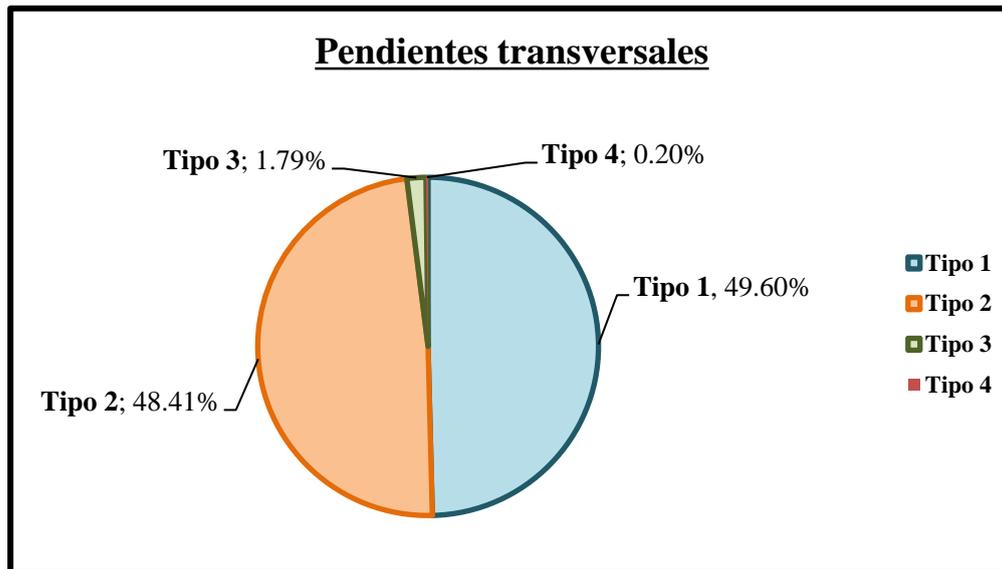
Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
03+300.00	11.05	Tipo 2	48.54	Tipo 2
03+320.00	6.44	Tipo 1	19.56	Tipo 2
03+340.00	11.52	Tipo 2	27.22	Tipo 2
03+360.00	12.46	Tipo 2	27.84	Tipo 2
03+380.00	4.05	Tipo 1	36.26	Tipo 2
03+400.00	16.24	Tipo 2	9.94	Tipo 1
03+420.00	17.36	Tipo 2	16.44	Tipo 2
03+440.00	18.74	Tipo 2	10.30	Tipo 1
03+460.00	14.65	Tipo 2	10.63	Tipo 1
03+480.00	16.33	Tipo 2	6.20	Tipo 1
03+500.00	10.99	Tipo 1	9.17	Tipo 1
03+520.00	12.48	Tipo 2	0.81	Tipo 1
03+540.00	7.11	Tipo 1	6.08	Tipo 1
03+560.00	1.94	Tipo 1	1.11	Tipo 1
03+580.00	25.03	Tipo 2	1.05	Tipo 1
03+600.00	15.73	Tipo 2	8.72	Tipo 1
03+620.00	35.01	Tipo 2	0.23	Tipo 1
03+640.00	19.21	Tipo 2	6.20	Tipo 1
03+660.00	23.17	Tipo 2	0.57	Tipo 1
03+680.00	36.41	Tipo 2	0.48	Tipo 1
03+700.00	27.88	Tipo 2	3.85	Tipo 1
03+720.00	49.54	Tipo 2	13.39	Tipo 2
03+740.00	39.61	Tipo 2	17.19	Tipo 2
03+760.00	42.36	Tipo 2	16.15	Tipo 2
03+780.00	39.57	Tipo 2	15.60	Tipo 2
03+800.00	36.45	Tipo 2	11.74	Tipo 2
03+820.00	14.53	Tipo 2	11.87	Tipo 2
03+840.00	13.18	Tipo 2	22.83	Tipo 2
03+860.00	6.71	Tipo 1	10.47	Tipo 1
03+880.00	8.48	Tipo 1	7.52	Tipo 1

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
03+900.00	7.01	Tipo 1	5.78	Tipo 1
03+920.00	14.75	Tipo 2	1.62	Tipo 1
03+940.00	4.40	Tipo 1	7.28	Tipo 1
03+960.00	10.70	Tipo 1	8.31	Tipo 1
03+980.00	5.49	Tipo 1	6.80	Tipo 1
04+000.00	21.07	Tipo 2	0.66	Tipo 1
04+020.00	17.87	Tipo 2	6.19	Tipo 1
04+040.00	8.26	Tipo 1	10.53	Tipo 1
04+060.00	7.81	Tipo 1	12.58	Tipo 2
04+080.00	60.56	Tipo 3	10.44	Tipo 1
04+100.00	7.66	Tipo 1	4.73	Tipo 1
04+120.00	21.75	Tipo 2	10.10	Tipo 1
04+140.00	19.58	Tipo 2	1.72	Tipo 1
04+160.00	14.83	Tipo 2	10.75	Tipo 1
04+180.00	14.90	Tipo 2	4.51	Tipo 1
04+200.00	20.79	Tipo 2	21.00	Tipo 2
04+220.00	22.39	Tipo 2	10.13	Tipo 1
04+240.00	15.08	Tipo 2	7.42	Tipo 1
04+260.00	36.38	Tipo 2	33.56	Tipo 2
04+280.00	32.96	Tipo 2	40.30	Tipo 2
04+300.00	13.78	Tipo 2	3.25	Tipo 1
04+320.00	14.81	Tipo 2	1.29	Tipo 1
04+340.00	15.50	Tipo 2	6.42	Tipo 1
04+360.00	25.29	Tipo 2	20.39	Tipo 2
04+380.00	22.92	Tipo 2	3.19	Tipo 1
04+400.00	32.66	Tipo 2	5.42	Tipo 1
04+420.00	20.26	Tipo 2	8.42	Tipo 1
04+440.00	32.33	Tipo 2	4.15	Tipo 1
04+460.00	18.63	Tipo 2	6.28	Tipo 1
04+480.00	21.23	Tipo 2	8.62	Tipo 1

Progresiva	Pendiente transversal izquierda (%)	Tipo	Pendiente transversal derecha (%)	Tipo
04+500.00	18.51	Tipo 2	6.79	Tipo 1
04+520.00	21.85	Tipo 2	12.64	Tipo 2
04+540.00	15.59	Tipo 2	7.99	Tipo 1
04+560.00	13.01	Tipo 2	10.95	Tipo 1
04+580.00	10.57	Tipo 1	10.73	Tipo 1
04+600.00	18.01	Tipo 2	3.18	Tipo 1
04+620.00	13.81	Tipo 2	4.17	Tipo 1
04+640.00	13.57	Tipo 2	4.94	Tipo 1
04+660.00	16.53	Tipo 2	4.27	Tipo 1
04+680.00	18.06	Tipo 2	5.22	Tipo 1
04+700.00	4.30	Tipo 1	7.38	Tipo 1
04+720.00	5.89	Tipo 1	4.40	Tipo 1
04+740.00	4.45	Tipo 1	6.23	Tipo 1
04+760.00	2.60	Tipo 1	6.05	Tipo 1
04+780.00	2.70	Tipo 1	6.70	Tipo 1
04+800.00	8.97	Tipo 1	3.64	Tipo 1
04+820.00	10.44	Tipo 1	6.07	Tipo 1
04+840.00	17.81	Tipo 2	5.17	Tipo 1
04+860.00	13.93	Tipo 2	5.29	Tipo 1
04+880.00	17.63	Tipo 2	5.63	Tipo 1
04+900.00	5.41	Tipo 1	8.50	Tipo 1
04+920.00	3.10	Tipo 1	5.65	Tipo 1
04+940.00	2.92	Tipo 1	4.91	Tipo 1
04+960.00	0.00	Tipo 1	4.52	Tipo 1
04+980.00	3.30	Tipo 1	6.02	Tipo 1
05+000.00	0.03	Tipo 1	10.97	Tipo 1

Tabla 20*Resumen de pendientes transversales lado derecho e izquierda*

Tipo	Cantidad		Porcentaje
	Izquierda	Derecha	
Tipo 1	102	147	49.60%
Tipo 2	143	100	48.41%
Tipo 3	6	3	1.79%
Tipo 4	0	1	0.20%
Total	502		100.00%

Figura 6*Porcentaje de pendientes transversales***Tabla 21***Clasificación según pendientes longitudinales*

TIPO	CARACTERÍSTICA
Terreno plano (Tipo 1)	Pendiente longitudinal: $p < 3\%$
Terreno ondulado (Tipo 2)	Pendiente transversal: 3% y 6%
Terreno accidentado (Tipo 3)	Pendiente transversal: 6% y 8%
Terreno escarpado (Tipo 4)	Pendiente transversal: $p > 8\%$

Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

Tabla 22*Pendientes longitudinales*

TRAMO		PENDIENTE	TIPO
P. inicial	P. final		
00+000.00	00+021.41	1.55%	Plano
00+021.41	00+120.98	-5.82%	Ondulado
00+120.98	00+305.20	-0.35%	Plano
00+305.20	00+469.99	0.86%	Plano
00+469.99	00+593.44	-2.78%	Plano
00+593.44	01+043.06	0.21%	Plano
01+043.06	01+278.63	-0.90%	Plano
01+278.63	01+342.68	-4.42%	Ondulado
01+342.68	01+573.26	-0.27%	Plano
01+573.26	01+670.58	-4.76%	Ondulado
01+670.58	01+783.41	-7.30%	Accidentado
01+783.41	01+967.80	-5.02%	Ondulado
01+967.80	02+240.90	2.20%	Plano
02+240.90	02+437.18	-2.88%	Plano
02+437.18	02+623.96	-5.45%	Ondulado
02+623.96	02+977.34	-2.16%	Plano
02+977.34	03+186.71	1.48%	Plano
03+186.71	03+303.42	-2.44%	Plano
03+303.42	03+440.43	1.72%	Plano
03+440.43	03+617.66	-4.40%	Ondulado
03+617.66	04+001.30	-1.06%	Plano
04+001.30	04+245.79	-0.52%	Plano
04+245.79	04+455.39	-1.37%	Plano
04+455.39	04+631.83	0.86%	Plano
04+631.83	04+787.66	-2.04%	Plano
04+787.66	04+970.45	-0.18%	Plano

Tabla 23

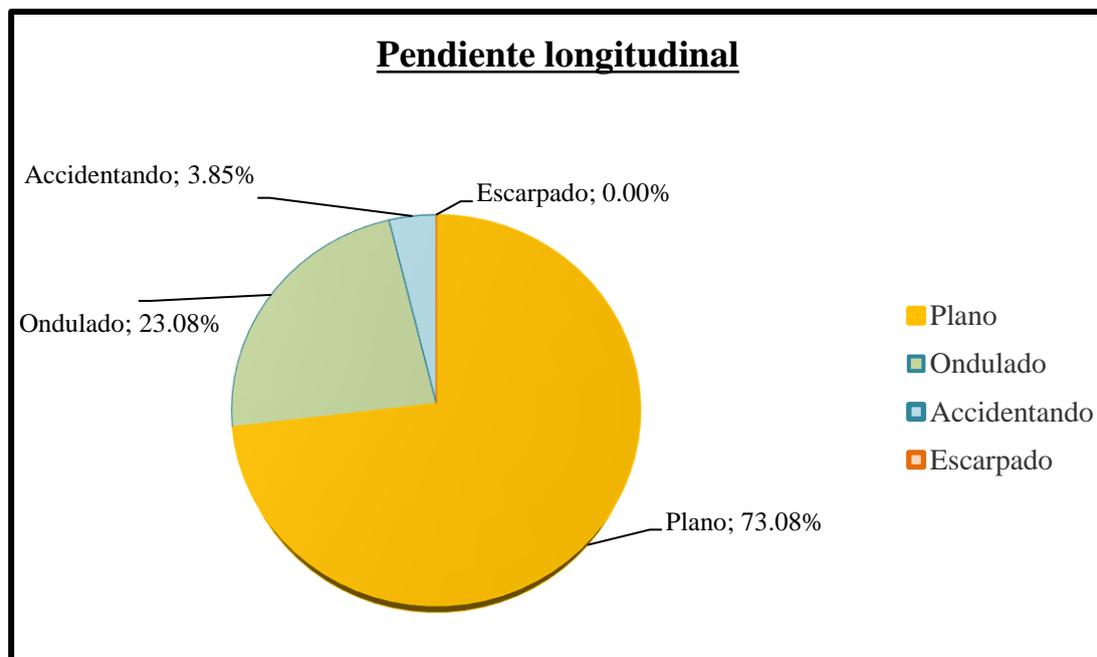
Resumen de pendientes longitudinales

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Plano	19	73.08%
Ondulado	6	23.08%
Accidentando	1	3.85%
Escarpado	0	0.00%
Total	26	100%

Nota: Esta tabla muestra que tipo de terreno pertenece la vía de estudio, de acuerdo al porcentaje de las pendientes longitudinales.

Figura 7

Porcentaje de pendiente Longitudinal



Nota: En el gráfico se observa que el tramo de estudio tiene una Orografía de Terreno Plano (Tipo 1).

3.11.3. Velocidad de diseño

Tras realizar un análisis técnico y considerando la clasificación de la vía que es Carretera de Tercera Clase y que tiene una Orografía de Terreno Plano (tipo 1); la velocidad de diseño se consideró en la investigación fue de 40 km/h.

3.11.4. Vehículo de diseño

Tabla 24

Vehículos en una semana

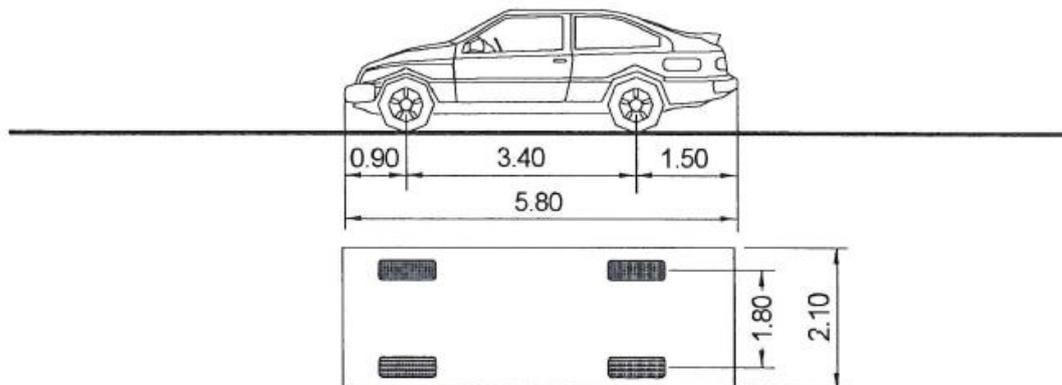
Clasificación de Vehiculos		
Moto Lineal	250	15.69%
Moto Taxi	286	17.95%
Auto	367	23.04%
Panel	4	0.25%
Station Wagon	205	12.87%
Pick Up	281	17.64%
Rural Combi	167	10.48%
Camión 2E	33	2.07%
TOTAL	1593	100.00%

Nota: Esta tabla muestra la elección del vehículo según el análisis del tráfico.

El vehículo de diseño seleccionado es un Auto, diseñado específicamente para el transporte de pasajeros (Categoría M)

Figura 8

Vehículo de diseño (VL)-Auto



Nota: (Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

Características:

- ✓ Alto: 1.30 m.
- ✓ Ancho: 2.10 m.
- ✓ Largo: 5.80 m.
- ✓ Ancho entre ejes: 1.80 m.

- ✓ Vuelo delantero: 0.90 m.
- ✓ Separación entre ejes: 3.40 m.
- ✓ Vuelo trasero: 1.50 m.

3.11.5. Distancia de visibilidad

3.11.5.1. Distancia de visibilidad de parada

Ejemplo de cálculo de distancia de visibilidad de la curva N22.

Datos:

Dp: Distancia de parada

V: 40 km/hora

tp: 2.5s

i: 1.579%

a: 3.4 m/s², según el MTC.

Reemplazando en la Ecuación 2

$$D_p = 0.278 * V * tp + \frac{V^2}{254 \left(\left(\frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Reemplazando:

$$D_p = 0.278 * 40 * 2.5 + \frac{40^2}{254 \left(\left(\frac{3.4}{9.81} \right) + 1.579\% \right)}$$

$$D_p = 0.278 * 40 * 2.5 + \frac{1600}{254 \left(\left(\frac{3.4}{9.81} \right) + 1.579\% \right)}$$

$$D_p = 0.278 * 40 * 2.5 + 17.383$$

$$D_p = 27.8 + 17.383$$

$$D_p = 45.18 \text{ m}$$

Ahora encontramos la Distancia de Visibilidad:

$$D_v = 2 * D_p \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

$$D_v = 2 * 45.18$$

$$D_v = 90.36 \text{ m}$$

Tabla 25*Distancia de visibilidad en curvas*

N° Curva	Pendiente crítica (%)	Radio	Dist. De Parada	Dist. De visibilidad	M Existente	M Calculado	Condición
1	-0.288	100.00	46.13 m	92.25 m	0.96	10.45	No cumple
2	-7.092	100.00	50.65 m	101.30 m	0.28	12.56	No cumple
3	-3.666	200.00	48.12 m	96.25 m	0.45	5.76	No cumple
4	-0.418	170.00	46.20 m	92.39 m	2.25	6.24	No cumple
5	0.490	220.00	45.72 m	91.44 m	0.59	4.73	No cumple
6	-1.708	200.00	46.92 m	93.83 m	0.39	5.48	No cumple
7	0.443	140.00	45.75 m	91.49 m	0.92	7.41	No cumple
8	-1.857	500.00	47.00 m	94.01 m	0.18	2.21	No cumple
9	1.965	200.00	45.00 m	90.00 m	0.35	5.04	No cumple
10	-0.554	100.00	46.27 m	92.54 m	0.75	10.52	No cumple
11	-0.554	140.00	46.27 m	92.54 m	0.54	7.58	No cumple
12	-4.251	240.00	48.52 m	97.03 m	0.71	4.89	No cumple
13	2.871	240.00	44.58 m	89.17 m	0.59	4.13	No cumple
14	-0.710	260.00	46.36 m	92.71 m	0.47	4.12	No cumple
15	-6.964	130.00	50.55 m	101.09 m	0.68	9.70	No cumple
16	-4.429	200.00	48.64 m	97.28 m	0.36	5.89	No cumple
17	2.506	200.00	44.75 m	89.50 m	0.12	4.99	No cumple
18	2.506	200.00	44.75 m	89.50 m	0.35	4.99	No cumple
19	-3.596	500.00	48.08 m	96.16 m	0.19	2.31	No cumple
20	-5.392	500.00	49.32 m	98.65 m	0.07	2.43	No cumple
21	-2.263	500.00	47.24 m	94.49 m	0.20	2.23	No cumple
22	1.579	160.00	45.18 m	90.37 m	0.40	6.34	No cumple
23	1.579	120.00	45.18 m	90.37 m	0.12	8.41	No cumple
24	-1.890	200.00	47.02 m	94.05 m	0.18	5.50	No cumple
25	1.581	100.00	45.18 m	90.36 m	0.24	10.04	No cumple
26	-4.760	500.00	48.87 m	97.74 m	0.06	2.39	No cumple
27	-0.482	500.00	46.23 m	92.46 m	0.07	2.14	No cumple
28	-0.932	300.00	46.48 m	92.95 m	0.36	3.59	No cumple
29	-0.932	500.00	46.48 m	92.95 m	0.20	2.16	No cumple

N° Curva	Pendiente crítica (%)	Radio	Dist. De Parada	Dist. De visibilidad	M Existente	M Calculado	Condición
30	0.595	500.00	45.67 m	91.34 m	0.47	18.00	No cumple
31	-1.488	500.00	46.79 m	93.58 m	0.15	2.19	No cumple
32	0.500	500.00	45.72 m	91.43 m	0.20	2.09	No cumple

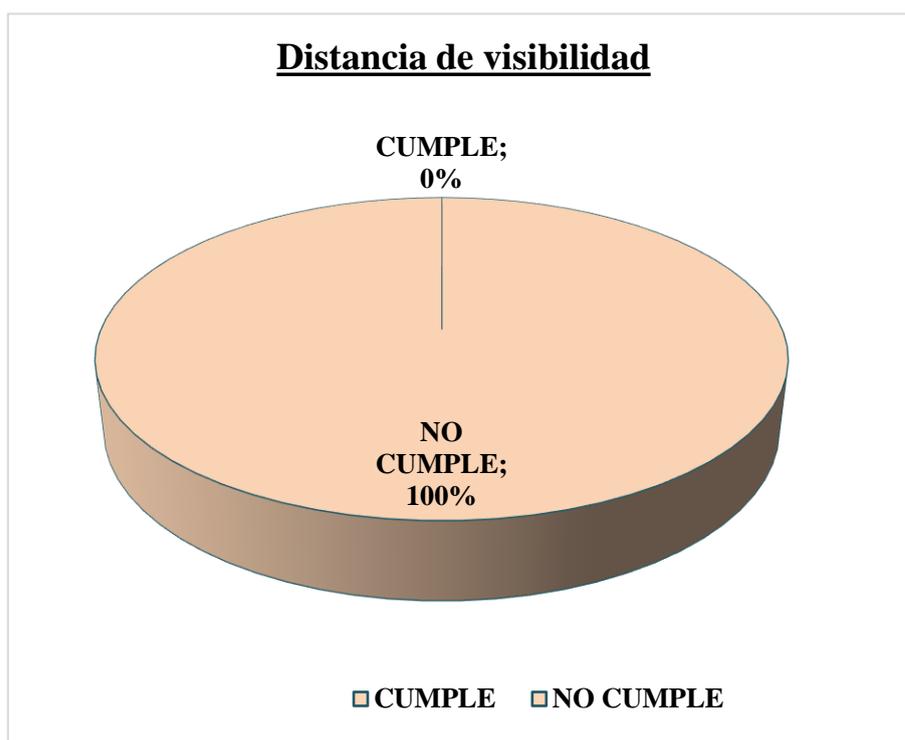
Tabla 26

Resumen de la evaluación de distancia de visibilidad en curvas.

CONDICIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
CUMPLE	0	0%
NO CUMPLE	32	100%
TOTAL	32	100%

Figura 9

Distancia de visibilidad



3.12. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

3.12.1. Tramos en Tangente

Para realizar el análisis y definir las longitudes adecuadas en las tangentes, se utilizaron las fórmulas establecidas en el manual de diseño de geométrico de carreteras DG-2018.

- Longitud recta mínima entre dos curvas de sentido contrario “S”

$$L_{min.s} = 1.39 * V_d \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

$$L_{min.s} = 1.39 * 40$$

$$L_{min.s} = 55.6m$$

- Longitud recta mínima entre dos curvas del mismo sentido “O”

$$L_{min.o} = 2.78 * V_d \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

$$L_{min.o} = 2.78 * 40$$

$$L_{min.o} = 111.20m$$

- Longitud máxima en tramo recto.

$$L_{máx} = 16.7 * V_d \dots\dots\dots \text{Ecuación 12}$$

$$L_{máx} = 16.7 * 40$$

$$L_{máx} = 668m$$

Tabla 27

Verificación de la longitud en tramos de tangente.

PPI	Progresivas		Tramos en tangente		Sentido	Clasificación	Condición
	P. inicial	P. final	Existente	Norma			
1	00+000.00	00+000.00	0.00	55.6	I	-	No cumple
2	00+015.32	00+029.13	13.81	111.2	I	O	No cumple
3	00+046.20	00+053.62	7.42	111.2	I	O	No cumple
4	00+097.84	00+111.22	13.38	111.2	I	O	No cumple
5	00+171.91	00+199.33	27.42	55.6	D	S	No cumple
6	00+216.42	00+232.46	16.05	111.2	D	O	No cumple

PPI	Progresivas		Tramos en tangente		Sentido	Clasificación	Condición
	P. inicial	P. final	Existente	Norma			
7	00+283.64	00+296.18	12.54	111.2	D	O	No cumple
8	00+596.41	00+612.43	16.02	55.6	I	S	No cumple
9	00+699.36	00+712.93	13.57	55.6	D	S	No cumple
10	00+830.17	00+842.04	11.87	55.6	I	S	No cumple
11	00+873.79	00+885.97	12.18	55.6	D	S	No cumple
12	00+911.86	00+924.12	12.26	55.6	I	S	No cumple
13	00+988.28	01+006.69	18.41	55.6	D	S	No cumple
14	01+043.20	01+060.04	16.84	55.6	I	S	No cumple
15	01+124.55	01+140.22	15.67	55.6	D	S	No cumple
16	01+183.55	01+196.73	13.18	111.2	D	O	No cumple
17	01+258.32	01+270.22	11.90	111.2	D	O	No cumple
18	01+316.70	01+323.60	6.90	55.6	I	S	No cumple
19	01+386.34	01+398.16	11.82	55.6	D	S	No cumple
20	01+461.57	01+475.29	13.72	55.6	I	S	No cumple
21	01+540.77	01+549.12	8.35	55.6	D	S	No cumple
22	01+592.77	01+606.81	14.04	55.6	I	S	No cumple
23	01+682.88	01+694.16	11.28	111.2	I	O	No cumple
24	01+705.10	01+710.35	5.25	55.6	D	S	No cumple
25	01+802.01	01+810.57	8.56	111.2	D	O	No cumple
26	01+844.89	01+851.77	6.88	111.2	D	O	No cumple
27	02+057.81	02+065.73	7.92	55.6	I	S	No cumple
28	02+188.31	02+196.80	8.49	111.2	I	O	No cumple
29	02+301.87	02+316.61	14.74	55.6	D	S	No cumple
30	02+401.00	02+415.15	14.15	55.6	I	S	No cumple
31	02+528.10	02+549.86	21.76	55.6	D	S	No cumple
32	02+924.75	02+936.93	12.18	55.6	I	S	No cumple
33	03+018.54	03+032.63	14.09	55.6	D	S	No cumple
34	03+401.87	03+516.40	114.53	55.6	I	S	Cumple
35	03+937.82	03+993.68	55.86	55.6	D	S	Cumple
36	04+134.22	04+141.93	7.71	55.6	I	S	No cumple
37	04+234.14	04+246.09	11.95	55.6	D	S	No cumple

PPI	Progresivas		Tramos en tangente		Sentido	Clasificación	Condición
	P. inicial	P. final	Existente	Norma			
38	04+473.73	04+483.00	9.27	111.2	D	O	No cumple
39	04+694.47	04+717.94	23.47	55.6	I	S	No cumple
40	04+883.38	04+892.80	9.42	55.6	D	S	No cumple

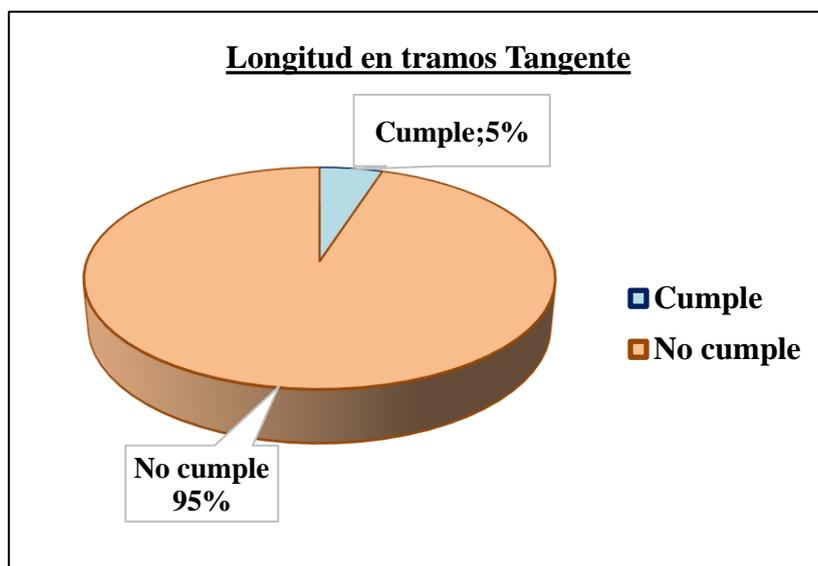
Tabla 28

Resumen de verificación de la longitud en tramos en tangente

Condición	Cantidad	Porcentaje
Cumple	2	5%
No cumple	38	95%
Total	40	100%

Figura 10

Tramos en Tangente.



3.12.2. Curvas Horizontales

De acuerdo con el manual a continuación se presentan los parámetros del tramo de estudio y la comparación de acuerdo con la norma técnica.

Se calculó los elementos de la curva al igual que de las demás curvas:

Datos de entrada:

Ángulo de deflexión (Δ) = 15°55'51"

Radio (R) = 100 m.

Progresiva (PI) = 0 + 015.32.

Tabla 29

Elementos de curvas horizontales

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL											
PPI	PC	PI	PT	DEFLEXION	DIRECCIÓN	RADIO	T	L	LC	E	M
1	0+001.32	0+015.32	0+029.13	15°55'51"	N 73°32'01"E	100.00	13.99	27.80	27.71	0.97	0.96
2	0+038.76	0+046.20	0+053.62	8°30'45"	N 61°18'43"E	100.00	7.44	14.86	14.84	0.28	0.28
3	0+084.45	0+097.86	0+111.24	7°40'25"	N 53°13'08"E	200.00	13.41	26.79	26.77	0.45	0.45
4	0+144.03	0+171.94	0+199.35	18°38'39"	N 58°42'16"E	170.00	27.91	55.32	55.07	2.28	2.25
5	0+200.34	0+216.44	0+232.49	8°22'28"	N 72°12'49"E	220.00	16.11	32.16	32.13	0.59	0.59
6	0+271.07	0+283.64	0+296.18	7°11'34"	N 79°59'50"E	200.00	12.57	25.11	25.09	0.39	0.39
7	0+580.25	0+596.41	0+612.43	13°10'15"	N 77°00'30"E	140.00	16.26	32.18	32.11	0.93	0.92
8	0+685.79	0+699.36	0+712.93	3°06'38"	N 71°58'41"E	500.00	13.58	27.14	27.14	0.18	0.18

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL

PPI	PC	PI	PT	DEFLEXION	DIRECCIÓN	RADIO	T	L	LC	E	M
9	0+818.27	0+830.17	0+842.04	6°48'27"	N 70°00'47"E	200.00	11.90	23.76	23.75	0.35	0.35
10	0+861.48	0+873.79	0+885.97	14°02'09"	N 73°44'37"E	100.00	12.31	24.50	24.44	0.75	0.75
11	0+899.54	0+911.86	0+924.12	10°03'27"	N 75°43'58"E	140.00	12.32	24.58	24.54	0.54	0.54
12	0+969.80	0+988.28	1+006.69	8°48'29"	N 75°06'29"E	240.00	18.48	36.89	36.86	0.71	0.71
13	1+026.30	1+043.20	1+060.04	8°03'13"	N 75°29'07"E	240.00	16.90	33.73	33.71	0.59	0.59
14	1+108.85	1+124.55	1+140.22	6°54'48"	N 74°54'54"E	260.00	15.71	31.37	31.35	0.47	0.47
15	1+170.28	1+183.55	1+196.73	11°39'26"	N 84°12'01"E	130.00	13.27	26.45	26.40	0.68	0.67
16	1+246.39	1+258.32	1+270.22	6°49'41"	S 86°33'25"E	200.00	11.93	23.83	23.82	0.36	0.35
17	1+309.8	1+316.7	1+323.6	3°57'12"	S 85°07'11"E	200.00	6.90	13.80	13.80	0.12	0.12
18	1+374.5	1+386.34	1+398.16	6°46'36"	S 83°42'29"E	200.00	11.84	23.66	23.64	0.35	0.35
19	1+447.85	1+461.57	1+475.29	3°08'41"	S 81°53'31"E	500.00	13.73	27.44	27.44	0.19	0.19
20	1+532.41	1+540.77	1+549.12	1°54'55"	S 82°30'25"E	500.00	08.36	16.71	16.71	0.07	0.07
21	1+578.73	1+592.77	1+606.81	3°13'02"	S 83°09'28"E	500.00	14.04	28.08	28.07	0.20	0.20
22	1+671.55	1+682.88	1+694.16	8°05'48"	N 89°58'53"E	160.00	11.32	22.61	22.59	0.40	0.40
23	1+699.85	1+705.10	1+710.35	5°00'55"	N 88°26'27"E	120.00	05.26	10.50	10.50	0.12	0.11
24	1+793.43	1+802.01	1+810.57	4°54'46"	S 86°35'43"E	200.00	08.58	17.15	17.14	0.18	0.18
25	1+837.97	1+844.89	1+851.77	7°54'24"	S 80°11'07"E	100.00	06.91	13.80	13.79	0.24	0.24
26	2+049.9	2+057.81	2+065.73	1°48'49"	S 77°08'20"E	500.00	07.91	15.83	15.83	0.06	0.06
27	2+179.83	2+188.31	2+196.80	1°56'40"	S 79°01'04"E	500.00	08.48	16.97	16.97	0.07	0.07

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL

PPI	PC	PI	PT	DEFLEXION	DIRECCIÓN	RADIO	T	L	LC	E	M
28	2+287.12	2+301.87	2+316.61	5°37'57"	S 77°10'26"E	300.00	14.76	29.49	29.48	0.36	0.36
29	2+386.85	2+401.00	2+415.15	3°14'34"	S 75°58'45"E	500.00	14.15	28.30	28.29	0.20	0.20
30	2+506.30	2+528.10	2+549.86	4°59'30"	S 75°06'16"E	500.00	21.79	43.56	43.55	0.47	0.47
31	2+912.57	2+924.75	2+936.93	2°47'32"	S 74°00'17"E	500.00	12.19	24.37	24.36	0.15	0.15
32	3+004.44	3+018.54	3+032.63	3°13'51"	S 73°47'08"E	500.00	14.10	28.19	28.19	0.20	0.20
33	3+282.03	3+401.87	3+516.4	29°30'47"	S 86°55'36"E	455.00	119.85	234.37	231.79	15.52	15.01
34	3+881.63	3+937.82	3+993.68	10°42'03"	N 83°40'02"E	600.00	56.19	112.06	111.89	2.63	2.61
35	4+126.51	4+134.22	4+141.93	1°45'59"	N 89°54'03"E	500.00	07.71	15.41	15.41	0.06	0.06
36	4+222.19	4+234.14	4+246.09	2°44'18"	N 89°24'53"E	500.00	11.95	23.90	23.89	0.14	0.14
37	4+464.46	4+473.73	4+483.00	2°07'27"	N 89°06'28"E	500.00	09.27	18.54	18.54	0.09	0.09
38	4+670.98	4+694.47	4+717.94	5°22'51"	N 87°28'45"E	500.00	23.50	46.96	46.94	0.55	0.55
39	4+873.96	4+883.38	4+892.80	2°09'30"	N 85°52'05"E	500.00	09.42	18.84	18.83	0.09	0.09

3.12.3. Sobreancho

El sobreancho es el aumento del ancho de una curva o tramo de carretera, diseñado para compensar los efectos de la fuerza centrífuga que actúan sobre los vehículos al tomar una curva. Esto se hace para mejorar la seguridad y comodidad del tránsito, permitiendo que los vehículos puedan tomar las curvas con mayor estabilidad y sin riesgo de deslizamiento, especialmente en carreteras con curvas cerradas.

El sobreancho se implementa generalmente en las curvas horizontales, aumentando el ancho de la calzada en función de factores como la velocidad de diseño y el radio de la curva.

Datos:

Radio (R) = 100 m.

Progresiva (PI) = 0 + 015.32

n: número de carriles: 2

V: 40

Para determinar la longitud “L” se ha tenido en consideración el vehículo de diseño en este caso consideraremos un Auto.

L = Distancia entre eje posterior y frontal

$$L = 1.50m + 3.40m$$

$$L = 4.90 m$$

Reemplazamos en la fórmula de Sobreancho:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 13}$$

$$Sa = 2 \left(100 - \sqrt{100^2 - 4.9^2} \right) + \frac{40}{10\sqrt{100}}$$

$$Sa = 0.60m$$

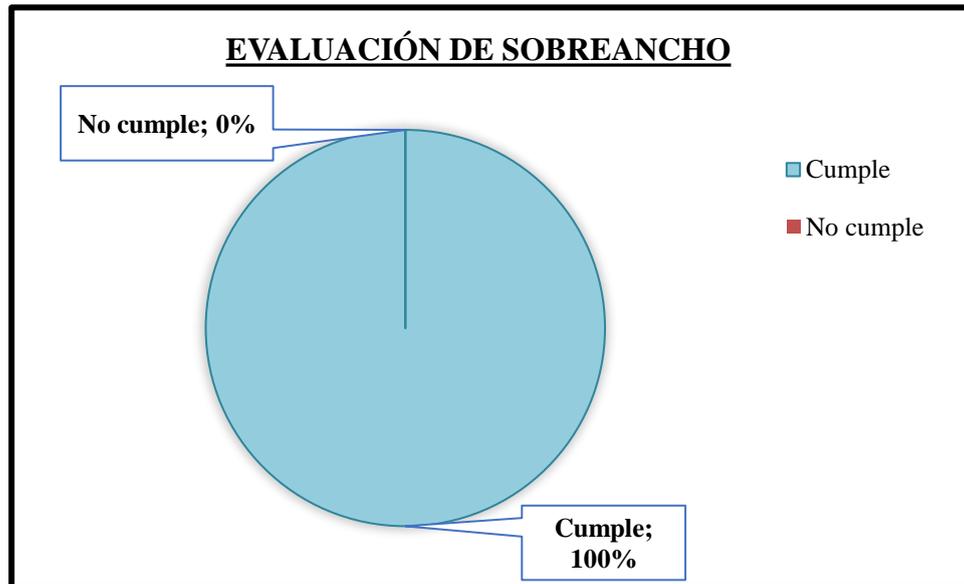
Tabla 30*Evaluación de sobreancho*

N° curva	Progresivas		Radio (m)	Ancho de calzada existente	Ancho de calzada según la norma	Sobreancho existente	Sobreancho calculado	Condición
	PC	PT						
1	00+015.32	00+029.13	100.00	4.00 m	6.60 m	-	0.60 m	Cumple
2	00+046.20	00+053.62	100.00	4.00 m	6.60 m	-	0.60 m	Cumple
3	00+097.84	00+111.22	200.00	4.00 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
4	00+171.91	00+199.33	170.00	4.00 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
5	00+216.42	00+232.46	220.00	4.15 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
6	00+283.64	00+296.18	200.00	4.10 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
7	00+596.41	00+612.43	140.00	4.20 m	6.60 m	-	0.50 m	Cumple
8	00+699.36	00+712.93	500.00	4.20 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
9	00+830.17	00+842.04	200.00	4.15 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
10	00+873.79	00+885.97	100.00	4.15 m	6.60 m	-	0.60 m	Cumple
11	00+911.86	00+924.12	140.00	4.15 m	6.60 m	-	0.50 m	Cumple
12	00+988.28	01+006.69	240.00	4.10 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
13	01+043.20	01+060.04	240.00	4.25 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
14	01+124.55	01+140.22	260.00	4.25 m	6.60 m	-	0.30 m	Cumple
15	01+183.55	01+196.73	130.00	4.10 m	6.60 m	-	0.50 m	Cumple
16	01+258.32	01+270.22	200.00	4.15 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
17	01+316.70	01+323.60	200.00	4.15 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
18	01+386.34	01+398.16	200.00	4.10 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
20	01+461.57	01+475.29	500.00	4.05 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple

N° curva	Progresivas		Radio (m)	Ancho de calzada existente	Ancho de calzada según la norma	Sobreebancho existente	Sobreebancho calculado	Condición
	PC	PT						
21	01+540.77	01+549.12	500.00	4.25 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
22	01+592.77	01+606.81	500.00	4.15 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
23	01+682.88	01+694.16	160.00	4.05 m	6.60 m	-	0.50 m	Cumple
24	01+705.10	01+710.35	120.00	4.00 m	6.60 m	-	0.60 m	Cumple
25	01+802.01	01+810.57	200.00	4.05 m	6.60 m	-	0.40 m	Cumple
26	01+844.89	01+851.77	100.00	4.05 m	6.60 m	-	0.60 m	Cumple
27	02+057.81	02+065.73	500.00	4.10 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
28	02+188.31	02+196.80	500.00	4.25 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
29	02+301.87	02+316.61	300.00	4.15 m	6.60 m	-	0.30 m	Cumple
30	02+401.00	02+415.15	500.00	4.10 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
31	02+598.00	02+549.86	500.00	4.15 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
32	02+924.75	02+936.93	500.00	4.20 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
33	03+018.54	03+032.63	500.00	4.15 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
34	03+401.87	03+516.40	455.00	4.15 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
35	03+937.82	03+993.68	600.00	4.00 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
36	04+134.22	04+141.93	500.00	4.10 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
37	04+234.14	04+246.09	500.00	4.15 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
38	04+473.73	04+483.00	500.00	4.20 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
39	04+694.47	04+717.94	500.00	4.50 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple
40	04+883.38	04+892.80	500.00	4.85 m	6.60 m	-	0.20 m	Cumple

Figura 11

Evaluación de sobreancho



3.12.4. Radios Mínimos

El Manual de Diseño Geométrico 2018 establece tablas con parámetros mínimos para determinar los radios mínimos de las curvas horizontales, los cuales dependen de factores como el tipo de orografía, la velocidad de diseño, el peralte máximo y el coeficiente de fricción transversal.

Con un peralte máximo de 8% y un coeficiente de fricción de 0.17, se utilizan estos datos para realizar los cálculos mediante:

Reemplazando en la ecuación N°3:

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(0.01 * P_{max} + f_{máx})}$$

$$R_{min} = \frac{40^2}{127(0.01 * 8 + 0.17)}$$

$$R_{min} = 50.39m$$

Teniendo en cuenta la tabla 302.02 de radios mínimos y peraltes máximos para diseño del Manual de Diseño Geométrico DG-2018 se asume el valor de:

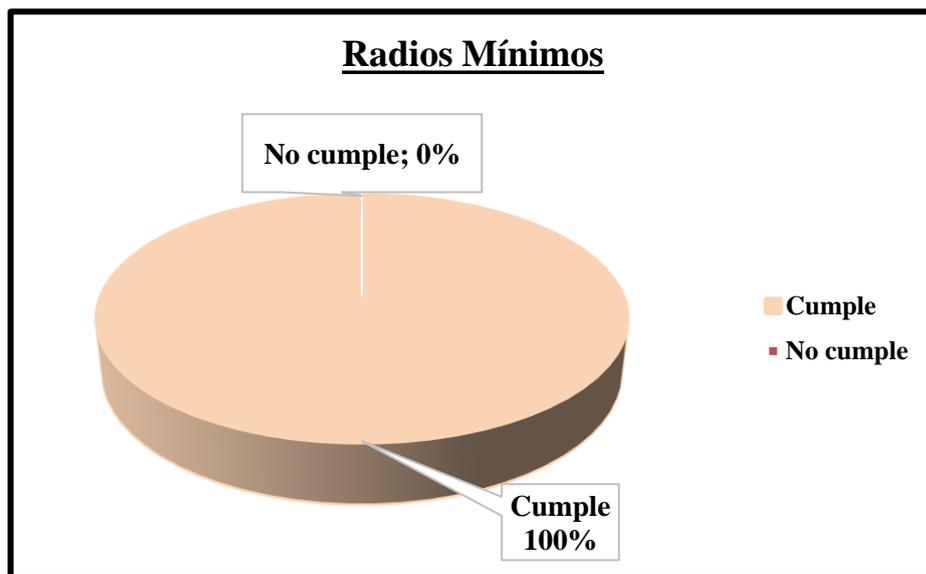
$$R_{min} = 50.00m$$

Tabla 31*Radios mínimos*

N° curva	Progresivas		Radio (m)	Radio Min (m)	Condición
	PC	PT			
1	00+015.32	00+029.13	100.00	50.39 m	Cumple
2	00+046.20	00+053.62	100.00	50.39 m	Cumple
3	00+097.84	00+111.22	200.00	50.39 m	Cumple
4	00+171.91	00+199.33	170.00	50.39 m	Cumple
5	00+216.42	00+232.46	220.00	50.39 m	Cumple
6	00+283.64	00+296.18	200.00	50.39 m	Cumple
7	00+596.41	00+612.43	140.00	50.39 m	Cumple
8	00+699.36	00+712.93	500.00	50.39 m	Cumple
9	00+830.17	00+842.04	200.00	50.39 m	Cumple
10	00+873.79	00+885.97	100.00	50.39 m	Cumple
11	00+911.86	00+924.12	140.00	50.39 m	Cumple
12	00+988.28	01+006.69	240.00	50.39 m	Cumple
13	01+043.20	01+060.04	240.00	50.39 m	Cumple
14	01+124.55	01+140.22	260.00	50.39 m	Cumple
15	01+183.55	01+196.73	130.00	50.39 m	Cumple
16	01+258.32	01+270.22	200.00	50.39 m	Cumple
17	01+316.70	01+323.60	200.00	50.39 m	Cumple
18	01+386.34	01+398.16	200.00	50.39 m	Cumple
20	01+461.57	01+475.29	500.00	50.39 m	Cumple
21	01+540.77	01+549.12	500.00	50.39 m	Cumple
22	01+592.77	01+606.81	500.00	50.39 m	Cumple
23	01+682.88	01+694.16	160.00	50.39 m	Cumple
24	01+705.10	01+710.35	120.00	50.39 m	Cumple
25	01+802.01	01+810.57	200.00	50.39 m	Cumple
26	01+844.89	01+851.77	100.00	50.39 m	Cumple
27	02+057.81	02+065.73	500.00	50.39 m	Cumple
28	02+188.31	02+196.80	500.00	50.39 m	Cumple
29	02+301.87	02+316.61	300.00	50.39 m	Cumple
30	02+401.00	02+415.15	500.00	50.39 m	Cumple

N° curva	Progresivas		Radio (m)	Radio Min (m)	Condición
	PC	PT			
31	02+598.00	02+549.86	500.00	50.39 m	Cumple
32	02+924.75	02+936.93	500.00	50.39 m	Cumple
33	03+018.54	03+032.63	500.00	50.39 m	Cumple
34	03+401.87	03+516.40	455.00	50.39 m	Cumple
35	03+937.82	03+993.68	600.00	50.39 m	Cumple
36	04+134.22	04+141.93	500.00	50.39 m	Cumple
37	04+234.14	04+246.09	500.00	50.39 m	Cumple
38	04+473.73	04+483.00	500.00	50.39 m	Cumple
39	04+694.47	04+717.94	500.00	50.39 m	Cumple
40	04+883.38	04+892.80	500.00	50.39 m	Cumple

Figura 12
Radios mínimos



3.13. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

3.13.1. Pendiente

En carreteras, las pendientes son esenciales para garantizar la seguridad y comodidad de los conductores. Las pendientes suaves permiten un tránsito más fácil, mientras que las pendientes pronunciadas pueden dificultar la circulación, especialmente en condiciones climáticas adversas o para vehículos con poca potencia. El diseño de la pendiente depende de factores como el tipo de terreno, el tráfico esperado, la velocidad de diseño y el tipo de carretera (autopista, carretera secundaria, etc.). En general, las pendientes excesivas son evitadas para prevenir riesgos como el deslizamiento de vehículos, el aumento en el consumo de combustible y el esfuerzo adicional que deben hacer los vehículos al subir o bajar. (*Diseño Geométrico de Carreteras, 2018*)

Tabla 32
Pendientes máximas

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

Nota: Según lo indicado en esta tabla, la pendiente máxima permitida para una carretera de Tercera clase con Orografía plana (Tipo 1) y una velocidad de diseño de 40 km/h es del 8%.

Tabla 33*Evaluación de pendiente máxima y mínimas*

Tramo		Pendiente %		Pendiente Existente %	Condición
P. inicial	P. final	Mínima	Máxima		
00+000.00	00+021.41	0.50	8.00	1.55 %	Cumple
00+021.41	00+120.98	0.50	8.00	-5.82 %	No cumple
00+120.98	00+305.20	0.50	8.00	-0.35 %	No cumple
00+305.20	00+469.99	0.50	8.00	0.86 %	Cumple
00+469.99	00+593.44	0.50	8.00	-2.78 %	No cumple
00+593.44	01+043.06	0.50	8.00	0.21 %	No cumple
01+043.06	01+278.63	0.50	8.00	-0.90 %	No cumple
01+278.63	01+342.68	0.50	8.00	-4.42 %	No cumple
01+342.68	01+573.26	0.50	8.00	-0.27 %	No cumple
01+573.26	01+670.58	0.50	8.00	-4.76 %	No cumple
01+670.58	01+783.41	0.50	8.00	-7.30 %	No cumple
01+783.41	01+967.80	0.50	8.00	-5.02 %	No cumple
01+967.80	02+240.90	0.50	8.00	2.20 %	Cumple
02+240.90	02+437.18	0.50	8.00	-2.88 %	No cumple
02+437.18	02+623.96	0.50	8.00	-5.45 %	No cumple
02+623.96	02+977.34	0.50	8.00	-2.16 %	No cumple
02+977.34	03+186.71	0.50	8.00	1.48 %	Cumple
03+186.71	03+303.42	0.50	8.00	-2.44 %	Cumple
03+303.42	03+440.43	0.50	8.00	1.72 %	Cumple
03+440.43	03+617.66	0.50	8.00	-4.40 %	Cumple
03+617.66	04+001.30	0.50	8.00	-1.06 %	No cumple
04+001.30	04+245.79	0.50	8.00	-0.52 %	No cumple
04+245.79	04+455.39	0.50	8.00	-1.37 %	No cumple
04+455.39	04+631.83	0.50	8.00	0.86 %	Cumple
04+631.83	04+787.66	0.50	8.00	-2.04 %	No cumple
04+787.66	04+970.45	0.50	8.00	-0.18 %	No cumple
04+970.45	05+000.00	0.50	8.00	1.08 %	Cumple

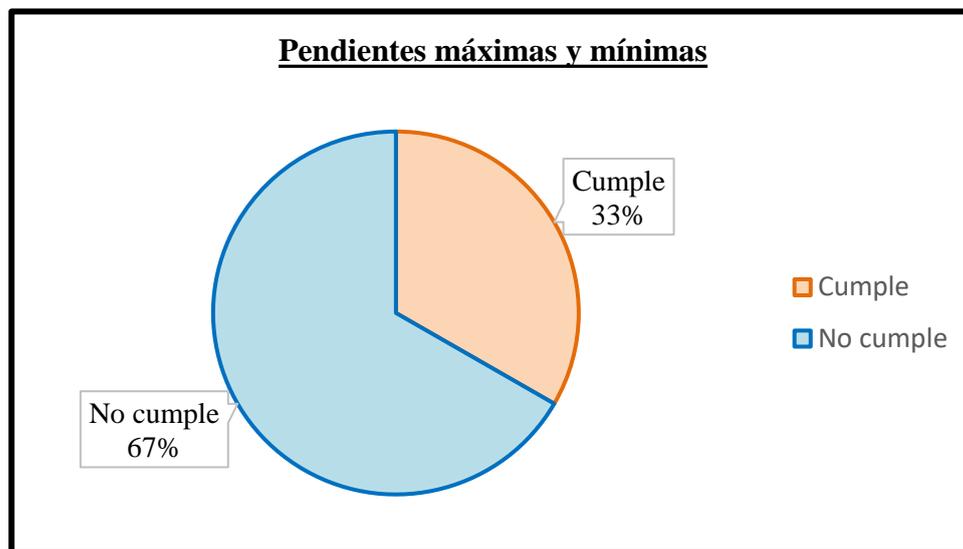
Tabla 34

Resultados de evaluación de pendiente máxima y mínima

Condición	Cantidad	Porcentaje
Cumple	9	33%
No cumple	18	67%
Total	27	100%

Figura 13

Pendientes máximas y mínimas



3.13.2. Curvas Horizontales

Para diseñar las curvas verticales, se identificarán los tramos consecutivos de la carretera donde la diferencia algebraica de pendientes sea igual o mayor al 2%. Luego, se utilizará el software AutoCAD Civil 3D para obtener la longitud de la curva vertical existente. Con base en la pendiente más crítica de los tramos consecutivos, se calculará la distancia mínima de visibilidad de parada.

Este cálculo se utiliza para determinar la longitud mínima necesaria de la curva vertical y comprobar que cumpla con las especificaciones y requisitos de diseño establecidos para las curvas verticales.

3.13.2.1. Curvas Verticales Convexas

Para determinar la visibilidad de parada (D_p), se utilizaron los valores establecidos en el Manual de Diseño Geométrico (DG-2018), que indican una altura de ojo (h_1) de 1.07 metros y una altura de objeto (h_2) de 0.15 metros. Con estos datos, se aplicaron las ecuaciones correspondientes para calcular la distancia necesaria de visibilidad de parada.

- Cuando $D_p < L$; $L = \frac{ADp^2}{404}$ Ecuación 14

- Cuando $D_p > L$; $L = 2Dp - \frac{404}{A}$ Ecuación 15

3.13.2.2. Curvas Verticales Cóncavas

Para calcular la visibilidad de parada en las curvas cóncavas, se utilizaron las ecuaciones correspondientes, tomando como valor de referencia $D = D_p$, con el fin de garantizar una mayor seguridad en el diseño.

- Cuando $D_p < L$; $L = \frac{ADp^2}{120+3.5Dp}$ Ecuación 16

- Cuando $D_p > L$; $L = 2Dp - \frac{120+3.5Dp}{A}$ Ecuación 17

Tabla 35*Evaluación de curvas verticales*

N° de curva	Tramo		Longi. de curva existen	Pendiente %		Difer. Algebraica de pendiente	Necesidad de curva	Parámetro de curvatura (K) existente	Pendiente crítica (%)	Tipo de curva	Distancia de visibilidad de parada (Dp)	Longitud de curva vertical min	Condición
	P. inicial	P. final		Entrada	Salida								
1	00+001.41	00+041.41	40.00	1.55	-5.82	7.37	Si	5.43	-5.82	Convexa	49.64	44.47	No cumple
2	00+070.98	00+170.98	100.00	-5.82	-0.35	5.47	Si	18.28	-5.82	Cóncava	49.64	45.89	Cumple
3	00+275.20	00+335.20	60.00	-0.35	0.86	1.21	No	49.59	-0.86	Cóncava	46.44	9.24	Cumple
4	00+439.99	00+499.99	60.00	0.86	-2.78	3.64	Si	16.48	-2.78	Convexa	47.56	20.38	Cumple
5	00+563.44	00+623.44	60.00	-2.78	0.21	2.99	Si	20.07	-2.78	Cóncava	47.56	23.61	Cumple
6	01+013.06	01+073.06	60.00	0.21	-0.90	1.11	No	54.05	-0.90	Convexa	46.46	5.93	Cumple
7	01+248.63	01+308.63	60.00	-0.90	-4.42	3.52	Si	17.05	-4.42	Convexa	48.63	20.61	Cumple
8	01+312.68	01+372.68	60.00	-4.42	-0.27	4.15	Si	14.46	-4.42	Cóncava	48.63	33.82	Cumple
9	01+543.26	01+603.26	60.00	-0.27	-4.76	4.49	Si	13.36	-4.76	Convexa	48.87	26.54	Cumple
10	01+640.58	01+700.58	60.00	-4.76	-7.30	2.54	Si	23.62	-7.30	Convexa	50.82	16.24	Cumple
11	01+753.41	01+813.41	60.00	-7.30	-5.02	2.28	Si	26.32	-7.30	Cóncava	50.82	19.77	Cumple
12	01+927.80	02+007.80	80.00	-5.02	2.20	7.22	Si	11.08	-5.02	Cóncava	49.05	59.56	Cumple
13	02+200.90	02+280.90	80.00	2.20	-2.88	5.08	Si	15.75	-2.88	Convexa	47.62	28.52	Cumple
14	02+407.18	02+467.18	60.00	-2.88	-5.45	2.57	Si	23.35	-5.45	Convexa	49.37	15.50	Cumple
15	02+583.96	02+663.96	80.00	-5.45	-2.16	3.29	Si	24.32	-5.45	Cóncava	49.37	27.39	Cumple
16	02+937.34	03+017.34	80.00	-2.16	1.48	3.64	Si	21.98	-2.16	Cóncava	47.18	28.42	Cumple
17	03+156.71	03+216.71	60.00	1.48	-2.44	3.92	Si	15.31	-2.44	Convexa	47.35	21.76	Cumple

N° de curva	Tramo		Longi. de curva existen	Pendiente %		Difer. Algebraica de pendiente	Necesidad de curva	Parámetro de curvatura (K) existente	Pendiente crítica (%)	Tipo de curva	Distancia de visibilidad de parada (Dp)	Longitud de curva vertical min	Condición
	P. inicial	P. final		Entrada	Salida								
18	03+273.42	03+333.42	60.00	-2.44	1.72	4.16	Si	14.42	-2.44	Cóncava	47.35	32.64	Cumple
19	03+410.43	03+470.43	60.00	1.72	-4.40	6.12	Si	9.80	-4.40	Convexa	48.62	35.81	Cumple
20	03+587.66	03+647.66	60.00	-4.40	-1.06	3.34	Si	17.96	-4.40	Cóncava	48.62	27.21	Cumple
21	03+971.30	04+031.30	60.00	-1.06	-0.52	0.54	No	111.11	-1.06	Cóncava	46.55	4.14	Cumple
22	04+215.79	04+275.79	60.00	-0.52	-1.37	0.85	No	70.59	-1.37	Convexa	46.72	4.59	Cumple
23	04+425.39	04+485.39	60.00	-1.37	0.86	2.23	Si	26.91	-1.37	Cóncava	46.72	17.17	Cumple
24	04+601.83	04+661.83	60.00	0.86	-2.04	2.90	Si	20.69	-2.04	Convexa	47.11	15.93	Cumple
25	04+757.66	04+817.66	60.00	-2.04	-0.18	1.86	No	32.26	-2.04	Cóncava	47.11	14.49	Cumple
26	04+940.45	05+000.45	60.00	-0.18	1.08	1.26	No	47.62	-1.08	Convexa	46.56	6.76	Cumple

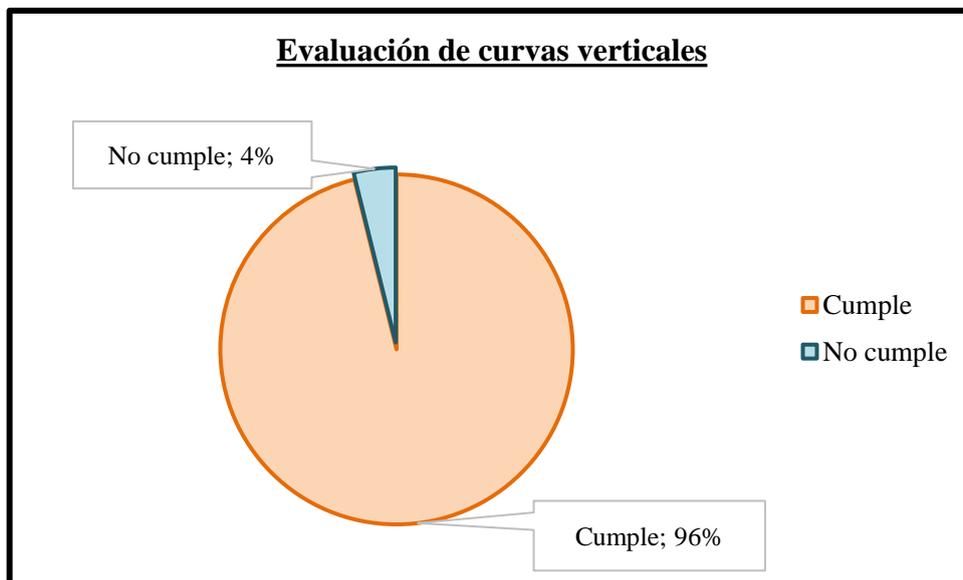
Tabla 36

Resumen de evaluación de curvas verticales

Condición	Cantidad	Porcentaje
Cumple	25	96%
No cumple	1	4%
Total	26	100%

Figura 14

Evaluación de curvas verticales



3.14. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL

3.14.1. Calzada

Según estipulado en la norma de Manual de Diseño Geométrico – 2018 en la tabla N°8 Anchos mínimos de calzada. Obtuvimos lo siguiente:

Tabla 37

Evaluación de calzada

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
00+000.00	0	4.00	6.60m	No cumple
00+020.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+040.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+060.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+080.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+100.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+120.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+140.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+160.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+180.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+200.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+220.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+240.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+260.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+280.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+300.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+320.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+340.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+360.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+380.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+400.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+420.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+440.00	20	4.10	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
00+460.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+480.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+500.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+520.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+540.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+560.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+580.00	20	4.00	6.60m	No cumple
00+600.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+620.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+640.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+660.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+680.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+700.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+720.00	20	4.35	6.60m	No cumple
00+740.00	20	4.35	6.60m	No cumple
00+760.00	20	4.35	6.60m	No cumple
00+780.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+800.00	20	4.20	6.60m	No cumple
00+820.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+840.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+860.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+880.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+900.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+920.00	20	4.15	6.60m	No cumple
00+940.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+960.00	20	4.10	6.60m	No cumple
00+980.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+000.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+020.00	20	4.25	6.60m	No cumple
01+040.00	20	4.25	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
01+060.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+080.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+100.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+120.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+140.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+160.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+180.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+200.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+220.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+240.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+260.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+280.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+300.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+320.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+340.00	20	4.20	6.60m	No cumple
01+360.00	20	4.20	6.60m	No cumple
01+380.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+400.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+420.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+440.00	20	4.10	6.60m	No cumple
01+460.00	20	4.25	6.60m	No cumple
01+480.00	20	4.25	6.60m	No cumple
01+500.00	20	4.25	6.60m	No cumple
01+520.00	20	4.25	6.60m	No cumple
01+540.00	20	4.20	6.60m	No cumple
01+560.00	20	4.20	6.60m	No cumple
01+580.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+600.00	20	4.15	6.60m	No cumple
01+620.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+640.00	20	4.05	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
01+660.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+680.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+700.00	20	4.00	6.60m	No cumple
01+720.00	20	4.00	6.60m	No cumple
01+740.00	20	4.00	6.60m	No cumple
01+760.00	20	4.00	6.60m	No cumple
01+780.00	20	4.00	6.60m	No cumple
01+800.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+820.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+840.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+860.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+880.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+900.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+920.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+940.00	20	4.05	6.60m	No cumple
01+960.00	20	4.00	6.60m	No cumple
01+980.00	20	4.00	6.60m	No cumple
02+000.00	20	4.00	6.60m	No cumple
02+020.00	20	4.00	6.60m	No cumple
02+040.00	20	4.05	6.60m	No cumple
02+060.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+080.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+100.00	20	4.25	6.60m	No cumple
02+120.00	20	4.25	6.60m	No cumple
02+140.00	20	4.25	6.60m	No cumple
02+160.00	20	4.25	6.60m	No cumple
02+180.00	20	4.30	6.60m	No cumple
02+200.00	20	4.30	6.60m	No cumple
02+220.00	20	4.30	6.60m	No cumple
02+240.00	20	4.25	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
02+260.00	20	4.25	6.60m	No cumple
02+280.00	20	4.25	6.60m	No cumple
02+300.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+320.00	20	4.00	6.60m	No cumple
02+340.00	20	4.00	6.60m	No cumple
02+360.00	20	4.00	6.60m	No cumple
02+380.00	20	4.05	6.60m	No cumple
02+400.00	20	4.05	6.60m	No cumple
02+420.00	20	4.05	6.60m	No cumple
02+440.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+460.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+480.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+500.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+520.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+540.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+560.00	20	1.50	6.60m	No cumple
02+580.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+600.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+620.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+640.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+660.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+680.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+700.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+720.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+740.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+760.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+780.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+800.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+820.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+840.00	20	4.10	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
02+860.00	20	4.10	6.60m	No cumple
02+880.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+900.00	20	4.15	6.60m	No cumple
02+920.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+940.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+960.00	20	4.20	6.60m	No cumple
02+980.00	20	4.20	6.60m	No cumple
03+000.00	20	4.20	6.60m	No cumple
03+020.00	20	4.15	6.60m	No cumple
03+040.00	20	4.15	6.60m	No cumple
03+060.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+080.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+100.00	20	4.15	6.60m	No cumple
03+120.00	20	4.15	6.60m	No cumple
03+140.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+160.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+180.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+200.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+220.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+240.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+260.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+280.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+300.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+320.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+340.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+360.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+380.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+400.00	20	4.15	6.60m	No cumple
03+420.00	20	4.15	6.60m	No cumple
03+440.00	20	4.10	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
03+460.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+480.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+500.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+520.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+540.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+560.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+580.00	20	4.10	6.60m	No cumple
03+600.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+620.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+640.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+660.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+680.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+700.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+720.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+740.00	20	4.05	6.60m	No cumple
03+760.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+780.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+800.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+820.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+840.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+860.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+880.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+900.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+920.00	20	4.00	6.60m	No cumple
03+940.00	20	4.20	6.60m	No cumple
03+960.00	20	4.20	6.60m	No cumple
03+980.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+000.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+020.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+040.00	20	4.20	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
04+060.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+080.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+100.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+120.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+140.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+160.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+180.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+200.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+220.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+240.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+260.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+280.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+300.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+320.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+340.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+360.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+380.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+400.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+420.00	20	4.10	6.60m	No cumple
04+440.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+460.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+480.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+500.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+520.00	20	4.20	6.60m	No cumple
04+540.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+560.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+580.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+600.00	20	4.15	6.60m	No cumple
04+620.00	20	4.50	6.60m	No cumple
04+640.00	20	4.50	6.60m	No cumple

Progresiva	Distancia	Calzada existente	Calzada según norma	Condición
04+660.00	20	4.50	6.60m	No cumple
04+680.00	20	4.50	6.60m	No cumple
04+700.00	20	4.50	6.60m	No cumple
04+720.00	20	4.80	6.60m	No cumple
04+740.00	20	4.80	6.60m	No cumple
04+760.00	20	4.80	6.60m	No cumple
04+780.00	20	4.80	6.60m	No cumple
04+800.00	20	4.85	6.60m	No cumple
04+820.00	20	4.90	6.60m	No cumple
04+840.00	20	4.90	6.60m	No cumple
04+860.00	20	4.90	6.60m	No cumple
04+880.00	20	4.90	6.60m	No cumple
04+900.00	20	4.95	6.60m	No cumple
04+920.00	20	4.95	6.60m	No cumple
04+940.00	20	4.95	6.60m	No cumple
04+960.00	20	4.95	6.60m	No cumple
04+980.00	20	4.90	6.60m	No cumple
05+000.00	20	4.90	6.60m	No cumple

Figura 15

Evaluación de calzada



3.14.2. Bermas

Se desarrolló de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico – 2018.

Tabla 38

Evaluación del ancho de Berma

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
00+000.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+020.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+040.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+060.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+080.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+100.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+120.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+140.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+160.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+180.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+200.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+220.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+240.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+260.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+280.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
00+300.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
00+320.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
00+340.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
00+360.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
00+380.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+400.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+420.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+440.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+460.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+480.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+500.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
00+520.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
00+540.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+560.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+580.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+600.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+620.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+640.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+660.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+680.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+700.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+720.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+740.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+760.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+780.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+800.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+820.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+840.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+860.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+880.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+900.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
00+920.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+940.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+960.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+980.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
00+990.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+000.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+020.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+040.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+060.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+080.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+100.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
01+120.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+140.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+160.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+180.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+200.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+220.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+240.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+260.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
01+280.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
01+300.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
01+320.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
01+340.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
01+360.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+380.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+400.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+420.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+440.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+460.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+480.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
01+500.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
01+520.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
01+540.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
01+560.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+580.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+600.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+620.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+640.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+660.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+680.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+700.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+720.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
01+740.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+760.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
01+780.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
01+800.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
01+820.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
01+840.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
01+860.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
01+880.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
01+900.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
01+920.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+940.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+960.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
01+980.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+000.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+020.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+040.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+060.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+080.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+100.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+120.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+140.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+160.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+180.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+200.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+220.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+240.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+260.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+280.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+300.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+320.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+340.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
02+360.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+380.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+400.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+420.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+440.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+460.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+480.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
02+500.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+520.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+540.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+560.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+580.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+600.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+620.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
02+640.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+660.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+680.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+700.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+720.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+740.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+760.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+770.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+780.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
02+800.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+820.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+840.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+860.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+880.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+900.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+920.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
02+940.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
02+960.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
02+980.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+000.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+020.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+040.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+060.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+080.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+100.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+120.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+140.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+160.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+180.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+200.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+220.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+240.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+260.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+280.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+300.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+320.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+340.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+360.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+370.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+380.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+400.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+420.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
03+440.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+460.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+480.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+500.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+520.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+540.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple

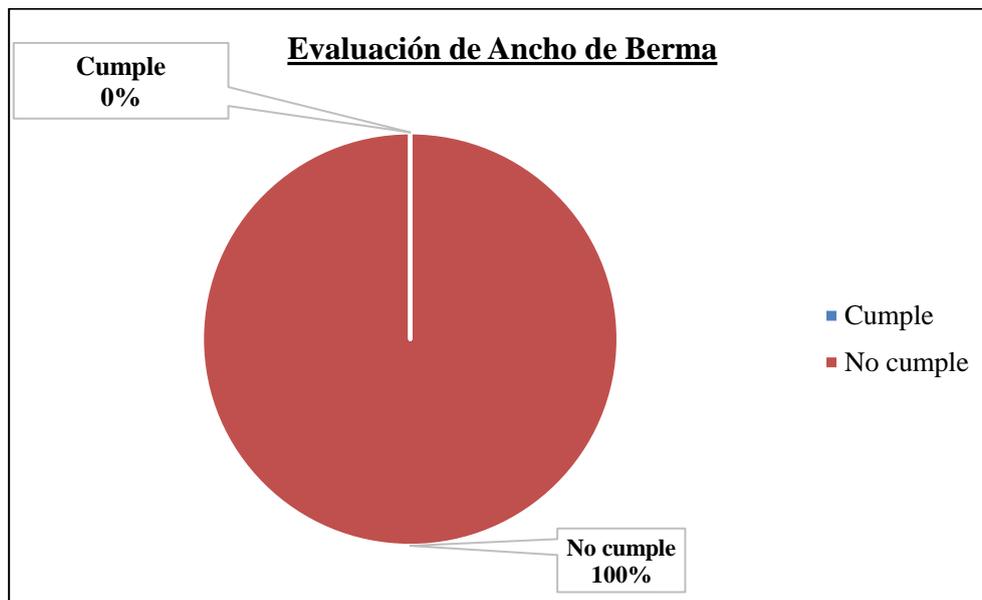
Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
03+560.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+580.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
03+600.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+620.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+640.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+660.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+680.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+700.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+720.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+740.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+760.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+780.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+800.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+820.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+840.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+860.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+880.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+900.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+920.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+940.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+960.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
03+980.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+000.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+020.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
04+040.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
04+060.00	0.50	1.20m	Rural	No cumple
04+080.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+100.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+120.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+140.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+160.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
04+180.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+200.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+220.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+240.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+260.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+280.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+300.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+320.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+340.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+360.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+380.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+400.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+420.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+440.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+460.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+480.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+500.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+520.00	0.55	1.20m	Rural	No cumple
04+540.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+560.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+580.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+600.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+620.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+640.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+660.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+680.00	0.60	1.20m	Rural	No cumple
04+700.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
04+720.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
04+740.00	0.65	1.20m	Rural	No cumple
04+760.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
04+780.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple

Progresiva	Berma (m)	Berma según norma	Zona	Condición
04+800.00	0.70	1.20m	Rural	No cumple
04+820.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
04+840.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
04+860.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
04+880.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
04+900.00	0.75	1.20m	Rural	No cumple
04+920.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
04+940.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
04+960.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
04+980.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple
05+000.00	0.80	1.20m	Rural	No cumple

Figura 16

Evaluación de ancho de berma



CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

4.1.1. Clasificación de la Vía

De acuerdo con la Tabla 16, el conteo de vehículos muestra que el IMDA es de 228 vehículos. Con base en estos datos y siguiendo el Manual de Diseño Geométrico 2018, la carretera se clasifica como Carretera de Tercera Clase ya que es inferior a 400 vehículos por día, que tienen dos carriles con un ancho mínimo de 3.00 metros.

4.1.2. Vehículo de diseño

En la tabla 24 se muestran los porcentajes de vehículos que circulan por la vía analizada. Se destaca que el auto que pertenece al grupo de Vehículos Ligeros (VL), tiene un porcentaje del 23.04%, lo cual es mayor que el de los otros vehículos.

4.1.3. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño se establece según la clasificación de la vía y su orografía. Dado que la carretera es un Terreno Plano (Tipo 1), se ha seleccionado una velocidad de diseño de 40 km/h.

4.1.4. Distancia de visibilidad de parada

La Tabla 25 presenta un resumen de la evaluación de la distancia de visibilidad en las curvas, y según la Figura 9, se señala que ninguna de las curvas analizadas cumple con los requisitos especificados en el Manual de Diseño Geométrico 2018.

4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

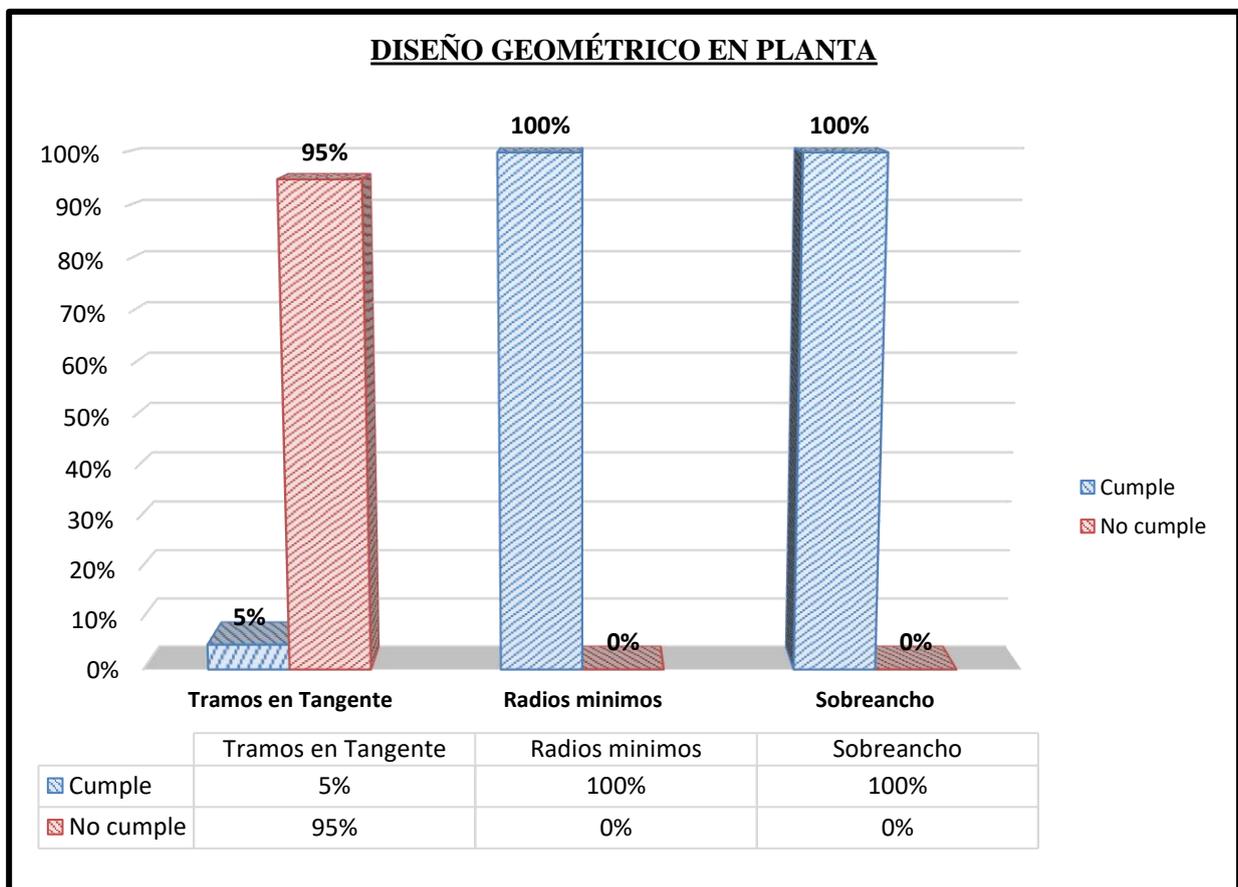
Tabla 39

Resultados de las características geométricos en planta.

DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA		
Parámetro	Cumple	No cumple
Tramos en tangente	5%	95%
Radios mínimos	100%	0%
Sobreoancho	100%	0%

Figura 17

Evaluación de diseño geométrico en planta



Nota: La figura 17 nos indica los resultados del diseño Geométrico en Planta, lo cual tenemos los tramos en tangente tienen un 95% y los radios mínimos cumplen en un 100% con las características mínimas establecidas por el Manual de Diseño Geométrico 2018, sin embargo, el sobreoancho cumple con el 100%.

4.3. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

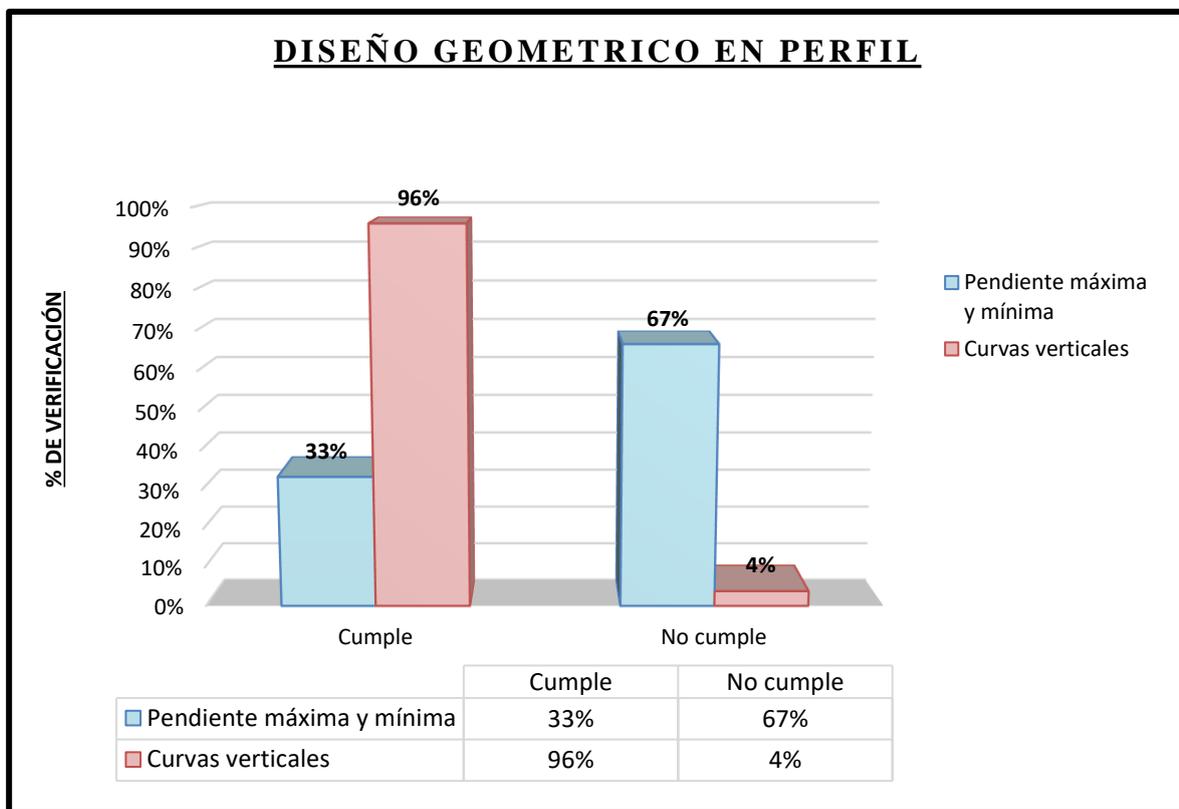
Tabla 40

Resultados de las características geométricos en perfil

DISEÑO GEOMETRICO EN PERFIL		
Parámetro	Cumple	No cumple
Pendiente máxima y mínima	33%	67%
Curvas verticales	96%	4%

Figura 18

Evaluación de Diseño Geométrico en perfil



Nota: De acuerdo con la Tabla 40 y la Figura 18, se presentan los resultados del diseño geométrico en perfil, enfocándose en las pendientes máximas, mínimas y las curvas verticales. Se determina que las pendientes cumplen en un 33% y las curvas verticales en un 96%.

4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

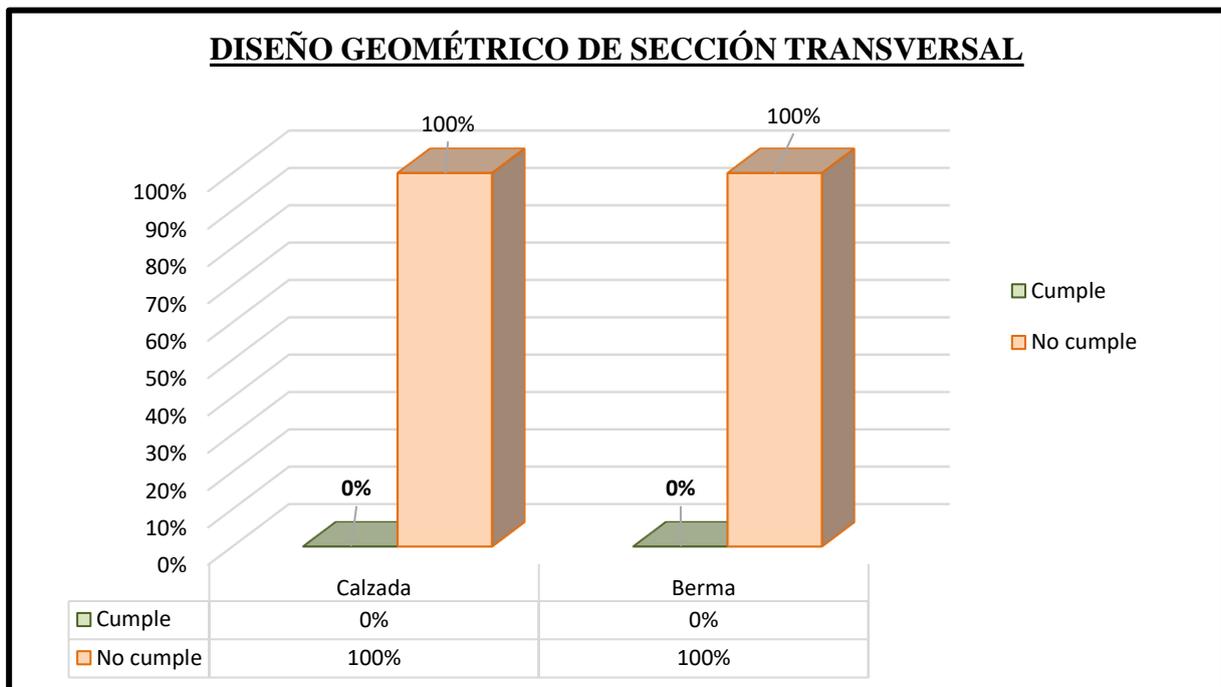
Tabla 41

Resultados de características de Sección Transversal

DISEÑO GEOMÉTRICO DE SECCIÓN TRANSVERSAL		
Parámetro	Cumple	No cumple
Calzada	0%	100%
Berma	0%	100%

Figura 19

Evaluación de Diseño Geométrico en Sección Transversal



Nota: Según la tabla 41 y la figura 19 observamos que tanto como el ancho de la calzada y el ancho de la Berma no cumplen con el Manual de Diseño Geométrico – 2018.

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como propósito principal la evaluación de las características geométricas del tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, bajo el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – DG-2018. Para contrastar los resultados obtenidos, se consideraron estudios previos como la tesis de (Sempertegui, 2024) titulada “*Características geométricas de acuerdo a las normas DG-2018 de la carretera Puerto Ciruelo – Huarango, Cajamarca*”

Los resultados obtenidos en el tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz revelan un comportamiento crítico en algunos elementos, siendo el caso más representativo el ancho de la calzada y bermas, con 0% de cumplimientos, lo cual contrasta con el 100% alcanzado en el estudio de Sempertegui.

En cuanto a los radios mínimos de curva, el tramo en estudio presenta un cumplimiento del 100 %, superando el 85% obtenido por Sempertegui. Este resultado indica que las curvas horizontales han sido trazadas conforme a las características geométricas establecidas, lo que contribuye positivamente.

Respecto a las pendientes longitudinales, el estudio de Sempertegui muestra un cumplimiento del 73% tanto en tramos de entrada como de salida, mientras que, en el tramo evaluado en esta investigación, el cumplimiento fue solo 33% lo que representa una condición geométrica desfavorable.

Asimismo, se encontró que el índice de cumplimiento de curvas verticales fue alto en ambos casos: 96% en el presente estudio y 77% en el de Sempertegui, evidenciando, que en general, la conformación de perfiles verticales tiende ajustarse mejor a la normativa.

En cuanto a los tramos en tangente, ambos estudios reflejan un bajo nivel de cumplimiento, con 5% en el tramo cruce Shanango- Centro Poblado Santa Cruz y 28% en el de Puerto Ciruelo – Huarango. Esta deficiencia puede deberse a una planificación vial que no priorizó la continuidad del eje vial recto.

En resumen, los resultados obtenidos en ambos estudios demuestran que las carreteras de bajo volumen de tránsito en la región Cajamarca presentan importantes deficiencias geométricas, siendo recurrente el incumplimiento en pendientes, sobreamanchos, ancho de calzada y bermas lo que compromete la funcionalidad de la vía.

4.6. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La hipótesis planteada, “Las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz en el distrito Bellavista no cumplen con los parámetros de diseño de acuerdo con el manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018”, ha sido corroborada como verdadera. De acuerdo con el análisis realizado, el 57% de las características geométricas evaluadas en dicha vía no se ajustan a lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La evaluación de las características geométricas de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz reveló que un porcentaje de 43% de los elementos de diseño cumple con los parámetros establecidos en el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.
- ✓ Se realizó el levantamiento topográfico de la carretera en el tramo Cruce Shanango al Centro Poblado Santa Cruz, Distrito Bellavista, Jaén. Estos datos indicaron que la orografía del terreno es variada, presentando secciones planas, onduladas y accidentadas.
- ✓ Se obtuvo que el índice Medio Anual es de 228 vehículos por día, por lo que de acuerdo a los criterios establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, la carretera se clasifica en Carreteras de Tercera Clase (Tipo 1).
- ✓ La evaluación del diseño geométrico de la carretera en el tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, se evidenció los siguientes resultados. En cuanto al diseño geométrico en planta, se determinó que los tramos en tangente cumplen un 5%, mientras que los radios mínimos y el sobreebanco presentan un cumplimiento del 100%, respectivamente, con lo que establece el Manual de Diseño Geométrico. Respecto al diseño geométrico en perfil de la carretera en el tramo cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, y los resultados muestran que las pendientes máximas y mínimas cumplen en un 33%, mientras que las curvas verticales cumplen en un 96%. Finalmente, en lo que respecta a la sección transversal se concluye que tanto el ancho de la calzada como el de las bermas no cumplen en un 100% con lo establecido por el Manual de Diseño Geométrico.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar un rediseño parcial de los elementos geométricos de la carretera que presentan incumplimiento, lo cual este rediseño debería alinearse estrictamente con los criterios del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.
- ✓ Se sugiere que todas las futuras intervenciones y mejoras de la vía se planifiquen considerando su clasificación como Carretera de Tercera Clase (Tipo 1), esto implica aplicar criterios de diseño y mantenimiento acordes al volumen de tránsito y al tipo de vehículos que circulan por la zona.
- ✓ Se recomienda realizar una evaluación más exhaustiva de los accidentes de tránsito ocurridos en el tramo Cruce Shanango – Centro Poblado Santa Cruz, con el fin de complementar los hallazgos obtenidos en el presente estudio. Dicha evaluación debe contemplar la recopilación y análisis de datos históricos de siniestralidad vial (tipo de accidente, ubicación, causas, frecuencia, condiciones climáticas, entre otros), obtenidos a través de fuentes oficiales como la Policía Nacional del Perú, autoridades locales y testimonios de los usuarios de la vía. El análisis detallado de estos eventos permitirá establecer una correlación directa entre las deficiencias geométricas identificadas y los puntos críticos de accidentalidad, lo que contribuirá a justificar técnicamente futuras intervenciones en la infraestructura vial.
- ✓ Se recomienda ampliar el ancho de calzada y bermas en todo el tramo evaluado, conforme al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.
- ✓ Se recomienda instalar señales reglamentarias (como límites de velocidad, prioridad de paso) y preventivas (curvas peligrosas, pendientes), de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, para eso es fundamental que todas las señales cuenten con pictogramas y materiales reflectivos.
- ✓ Se sugiere hacer llegar la presente investigación a los gobiernos locales, con la finalidad de que sirvan como insumo técnico para el análisis, planificación y ejecución de mejoras tanto en esta carretera como en otras de características similares dentro de su jurisdicción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, F. (2019). Evaluación de los elementos del diseño geométrico de la carretera entre el cruce Polloc - El Mangle, distrito de la Encañada - Cajamarca - Cajamarca.

Aleman, V. (2019). Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque - Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras.

Arévalo, C. (2023). Evaluación de las características geométricas de la carretera Tablón-El Triunfo-Perico, distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio-Cajamarca, de acuerdo con la normatividad peruana.

Condorena, P. (2021). Propuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal Morales - San Pedro de Cumbaza año 2018.

Crispín, Q; De la Cruz, C; Sanez, P. (2021). Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada - Paucará.

Freire, R. (2020). Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo - Pinllopata en el tramo Km 20+000 - 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi.

Kerner, B. (2004). The Physics of Traffic: Empirical Freeway Pattern Features, Engineering Applications, and Theory.

Leon, E; Ygnacio, M. (2024). Una revisión sistemática de literatura sobre implementaciones de sistemas de control de tráfico.

Martos, S. (2022). Influencia de las características geométricas de la carretera Catan - Yuracmarca del distrito de Jesús de la provincia de Cajamarca en la seguridad vial.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de Diseño Geométrico – DG (2018).

Sempertegui, D. (2024). Características geométricas de acuerdo a las normas DG-2018 de la carretera Puerto Ciruelo – Huarango, Cajamarca 2021.

Zumaeta, J. (2022). Propuesta de diseño geométrico de la carretera Cállic - Luya, para reducir el tiempo de viaje y mejorar la seguridad de la vía.

Zúñiga, V. (2021). Diagnóstico para el mejoramiento del diseño geométrico de la vía Ubaté – Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799) Cundinamarca.

ANEXOS

ANEXO 01
PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
1	749839.735	9374760.444	551.001
2	749859.735	9374760.444	545.787
3	749859.735	9374780.444	552.000
4	749879.735	9374760.444	541.683
5	749879.735	9374780.444	548.457
6	749899.735	9374780.444	543.122
7	749899.735	9374800.444	550.004
8	749919.735	9374800.444	545.276
9	749919.735	9374820.444	549.114
10	749939.735	9374800.444	542.000
11	749939.735	9374820.444	546.035
12	749939.735	9374840.444	546.974
13	749959.735	9374820.444	544.000
14	749959.735	9374840.444	545.268
15	749959.735	9374860.444	548.042
16	749979.735	9374840.444	544.057
17	749979.735	9374860.444	545.777
18	749999.735	9374840.444	543.427
19	749999.735	9374860.444	545.038
20	749999.735	9374880.444	546.458
21	750019.735	9374860.444	544.150
22	750019.735	9374880.444	545.584
23	750039.735	9374860.444	543.794
24	750039.735	9374880.444	545.000
25	750059.735	9374860.444	542.935
26	750059.735	9374880.444	545.000
27	750079.735	9374880.444	545.000
28	750079.735	9374900.444	546.992
29	750099.735	9374880.444	543.931
30	750099.735	9374900.444	546.633
31	750119.735	9374880.444	543.472

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
32	750119.735	9374900.444	546.582
33	750139.735	9374880.444	542.559
34	750139.735	9374900.444	546.301
35	750159.735	9374880.444	541.847
36	750159.735	9374900.444	545.906
37	750179.735	9374880.444	543.254
38	750179.735	9374900.444	545.792
39	750199.735	9374880.444	544.000
40	750199.735	9374900.444	545.856
41	750219.735	9374900.444	545.999
42	750239.735	9374900.444	545.998
43	750239.735	9374920.444	549.000
44	750259.735	9374900.444	546.000
45	750259.735	9374920.444	548.970
46	750279.735	9374900.444	544.477
47	750279.735	9374920.444	548.022
48	750299.735	9374900.444	543.001
49	750299.735	9374920.444	546.861
50	750319.735	9374900.444	543.002
51	750319.735	9374920.444	545.465
52	750339.735	9374900.444	542.880
53	750339.735	9374920.444	544.591
54	750359.735	9374900.444	541.627
55	750359.735	9374920.444	543.997
56	750359.735	9374940.444	547.118
57	750379.735	9374900.444	541.000
58	750379.735	9374920.444	543.528
59	750379.735	9374940.444	546.468
60	750399.735	9374920.444	543.077
61	750399.735	9374940.444	545.447
62	750419.735	9374920.444	542.417

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
63	750419.735	9374940.444	543.856
64	750439.735	9374920.444	541.571
65	750439.735	9374940.444	542.996
66	750439.735	9374960.444	546.132
67	750459.735	9374920.444	541.966
68	750459.735	9374940.444	542.690
69	750459.735	9374960.444	544.941
70	750479.735	9374940.444	541.001
71	750479.735	9374960.444	544.397
72	750499.735	9374940.444	540.669
73	750499.735	9374960.444	542.942
74	750519.735	9374940.444	542.861
75	750519.735	9374960.444	542.958
76	750519.735	9374980.444	546.576
77	750539.735	9374960.444	541.700
78	750539.735	9374980.444	545.126
79	750559.735	9374960.444	541.171
80	750559.735	9374980.444	543.852
81	750579.735	9374960.444	542.703
82	750579.735	9374980.444	543.228
83	750579.735	9375000.444	547.000
84	750599.735	9374960.444	543.755
85	750599.735	9374980.444	541.006
86	750599.735	9375000.444	544.832
87	750619.735	9374980.444	540.875
88	750619.735	9375000.444	542.978
89	750639.735	9374980.444	540.604
90	750639.735	9375000.444	542.121
91	750639.735	9375020.444	545.671
92	750659.735	9374980.444	540.216
93	750659.735	9375000.444	540.992

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
94	750659.735	9375020.444	544.501
95	750679.735	9375000.444	541.331
96	750679.735	9375020.444	543.587
97	750699.735	9375000.444	541.631
98	750699.735	9375020.444	543.887
99	750699.735	9375040.444	547.946
100	750719.735	9375000.444	539.123
101	750719.735	9375020.444	543.311
102	750719.735	9375040.444	547.597
103	750739.735	9375020.444	541.689
104	750739.735	9375040.444	546.340
105	750759.735	9375020.444	541.632
106	750759.735	9375040.444	543.871
107	750779.735	9375020.444	539.499
108	750779.735	9375040.444	543.490
109	750779.735	9375060.444	548.585
110	750799.735	9375040.444	541.277
111	750799.735	9375060.444	546.393
112	750819.735	9375040.444	542.000
113	750819.735	9375060.444	545.278
114	750839.735	9375040.444	539.000
115	750839.735	9375060.444	542.884
116	750859.735	9375060.444	542.138
117	750859.735	9375080.444	545.621
118	750879.735	9375060.444	541.080
119	750879.735	9375080.444	545.056
120	750899.735	9375060.444	540.096
121	750899.735	9375080.444	543.478
122	750919.735	9375080.444	542.184
123	750919.735	9375100.444	545.585
124	750939.735	9375080.444	541.285

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
125	750939.735	9375100.444	543.932
126	750959.735	9375080.444	540.595
127	750959.735	9375100.444	543.241
128	750979.735	9375080.444	540.000
129	750979.735	9375100.444	543.047
130	750999.735	9375080.444	541.389
131	750999.735	9375100.444	543.339
132	751019.735	9375080.444	542.000
133	751019.735	9375100.444	543.337
134	751039.735	9375080.444	542.000
135	751039.735	9375100.444	543.289
136	751059.735	9375080.444	540.998
137	751059.735	9375100.444	543.134
138	751079.735	9375060.444	538.003
139	751079.735	9375080.444	540.001
140	751079.735	9375100.444	541.481
141	751099.735	9375060.444	536.453
142	751099.735	9375080.444	539.330
143	751119.735	9375060.444	535.626
144	751119.735	9375080.444	538.810
145	751139.735	9375060.444	536.460
146	751139.735	9375080.444	539.908
147	751159.735	9375060.444	536.539
148	751159.735	9375080.444	539.224
149	751179.735	9375060.444	536.785
150	751179.735	9375080.444	539.429
151	751199.735	9375060.444	537.079
152	751199.735	9375080.444	539.958
153	751219.735	9375060.444	537.325
154	751219.735	9375080.444	540.278
155	751239.735	9375060.444	538.176

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
156	751239.735	9375080.444	541.578
157	751259.735	9375040.444	535.324
158	751259.735	9375060.444	538.420
159	751259.735	9375080.444	541.377
160	751279.735	9375040.444	535.742
161	751279.735	9375060.444	538.675
162	751279.735	9375080.444	538.866
163	751299.735	9375040.444	536.296
164	751299.735	9375060.444	539.011
165	751299.735	9375080.444	537.028
166	751319.735	9375040.444	536.875
167	751319.735	9375060.444	538.000
168	751319.735	9375080.444	535.190
169	751339.735	9375040.444	536.614
170	751339.735	9375060.444	539.128
171	751359.735	9375040.444	536.835
172	751359.735	9375060.444	539.105
173	751379.735	9375040.444	536.000
174	751379.735	9375060.444	539.174
175	751399.735	9375040.444	535.393
176	751399.735	9375060.444	538.996
177	751419.735	9375040.444	534.000
178	751419.735	9375060.444	538.069
179	751439.735	9375020.444	531.782
180	751439.735	9375040.444	533.537
181	751439.735	9375060.444	537.567
182	751459.735	9375020.444	530.375
183	751459.735	9375040.444	531.666
184	751459.735	9375060.444	537.223
185	751479.735	9375020.444	528.923
186	751479.735	9375040.444	530.024

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
187	751479.735	9375060.444	535.812
188	751499.735	9375020.444	527.462
189	751499.735	9375040.444	528.637
190	751499.735	9375060.444	533.438
191	751519.735	9375020.444	526.000
192	751519.735	9375040.444	527.473
193	751519.735	9375060.444	530.989
194	751539.735	9375020.444	524.722
195	751539.735	9375040.444	526.087
196	751539.735	9375060.444	529.643
197	751559.735	9375020.444	523.520
198	751559.735	9375040.444	524.903
199	751579.735	9375020.444	522.477
200	751579.735	9375040.444	523.724
201	751599.735	9375020.444	521.545
202	751599.735	9375040.444	522.297
203	751619.735	9375000.444	520.827
204	751619.735	9375020.444	520.439
205	751619.735	9375040.444	522.735
206	751639.735	9375000.444	519.357
207	751639.735	9375020.444	520.878
208	751639.735	9375040.444	522.707
209	751659.735	9375000.444	518.229
210	751659.735	9375020.444	519.957
211	751659.735	9375040.444	522.470
212	751679.735	9375000.444	517.271
213	751679.735	9375020.444	518.948
214	751699.735	9375000.444	517.344
215	751699.735	9375020.444	518.593
216	751719.735	9375000.444	517.839
217	751719.735	9375020.444	519.025

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
218	751739.735	9375000.444	517.999
219	751739.735	9375020.444	519.905
220	751759.735	9374980.444	514.071
221	751759.735	9375000.444	517.001
222	751759.735	9375020.444	520.050
223	751779.735	9374980.444	514.924
224	751779.735	9375000.444	517.475
225	751799.735	9374980.444	515.992
226	751799.735	9375000.444	518.505
227	751819.735	9374980.444	517.999
228	751819.735	9375000.444	519.118
229	751839.735	9374960.444	515.978
230	751839.735	9374980.444	518.369
231	751839.735	9375000.444	520.776
232	751859.735	9374960.444	517.653
233	751859.735	9374980.444	518.999
234	751879.735	9374960.444	519.028
235	751879.735	9374980.444	519.512
236	751899.735	9374960.444	519.986
237	751899.735	9374980.444	521.443
238	751919.735	9374960.444	520.779
239	751919.735	9374980.444	522.393
240	751939.735	9374940.444	518.992
241	751939.735	9374960.444	520.869
242	751939.735	9374980.444	524.190
243	751959.735	9374940.444	519.710
244	751959.735	9374960.444	521.578
245	751979.735	9374940.444	519.742
246	751979.735	9374960.444	522.436
247	751999.735	9374940.444	520.137
248	751999.735	9374960.444	522.639

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
249	752019.735	9374940.444	521.015
250	752019.735	9374960.444	522.823
251	752039.735	9374920.444	517.153
252	752039.735	9374940.444	520.352
253	752059.735	9374920.444	518.659
254	752059.735	9374940.444	519.932
255	752079.735	9374920.444	519.591
256	752079.735	9374940.444	520.409
257	752099.735	9374920.444	519.300
258	752099.735	9374940.444	520.780
259	752119.735	9374900.444	516.189
260	752119.735	9374920.444	518.215
261	752119.735	9374940.444	520.869
262	752139.735	9374900.444	515.832
263	752139.735	9374920.444	518.228
264	752159.735	9374900.444	515.761
265	752159.735	9374920.444	518.408
266	752179.735	9374900.444	516.426
267	752179.735	9374920.444	518.008
268	752199.735	9374880.444	511.882
269	752199.735	9374900.444	515.337
270	752199.735	9374920.444	517.561
271	752219.735	9374880.444	511.558
272	752219.735	9374900.444	514.127
273	752239.735	9374880.444	512.402
274	752239.735	9374900.444	513.278
275	752259.735	9374880.444	512.001
276	752259.735	9374900.444	512.532
277	752279.735	9374860.444	508.767
278	752279.735	9374880.444	511.072
279	752279.735	9374900.444	511.899

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
280	752299.735	9374860.444	507.969
281	752299.735	9374880.444	509.992
282	752319.735	9374860.444	507.800
283	752319.735	9374880.444	508.504
284	752339.735	9374860.444	508.000
285	752339.735	9374880.444	508.748
286	752359.735	9374840.444	505.120
287	752359.735	9374860.444	507.011
288	752379.735	9374840.444	505.528
289	752379.735	9374860.444	506.736
290	752399.735	9374840.444	506.005
291	752399.735	9374860.444	506.769
292	752419.735	9374820.444	503.088
293	752419.735	9374840.444	505.095
294	752439.735	9374820.444	503.359
295	752439.735	9374840.444	505.000
296	752459.735	9374820.444	504.000
297	752459.735	9374840.444	505.510
298	752479.735	9374800.444	501.367
299	752479.735	9374820.444	503.895
300	752499.735	9374800.444	501.612
301	752499.735	9374820.444	504.345
302	752519.735	9374800.444	501.940
303	752519.735	9374820.444	507.351
304	752539.735	9374780.444	499.578
305	752539.735	9374800.444	501.999
306	752539.735	9374820.444	507.099
307	752559.735	9374780.444	499.972
308	752559.735	9374800.444	502.174
309	752579.735	9374780.444	500.639
310	752579.735	9374800.444	505.216

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
311	752599.735	9374780.444	500.997
312	752599.735	9374800.444	507.667
313	752619.735	9374760.444	498.715
314	752619.735	9374780.444	500.900
315	752639.735	9374760.444	498.004
316	752639.735	9374780.444	501.276
317	752659.735	9374760.444	499.365
318	752659.735	9374780.444	500.885
319	752679.735	9374740.444	497.021
320	752679.735	9374760.444	499.502
321	752699.735	9374740.444	496.882
322	752699.735	9374760.444	499.645
323	752719.735	9374740.444	497.000
324	752719.735	9374760.444	499.791
325	752739.735	9374720.444	497.300
326	752739.735	9374740.444	499.133
327	752739.735	9374760.444	500.655
328	752759.735	9374720.444	497.629
329	752759.735	9374740.444	499.678
330	752779.735	9374720.444	498.003
331	752779.735	9374740.444	500.096
332	752799.735	9374700.444	497.904
333	752799.735	9374720.444	500.001
334	752799.735	9374740.444	501.767
335	752819.735	9374700.444	498.745
336	752819.735	9374720.444	500.751
337	752839.735	9374700.444	500.053
338	752839.735	9374720.444	502.145
339	752859.735	9374680.444	499.507
340	752859.735	9374700.444	501.076
341	752859.735	9374720.444	503.978

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
342	752879.735	9374680.444	501.326
343	752879.735	9374700.444	501.037
344	752899.735	9374680.444	500.840
345	752899.735	9374700.444	502.230
346	752919.735	9374680.444	501.031
347	752919.735	9374700.444	503.564
348	752939.735	9374660.444	499.636
349	752939.735	9374680.444	500.993
350	752959.735	9374660.444	498.758
351	752959.735	9374680.444	500.757
352	752979.735	9374660.444	499.145
353	752979.735	9374680.444	500.000
354	752999.735	9374640.444	497.000
355	752999.735	9374660.444	499.590
356	752999.735	9374680.444	500.061
357	753019.735	9374640.444	497.002
358	753019.735	9374660.444	500.002
359	753019.735	9374680.444	501.461
360	753039.735	9374640.444	498.020
361	753039.735	9374660.444	500.600
362	753059.735	9374640.444	499.004
363	753059.735	9374660.444	500.950
364	753079.735	9374640.444	499.757
365	753079.735	9374660.444	501.532
366	753099.735	9374620.444	499.634
367	753099.735	9374640.444	500.001
368	753099.735	9374660.444	502.280
369	753119.735	9374620.444	500.523
370	753119.735	9374640.444	500.989
371	753119.735	9374660.444	504.001
372	753139.735	9374620.444	498.273

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
373	753139.735	9374640.444	500.699
374	753139.735	9374660.444	504.601
375	753159.735	9374640.444	500.447
376	753159.735	9374660.444	504.315
377	753179.735	9374640.444	499.762
378	753179.735	9374660.444	502.994
379	753199.735	9374640.444	499.091
380	753199.735	9374660.444	501.483
381	753219.735	9374640.444	497.654
382	753219.735	9374660.444	499.940
383	753239.735	9374640.444	498.037
384	753239.735	9374660.444	498.163
385	753259.735	9374640.444	496.316
386	753259.735	9374660.444	496.333
387	753279.735	9374640.444	495.146
388	753279.735	9374660.444	495.731
389	753279.735	9374680.444	499.908
390	753299.735	9374660.444	495.000
391	753299.735	9374680.444	499.492
392	753319.735	9374660.444	494.046
393	753319.735	9374680.444	496.948
394	753339.735	9374660.444	493.480
395	753339.735	9374680.444	494.460
396	753359.735	9374660.444	492.389
397	753359.735	9374680.444	492.999
398	753379.735	9374680.444	492.574
399	753399.735	9374680.444	492.127
400	753399.735	9374700.444	496.340
401	753419.735	9374680.444	490.597
402	753419.735	9374700.444	495.998
403	753439.735	9374680.444	490.018

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
404	753439.735	9374700.444	493.984
405	753459.735	9374680.444	489.649
406	753459.735	9374700.444	491.999
407	753479.735	9374680.444	488.996
408	753479.735	9374700.444	492.039
409	753499.735	9374700.444	491.035
410	753499.735	9374720.444	495.590
411	753519.735	9374700.444	489.996
412	753519.735	9374720.444	493.181
413	753539.735	9374700.444	489.472
414	753539.735	9374720.444	492.278
415	753559.735	9374700.444	489.326
416	753559.735	9374720.444	491.024
417	753579.735	9374700.444	488.985
418	753579.735	9374720.444	491.045
419	753579.735	9374740.444	493.404
420	753599.735	9374720.444	490.514
421	753599.735	9374740.444	492.302
422	753619.735	9374720.444	490.001
423	753619.735	9374740.444	491.685
424	753639.735	9374720.444	489.938
425	753639.735	9374740.444	491.274
426	753659.735	9374720.444	489.007
427	753659.735	9374740.444	490.375
428	753679.735	9374720.444	489.004
429	753679.735	9374740.444	489.999
430	753699.735	9374720.444	489.002
431	753699.735	9374740.444	489.808
432	753719.735	9374720.444	487.998
433	753719.735	9374740.444	489.769
434	753739.735	9374720.444	488.000

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
435	753739.735	9374740.444	489.767
436	753759.735	9374720.444	487.652
437	753759.735	9374740.444	489.708
438	753779.735	9374720.444	487.348
439	753779.735	9374740.444	489.008
440	753799.735	9374720.444	487.259
441	753799.735	9374740.444	488.988
442	753819.735	9374720.444	486.853
443	753819.735	9374740.444	488.936
444	753839.735	9374720.444	487.027
445	753839.735	9374740.444	488.700
446	753859.735	9374720.444	487.050
447	753859.735	9374740.444	488.770
448	753879.735	9374720.444	487.261
449	753879.735	9374740.444	488.630
450	753899.735	9374720.444	486.676
451	753899.735	9374740.444	488.000
452	753919.735	9374720.444	486.378
453	753919.735	9374740.444	488.000
454	753939.735	9374720.444	486.268
455	753939.735	9374740.444	488.000
456	753959.735	9374720.444	485.983
457	753959.735	9374740.444	487.763
458	753959.735	9374760.444	492.115
459	753979.735	9374720.444	485.944
460	753979.735	9374740.444	487.671
461	753979.735	9374760.444	491.919
462	753999.735	9374720.444	486.001
463	753999.735	9374740.444	487.002
464	753999.735	9374760.444	491.717
465	754019.735	9374720.444	485.896

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
466	754019.735	9374740.444	487.002
467	754019.735	9374760.444	491.514
468	754039.735	9374720.444	485.202
469	754039.735	9374740.444	487.001
470	754039.735	9374760.444	491.309
471	754059.735	9374720.444	484.900
472	754059.735	9374740.444	486.996
473	754059.735	9374760.444	491.099
474	754079.735	9374720.444	484.500
475	754079.735	9374740.444	486.433
476	754079.735	9374760.444	490.892
477	754099.735	9374720.444	484.767
478	754099.735	9374740.444	486.298
479	754099.735	9374760.444	491.003
480	754119.735	9374720.444	484.576
481	754119.735	9374740.444	486.047
482	754119.735	9374760.444	490.850
483	754139.735	9374720.444	484.195
484	754139.735	9374740.444	485.338
485	754139.735	9374760.444	490.217
486	754159.735	9374720.444	484.013
487	754159.735	9374740.444	485.236
488	754159.735	9374760.444	488.227
489	754179.735	9374720.444	484.033
490	754179.735	9374740.444	485.200
491	754179.735	9374760.444	488.001
492	754199.735	9374720.444	484.129
493	754199.735	9374740.444	485.184
494	754199.735	9374760.444	487.922
495	754219.735	9374720.444	484.221
496	754219.735	9374740.444	485.252

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
497	754219.735	9374760.444	488.575
498	754239.735	9374720.444	484.235
499	754239.735	9374740.444	486.000
500	754239.735	9374760.444	488.923
501	754259.735	9374720.444	484.157
502	754259.735	9374740.444	486.000
503	754259.735	9374760.444	489.139
504	754279.735	9374720.444	484.079
505	754279.735	9374740.444	486.000
506	754279.735	9374760.444	489.256
507	754299.735	9374720.444	484.001
508	754299.735	9374740.444	486.217
509	754299.735	9374760.444	488.826
510	754319.735	9374740.444	486.196
511	754319.735	9374760.444	488.653
512	754339.735	9374740.444	486.138
513	754339.735	9374760.444	488.481
514	754359.735	9374740.444	485.325
515	754359.735	9374760.444	488.211
516	754379.735	9374740.444	485.211
517	754379.735	9374760.444	488.011
518	754399.735	9374740.444	485.043
519	754399.735	9374760.444	485.942
520	754419.735	9374740.444	484.531
521	754419.735	9374760.444	485.546
522	754439.735	9374740.444	483.997
523	754439.735	9374760.444	485.198
524	754459.735	9374740.444	483.693
525	754459.735	9374760.444	485.030
526	754479.735	9374740.444	483.364
527	754479.735	9374760.444	484.331

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
528	754479.735	9374780.444	486.034
529	754499.735	9374740.444	482.568
530	754499.735	9374760.444	484.150
531	754499.735	9374780.444	486.070
532	754519.735	9374740.444	482.401
533	754519.735	9374760.444	483.999
534	754519.735	9374780.444	486.105
535	754539.735	9374740.444	482.087
536	754539.735	9374760.444	483.681
537	754539.735	9374780.444	486.140
538	754559.735	9374740.444	481.657
539	754559.735	9374760.444	483.503
540	754559.735	9374780.444	486.176
541	754579.735	9374740.444	481.033
542	754579.735	9374760.444	482.571
543	754579.735	9374780.444	485.586
544	754599.735	9374740.444	481.000
545	754599.735	9374760.444	482.999
546	754599.735	9374780.444	484.964
547	754619.735	9374740.444	481.000
548	754619.735	9374760.444	482.999
549	754619.735	9374780.444	483.998
550	754639.735	9374740.444	481.000
551	754639.735	9374760.444	483.000
552	754639.735	9374780.444	483.476
553	754659.735	9374740.444	481.000
554	754659.735	9374760.444	483.000
555	754659.735	9374780.444	483.000
556	754679.735	9374760.444	482.722
557	754679.735	9374780.444	483.297
558	754699.735	9374760.444	483.000

N° PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
559	754699.735	9374780.444	483.000
560	754719.735	9374760.444	482.008
561	754719.735	9374780.444	483.924
562	754739.735	9374760.444	482.017
563	754739.735	9374780.444	483.728
564	754759.735	9374760.444	481.939
565	754759.735	9374780.444	483.416
566	754779.735	9374760.444	481.645
567	754779.735	9374780.444	483.111
568	754799.735	9374760.444	480.246
569	754799.735	9374780.444	481.917
570	754819.735	9374760.444	480.931
571	754819.735	9374780.444	482.052
572	754839.735	9374760.444	480.735
573	754839.735	9374780.444	481.886
574	754839.735	9374800.444	484.003
575	754859.735	9374760.444	480.586
576	754859.735	9374780.444	481.700
577	754859.735	9374800.444	484.001
578	754879.735	9374760.444	480.661
579	754879.735	9374780.444	481.974
580	754879.735	9374800.444	483.856

ANEXO 02
PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N°20. *Tramo de carretera en estudio.*



Figura N°21. *Toma de puntos en el eje de la vía.*



Figura N°22. Toma de puntos en curva del tramo.



Nota: En la curva N°7, en la progresiva 00+283.64 KM.

Figura N°23. Toma de puntos en el eje de la vía en estudio.



Figura N°24. *Medición de pendiente con estación total.*



Nota: En la progresiva 04+980.00 KM.

Figura N°25. *Medición de ancho de calzada.*



Nota: Se realizó en la progresiva 01+660.00 KM.

Figura N°26. *Medición de ancho de berma.*



Nota: Se realizó en la progresiva 02+240 KM.

Figura N°27. *Medición de ancho de calzada en inicio de curva.*



Nota: Se realizó en la progresiva 02+407.18 KM.

ANEXO 03
FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO	CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ		
SENTIDO	X	E ←	S →
UBICACIÓN	BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA		

ESTACION	ESTACIÓN N° 01		
DÍA Y FECHA	LUNES	7	10
TURNOS	-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
	DIAGRA. VEH.																							
07:00 - 08:00	E		2	2	1	3		2																22
	S	1	3	3	3			1				1												
08:00 - 09:00	E		1	2	2	2		1				1												18
	S	1	2	4				2																
09:00 - 10:00	E	2	1		1	3		1				1												20
	S	1		4		4		1				1												
10:00 - 11:00	E	1		4		2		2																20
	S	2	3	2	2			1				1												
11:00 - 12:00	E	1	2	1	1	3		1				1												26
	S	3	1	2	3	4		2				1												
12:00 - 13:00	E	4		3	2	1		3																23
	S	2	3	4				1																
13:00 - 14:00	E	3		3	3	3		2																20
	S	1	1		1	2		1																
14:00 - 15:00	E	2	2	4	2	3																		18
	S	1			1	1		2																
15:00 - 16:00	E	2	3	2	3	2		1																20
	S	1		4				2																
16:00 - 17:00	E	4		5	1																			17
	S	2		2	1	2																		
PARCIAL:		34	24	51	27	35	0	26	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO	CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ			ESTACION	ESTACIÓN N° 01			
SENTIDO	X	E ←	X	S →	DÍA Y FECHA	MARTES		
UBICACIÓN	BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA			TURNO	-			

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
	DIAGRA. VEH.																							
07:00 - 08:00	E	2	3	2	3	1		1				1												24
	S	1	2	1	2	2		3																
08:00 - 09:00	E	4		3		3		1																21
	S	2	2	2		1		2				1												
09:00 - 10:00	E	5	4	1	2	1						2												23
	S	3		1	4																			
10:00 - 11:00	E	1	2	2	1	2		2				2												18
	S	1	1	1	2		1																	
11:00 - 12:00	E	2	1	1	3																			19
	S	1	3	1	1	2		3				1												
12:00 - 13:00	E	4		3	2	2						1												23
	S	1	1	2	4	1		2																
13:00 - 14:00	E	2	2	2		3						1												19
	S			4	2			3																
14:00 - 15:00	E		3	1	2	1																		14
	S	3	2					2																
15:00 - 16:00	E		1	1	1	3		2																16
	S	2			2	2		2																
16:00 - 17:00	E	3	2	1																				12
	S	2	1		1	2																		
PARCIAL:		39	30	29	32	26	1	23	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO	CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ			ESTACION	ESTACIÓN N° 01			
SENTIDO	X	E ←	X	S →	DIA Y FECHA	MIÉRCOLES 9 10 2024		
UBICACIÓN	BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA			TURNOS	-			

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
	DIAGRA. VEH.																							
07:00 - 08:00	E	3		2	2	2		3																27
	S	2	1	3	3	3		3																
08:00 - 09:00	E	1	2		4	3		2				1												23
	S	1		2		4		2				1												
09:00 - 10:00	E	2	4					1																15
	S	1	2		2	2		1																
10:00 - 11:00	E	3	3	3				1																17
	S	1	1		3	1		1																
11:00 - 12:00	E	1		4		2																		14
	S	2	2			2						1												
12:00 - 13:00	E	4	3	3	4	3		3																39
	S	3	4	2	2	4		2				1												
13:00 - 14:00	E	2	1	2				1																17
	S	3	2		3	2		1																
14:00 - 15:00	E	2		2	2	2																		12
	S	1	1					2																
15:00 - 16:00	E	1	1		1																			9
	S		2	1	2			1																
16:00 - 17:00	E		1	2		1																		9
	S		1	1	2	1																		
PARCIAL:		33	31	27	30	32	0	24	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO	CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ			ESTACION	ESTACIÓN N° 01			
SENTIDO	X	E ←	X	S →	DÍA Y FECHA	JUEVES 10 10 2024		
UBICACIÓN	BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA			TURNO	-			

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
	DIAGRA. VEH.																								
07:00 - 08:00	E	2	4	5	3	3	2																	33	
	S	2	3	3	3	3	2					1													
08:00 - 09:00	E	3	2	2		1	3					1												22	
	S	2	1	4		2	1																		
09:00 - 10:00	E	1	3	5	4	2	2																	27	
	S	3		2		3	1																		
10:00 - 11:00	E				2	3		1																15	
	S	2	1	3		2						1													
11:00 - 12:00	E	1		4	3	4		2																23	
	S	1	2	3	1	3		2																	
12:00 - 13:00	E	4	3	1	1	1																		20	
	S	3		3		4																			
13:00 - 14:00	E	3	2	4	3	4		1																30	
	S	3	1	5		2		2																	
14:00 - 15:00	E	2	3	3		2																		23	
	S	3	3	2	2	3																			
15:00 - 16:00	E		1			2		1																13	
	S		2	4		3																			
16:00 - 17:00	E			3	2	2																		11	
	S			3	1																				
PARCIAL:		35	31	59	22	46	0	20	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO		CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ			ESTACION			ESTACIÓN N° 01			
SENTIDO		X	E ←	X	S →	DÍA Y FECHA			VIERNES 11 10 2024		
UBICACIÓN		BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA			TURNOS			-			

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																								
07:00 - 08:00	E	3	38		1	1																		84
	S	3	36	1																				
08:00 - 09:00	E	2	29		1																			71
	S	1	34	1		1		1																
09:00 - 10:00	E	1	26																					63
	S	2	32		1																			
10:00 - 11:00	E		38			1																		72
	S	2	30																					
11:00 - 12:00	E		29	1	1	1																		71
	S	3	32	1		1		1																
12:00 - 13:00	E	2	37	2	2																			74
	S	3	24			1		1				1	1											
13:00 - 14:00	E	4	30	1	1																			82
	S	2	43					1																
14:00 - 15:00	E	1	29			1																		73
	S	3	36	1	1																			
15:00 - 16:00	E		49	1		1		1																81
	S		28		1																			
16:00 - 17:00	E		29			1																		69
	S		33	2	1			1																
PARCIAL:		32	662	11	10	9	0	7	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	740



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA EN EL TRAMO CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO	CRUCE SHANANGO - CENTRO POBLADO SANTA CRUZ			ESTACION	ESTACIÓN N° 01		
SENTIDO	X	E ←	X	DIA Y FECHA	SÁBADO		
UBICACIÓN	BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA			TURNO	-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
	DIAGRA. VEH.																								
07:00 - 08:00	E	2	2	3	3	4		2																28	
	S	2	3	3	3	2		2																	
08:00 - 09:00	E			4																				18	
	S	3	2	3	2	3		1																	
09:00 - 10:00	E	1	1	2																				14	
	S	3		1	4			2																	
10:00 - 11:00	E		4	4		2		2																26	
	S	2	2	3	3	4																			
11:00 - 12:00	E		5	4	2	4	1	3																37	
	S	2	4	3	2	4		3																	
12:00 - 13:00	E	2	4	2	4	3		2																33	
	S	1	4	2	3	5		1																	
13:00 - 14:00	E	2	2	3	2	6		2																26	
	S			2	1	3		3																	
14:00 - 15:00	E		3	5	1	1		1																21	
	S	1	3	4		2																			
15:00 - 16:00	E			2	1			1																20	
	S		4	5		5		2																	
16:00 - 17:00	E		4	3		3		3																21	
	S			4	1	3																			
PARCIAL:		21	47	62	29	54	1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244							

ANEXO 04
PLANOS DE TRAMO ESTUDIADO