

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**Evaluación y diseño geométrico de la carretera Vinchos -  
Paccha - Andabamba en el distrito de Vinchos -  
Huamanga - Ayacucho, 2022**

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero Agrícola**

Presentado por:  
**Bach. Jaime Alarcon Ataucusi**

Asesor:  
**Mtro. Richard Alex Oscoco Peceros**

**Ayacucho - Perú  
2024**

*A Dios, por darme la vida, salud y por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.*

*Esta investigación se la dedico a mi madre Teodora Ataucusi por ser mi motor y empuje, motivo de aspiración profesional y a mi familia por todo su apoyo y comprensión por creer en mí y darme ejemplos dignos de entrega, constancia y superación. También dedico este trabajo a mi padre Fernando Alarcón que desde cielo derrama su bendición.*

*A mi tesoro, Danna K. Alarcón Jorge, mi gran felicidad, mi mayor alegría, tu eres la razón por la cual me hice más fuerte a pesar de las circunstancias y motivos para seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, forjador de profesionales de calidad, a Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por permitirme desarrollarme como persona y desempeñarme como profesional para seguir cumpliendo mis metas trazadas. A los docentes de la escuela, por la enseñanza brindadas dentro y fuera de las aulas académicas, enriqueciéndonos con sus conocimientos.

Mtro. Richard Alex Oscco Peceros, sin usted y tus virtudes, su paciencia y perseverancia, este trabajo no hubiera sido tan fácil. Has sido parte importante de esta historia con tus aportes profesionales; gracias por la guía.

Agradecer a los miembros del jurado: Ing. John Samuel Cazorla Orihuela, Ph. D. Sandra Del Águila Ríos y Ing. Eduardo Pacori Quispe que, con sus aportes y mejoras de trabajo, por su importante aporte y las participaciones activas en el desarrollo de esta tesis. Debo destacar, por encima de todo, sus disponibilidades y paciencias que hizo benéficamente tanto a nivel científico como personal.

Finalmente, mi familia que siempre han sido el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes han estado conmigo incluso durante los días y noches más difíciles durante mis días universitarios. Siempre han sido los mejores guías en mi vida. Hoy, al culminar mis estudios, les dedico este logro a ustedes, mis queridos padres, como una meta cumplida. Me enorgullece elegirlos como mis padres y tenerlos a mi lado en este momento tan importante.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO I .....	4
1. MARCO TEÓRICO .....	4
1.1. ANTECEDENTES .....	4
1.1.1 A nivel internacional.....	4
1.1.2 A nivel nacional .....	5
1.2. MARCO CONCEPTUAL .....	6
1.2.1. Diagnóstico de infraestructura vial .....	6
1.2.2. Clasificación de las carreteras.....	11
1.2.3. Comportamiento del tránsito vehicular en la carretera.....	14
1.2.4. Diseño geométrico de carreteras.....	16
1.2.5. Velocidad de diseño.....	16
1.2.6. Distancia de visibilidad.....	17
1.2.6.1. Distancia de visibilidad de parada.....	18
1.2.6.2. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.....	18
1.2.7. Diseño geométrico en planta.....	20
1.2.7.1. Consideraciones de diseño .....	21
1.2.7.2. Tramos en tangente.....	22
1.2.7.3. Curvas circulares .....	22
1.2.7.4. Radios mínimos .....	25
1.2.7.5. Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño .....	27
1.2.7.6. Coordinación entre curvas circulares .....	28
1.2.7.7. Curvas de transición .....	29
1.2.7.8. Sobreechancho .....	32
1.2.7.9. Transición de peralte .....	33
1.2.8. Diseño geométrico en perfil.....	34

1.2.8.1.	Pendiente .....	34
1.2.8.2.	Curvas verticales .....	36
1.2.9.	Diseño geométrico de la sección transversal .....	39
1.2.9.1.	Elementos de la sección transversal .....	39
1.2.9.2.	Calzada o superficie de rodadura .....	40
1.2.9.3.	Ancho de la calzada en tangente .....	40
1.2.9.4.	Bermas .....	41
1.2.9.5.	Inclinación de las bermas .....	42
1.2.9.6.	Bombeo.....	43
1.3.	HIPÓTESIS .....	43
1.3.1.	Hipótesis general.....	43
1.3.2.	Hipótesis específica .....	44
CAPÍTULO II .....		45
2.	METODOLOGÍA.....	45
2.1.	INFORMACIÓN GENERAL.....	45
2.2.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	47
2.2.1.	Clima.....	47
2.3.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	47
2.3.1	Materiales de gabinete .....	47
2.3.2	Equipos .....	47
2.3.3	Programas de Ingeniería .....	48
2.4.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
2.4.1	Delimitación geográfica.....	48
2.4.2	Delimitación de estudio .....	49
2.4.3	Delimitación espacial.....	49
2.4.4	Delimitación temporal .....	49
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	49
2.5.1.	Variables independientes .....	49
2.5.2.	Variables dependientes .....	49
2.6.	REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	49
2.7.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	51
2.7.1.	Problema general .....	51
2.7.2.	Problemas específicos.....	51
2.8.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	52

2.9.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	52
2.10.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	52
2.11.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	52
2.11.1.	Población.....	52
2.11.2.	Muestra.....	52
2.12.	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE DATOS.....	52
2.13.	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN EN MÉTODOS.....	53
2.13.1.	Diagnosticar la infraestructura vial existente de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba.....	53
2.13.1.1.	Alcantarilla.....	55
2.13.1.2.	Badén.....	55
2.13.1.3.	Pontón .....	56
2.13.1.4.	Cunetas.....	56
2.13.1.5.	Subdrén .....	57
2.13.1.6.	Muro Terramesh.....	57
2.13.2.	Determinación del comportamiento del tránsito vehicular de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba.....	58
2.13.2.1.	Metodología de conteo.....	58
2.13.2.2.	Proyección del tráfico normal .....	63
2.13.3.	Parámetros de diseño geométrico según la normatividad vigente del MTC DG-2018 Manual de carreteras en la vía que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba .....	64
2.13.3.1.	Diseño geométrico de carreteras .....	64
2.13.3.2.	Clasificación por demanda.....	64
2.13.3.3.	Clasificación de la carretera por orografía .....	65
2.13.3.4.	Velocidad de diseño .....	65
2.13.3.5.	Distancia de Visibilidad .....	66
2.13.3.6.	Diseño geométrico en planta.....	70
2.13.3.7.	Diseño geométrico en perfil.....	73
2.13.3.8.	Diseño geométrico de la sección transversal .....	73
2.14.	TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS .....	73
2.14.1.	Elaboración de datos de diseño geométrico de la carretera en una hoja de cálculo Excel.....	73
2.14.2.	Elaboración de planos .....	74

2.14.3.	Comparación de datos obtenidos en campo y por diseño .....	74
CAPÍTULO III.....		75
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	75
3.1.	DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE DE LA CARRETERA QUE UNE A LAS LOCALIDADES DE VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA.....	75
3.2.	DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR DE LA CARRETERA QUE UNE A LAS LOCALIDADES DE VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA.....	79
3.2.1.	Comportamiento de las características del tránsito vehicular.....	79
3.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE DEL MTC DG-2018 MANUAL DE CARRETERAS EN LA VÍA QUE UNE A LAS LOCALIDADES DE VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA.....	84
3.3.1.	Estudio de topografía .....	84
3.3.2.	Clasificación de la carretera.....	84
3.3.2.1.	Resultado de la clasificación por demanda .....	84
3.3.2.2.	Resultado de la clasificación por orografía .....	85
3.3.3.	Velocidad de diseño.....	85
3.3.4.	Diseño en planta.....	86
3.3.5.	Diseño en perfil.....	87
3.3.6.	Visibilidad.....	88
3.3.7.	Diseño en sección .....	90
3.3.8.	Análisis de cumplimiento de los parámetros en el primer tramo .....	90
3.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	93
CONCLUSIONES .....		94
RECOMENDACIONES.....		95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		96
ANEXOS .....		98

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.1.</b> <i>Puntos de paso en la carretera Vinchos - Paccha - Andabamba</i> .....	6
<b>Tabla 1.2.</b> <i>Características actuales de la vía Vinchos – Paccha – Andabamba</i> .....	7
<b>Tabla 1.3.</b> <i>Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía</i> .....	17
<b>Tabla 1.4.</b> <i>Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%</i> .....	18
<b>Tabla 1.5.</b> <i>Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)</i> .....	18
<b>Tabla 1.6.</b> <i>Longitud mínima de curva en carretera red nacional</i> .....	21
<b>Tabla 1.7.</b> <i>Longitud mínima de curva en carretera red nacional</i> .....	21
<b>Tabla 1.8.</b> <i>Longitudes de tramos en tangentes</i> .....	22
<b>Tabla 1.9.</b> <i>Radio mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras</i> .....	26
<b>Tabla 1.10.</b> <i>Relación entre radios consecutivos – grupo 2</i> .....	29
<b>Tabla 1.11.</b> <i>Longitud mínima de curva de transición</i> .....	30
<b>Tabla 1.12.</b> <i>Pendientes máximas (%)</i> .....	36
<b>Tabla 1.13.</b> <i>Anchos mínimos de calzada en tangente</i> .....	41
<b>Tabla 1.14.</b> <i>Anchos de bermas</i> .....	42
<b>Tabla 1.15.</b> <i>Pendiente transversal mínimas de las Bermas</i> .....	43
<b>Tabla 1.16.</b> <i>Valores del bombeo de la calzada</i> .....	43
<b>Tabla 2.1.</b> <i>Ubicación de la zona de estudios</i> .....	45
<b>Tabla 2.2.</b> <i>Descripción y las características de la vía de los 22+728.5 km</i> .....	53
<b>Tabla 2.3.</b> <i>Características de la vía y las obras de arte</i> .....	54
<b>Tabla 2.4.</b> <i>Características de la alcantarilla</i> .....	55
<b>Tabla 2.5.</b> <i>Características del badén</i> .....	55
<b>Tabla 2.6.</b> <i>Sistema de drenaje de la vía registra tres tipos de cunetas</i> .....	56
<b>Tabla 2.7.</b> <i>Dimensiones de la estructura del subdrenaje</i> .....	57
<b>Tabla 2.8.</b> <i>Elementos Terramesh System confeccionados en malla hexagonal</i> .....	57
<b>Tabla 2.9.</b> <i>Factor de corrección estacional – Estación Socos</i> .....	58
<b>Tabla 2.10.</b> <i>Ficha de recolección de datos para el conteo y crecimiento vehicular</i> ....	61
<b>Tabla 2.11.</b> <i>Volumen del tráfico promedio diario</i> .....	62
<b>Tabla 2.12.</b> <i>Resumen del volumen de tráfico promedio de salida y entrada</i> .....	63
<b>Tabla 2.13.</b> <i>Clasificación de la carretera por demanda</i> .....	64
<b>Tabla 2.14.</b> <i>Clasificación de la carretera por orografía</i> .....	65
<b>Tabla 2.15.</b> <i>Velocidad del diseño</i> .....	65



<b>Tabla 2.16.</b>	<i>Elementos de la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo</i> .....	68
<b>Tabla 2.17.</b>	<i>Longitudes de tramos en tangente</i> .....	70
<b>Tabla 2.18.</b>	<i>Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo</i> .....	71
<b>Tabla 3.1.</b>	<i>Resultados de las obras de arte</i> .....	76
<b>Tabla 3.2.</b>	<i>Porcentaje de las obras de arte</i> .....	77
<b>Tabla 3.3.</b>	<i>Resultado de la carretera</i> .....	78
<b>Tabla 3.4.</b>	<i>Volumen del tráfico promedio diario</i> .....	80
<b>Tabla 3.5.</b>	<i>Índice medio diario semanal (IDMS)</i> .....	81
<b>Tabla 3.6.</b>	<i>Índice medio diario anual (IMD)</i> .....	81
<b>Tabla 3.7.</b>	<i>Índice medio diario anual (IMDA)</i> .....	82
<b>Tabla 3.8.</b>	<i>Cálculos exportados desde civil 3D de los elementos de curva</i> .....	84
<b>Tabla 3.9.</b>	<i>Clasificación de la carretera por demanda</i> .....	84
<b>Tabla 3.10.</b>	<i>Clasificación de la carretera por orografía</i> .....	85
<b>Tabla 3.11.</b>	<i>Velocidad de diseño</i> .....	85
<b>Tabla 3.12.</b>	<i>Diseño de planta</i> .....	86
<b>Tabla 3.13.</b>	<i>Distancia de visibilidad de parada (Dp)</i> .....	87
<b>Tabla 3.14.</b>	<i>Distancia de visibilidad</i> .....	88
<b>Tabla 3.15.</b>	<i>Diseño de sección transversal</i> .....	90
<b>Tabla 3.16.</b>	<i>Longitud mínima en tangente</i> .....	90
<b>Tabla 3.17.</b>	<i>Radio</i> .....	91
<b>Tabla 3.18.</b>	<i>Sobreancho</i> .....	92
<b>Tabla 3.19.</b>	<i>Longitud mínima de curvas</i> .....	93
<b>Tabla 3.20.</b>	<i>Bombeo</i> .....	93
<b>Tabla 3.21.</b>	<i>Evaluación para parámetros de diseño geométrico</i> .....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.1.</b> <i>Alcantarilla de alivio del tipo TMC</i> .....	8
<b>Figura 1.2.</b> <i>Baden de concreto y mampostería de piedra</i> .....	8
<b>Figura 1.3.</b> <i>El TIPO I y II, cuneta triangular no revestida y revestida de 0.90m x 0.30m</i> .....	9
<b>Figura 1.4.</b> <i>EL TIPO III, cuneta triangular no revestida, las medidas 0.40m x 0.30m, e = 0.10m.</i> .....	9
<b>Figura 1.5.</b> <i>Pontón compuesto por estribos de concreto ciclópeo</i> .....	10
<b>Figura 1.6.</b> <i>Terramesh System con malla hexagonal</i> .....	10
<b>Figura 1.7.</b> <i>Distancia de visibilidad de adelantamiento</i> .....	19
<b>Figura 1.8.</b> <i>Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)</i> .....	19
<b>Figura 1.9.</b> <i>Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)</i> .....	20
<b>Figura 1.10.</b> <i>Alineamiento en planta</i> .....	20
<b>Figura 1.11.</b> <i>Curva horizontal circular</i> .....	23
<b>Figura 1.12.</b> <i>Curvatura por el sistema arco-grado</i> .....	23
<b>Figura 1.13.</b> <i>Concepción de ángulo de deflexión</i> .....	24
<b>Figura 1.14.</b> <i>Curvatura por el sistema cuerda-grado</i> .....	24
<b>Figura 1.15.</b> <i>Peralte en cruce de áreas urbanas</i> .....	27
<b>Figura 1.16.</b> <i>Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)</i> .....	27
<b>Figura 1.17.</b> <i>Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)</i> .....	28
<b>Figura 1.18.</b> <i>Peralte en zonas con peligro de hielo</i> .....	28
<b>Figura 1.19.</b> <i>Curva espiral</i> .....	30
<b>Figura 1.20.</b> <i>Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular</i> .....	33
<b>Figura 1.21.</b> <i>Diseño de perfil</i> .....	34
<b>Figura 1.22.</b> <i>Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas</i> .....	37
<b>Figura 1.23.</b> <i>Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas</i> .....	37
<b>Figura 1.24.</b> <i>Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada</i> .....	38
<b>Figura 1.25.</b> <i>Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso</i> .....	38
<b>Figura 1.26.</b> <i>Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas</i> .....	39
<b>Figura 1.27.</b> <i>Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas</i> .....	40
<b>Figura 2.1.</b> <i>Mapa de ubicación y localización de la población de estudio</i> .....	46

<b>Figura 2.2.</b> <i>Delimitación geográfica</i> .....	48
<b>Figura 2.3.</b> <i>Imagen satelital del tramo a estudiar</i> .....	49
<b>Figura 2.4.</b> <i>Alcantarilla de alivio del tipo TMC</i> .....	55
<b>Figura 2.5.</b> <i>Badén de concreto y mampostería de piedra</i> .....	56
<b>Figura 2.6.</b> <i>Ubicación de estaciones de conteo y origen - destino</i> .....	60
<b>Figura 2.7.</b> <i>Distancia de visibilidad de adelantamiento</i> .....	66
<b>Figura 2.8.</b> <i>Distancia de visibilidad en intersecciones. Triángulo mínimo de visibilidad</i> .....	69
<b>Figura 3.1.</b> <i>Clasificación vehicular IMD</i> .....	82
<b>Figura 3.2.</b> <i>Clasificación diaria de vehículos/día</i> .....	83
<b>Figura 3.3.</b> <i>Composición del tráfico de vehículos ligeros y vehículos pesados</i> .....	83

## RESUMEN

El propósito de este trabajo fue realizar un análisis del diseño geométrico de la carretera “Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho 2022, en una longitud de 22+728.5 km con pavimentos nivel de Solución Básica (base estabilizado con cemento portland y cobertura de Slurry Seal Tipo III)”. El objetivo fue proponer los parámetros de diseño geométrico de la carretera a través del diagnóstico de la infraestructura vial existente, en los tramos en que se tiene mayor incidencia de accidentes de tránsito dentro de la vía. Asimismo, verificamos el estado de la infraestructura vial existente, para la propuesta de mejoramiento y rehabilitación de la carreta y proponer los parámetros de diseño según la normatividad vigente del MTC DG-2018 (Manual de carreteras). “Los datos fueron obtenidos de PROVIAS Descentralizados y los parámetros del DG-2018, se realiza en función a la norma y reglamento del MTC, vía de categoría Tercera Clase (Según su tráfico 37 veh/día, bajo volumen de tránsito), ancho de la calzada promedio 5.50m, plazoletas de cruce cada 500m promedio, compactación de 0.15m, velocidad directriz entre 20 – 30 km/h, radios de vuelta 15m – 20m, pendientes máximas 6% – 10%, bombeo de calzada de 2.5% y derecho de vía 16 m.”. La vía cuenta con 59 unid. alcantarillas tipo TMC longitud promedio de 6.00 m lineales, 15 unid. alcantarilla tipo marco concreto armado (C° A°), 08 unid. badenes, subdrenes, cunetas (Tipo I no revestido, II triangulares 0.75x0.30m y III Concreto rectangular 0.40x0.30m) para evacuar un caudal máximo.

**Palabras clave:** Tránsito vehicular y diseño geométrico.

## INTRODUCCIÓN

Según Ularte (2017) Las carreteras con baja densidad de tráfico son muy importantes para la población. Junto con ellos, podemos aliviar la pobreza rural, mejorar los bienes y servicios y promover el desarrollo de la salud y la educación. El acceso a los servicios de infraestructura vial rural mejora la conectividad en los pueblos rurales y fomenta el desarrollo de la población. La integración de las ciudades regionales permite mejorar el desarrollo de actividades productivas. También puede mejorar la calidad de vida aumentando los activos productivos, logrando así beneficios económicos para los pobres y acceso a los mercados y servicios públicos.

Según Castillo & Diaz (2020) en su propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal nuevo Trujillo menciona que:

La carretera es un medio de transporte que se debe construir para resistir y permitir en forma adecuada el paso de vehículos, para lograr este objetivo, el diseño debe adoptar ciertos criterios de resistencia seguridad y uniformidad. La mayor parte de estos criterios requieren de años de experiencia junto con otras investigaciones que se realizan frecuentemente. Existen en la ingeniería de carreteras métodos en donde se han establecido fórmulas, las cuales están sujetas a interpretaciones y criterios ya que las carreteras están ligadas íntimamente con la superficie terrestre la cual raras veces se puede adaptar a conceptos matemáticos. (p. 1)

Según Cárdenas (2015) el diseño geométrico es la parte más importante de un proyecto vial y determina la configuración geométrica final de una entidad tridimensional basada en el factor determinante o el factor existente, lo que supone que cumplirá como máximo los objetivos básicos de funcionalidad, seguridad, confort, integración con su entorno, armonía o estética, economía y flexibilidad de la solución final. Esto requiere un proceso de diseño iterativo donde la geometría de la carretera se construye incrementalmente a través de un modelo tridimensional que se analiza continuamente

contra todos los determinantes y objetivos de diseño, trasladarse a sus cambios, buscando la optimización de la realidad física y funcional

De acuerdo al trabajo de campo en el tramo Vinchos – Paccha – Andabamba, que actualmente tiene pavimento nivel de Solución Básica (base estabilizado con cemento portland y cobertura de Slurry Seal Tipo III): de lo cual se puede mencionar que el peralte dentro de la superficie no cumple el porcentaje de inclinación transversal reglamentario en algunas curvas de volteo, cuya función es *“contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo”*, los radios mínimos, los sobrecanchos tampoco no cumplen con los reglamento del DG-2018. Un buen diseño geométrico de las vías es muy importante, ya que, desde la perspectiva del ciudadano de a pie, las vías bien diseñadas permiten transitar en menor tiempo, con mejor calidad y seguridad, facilitando o reduciendo los accidentes de tránsito.

### **Objetivo general**

Proponer los parámetros de diseño geométrico de la carretera a través del diagnóstico de la infraestructura vial existente de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho 2022.

### **Objetivos específicos**

1. Diagnosticar la infraestructura vial existente de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho, 2022.
2. Determinar el comportamiento del tránsito vehicular de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho, 2022.
3. Proponer los parámetros de diseño geométrico según la normatividad vigente del MTC DG-2018 (Manual de carreteras) en la vía que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho, 2022.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

##### ***1.1.1 A nivel internacional***

Duarte & Salinas (2018) en su investigación titula “Diagnóstico de los efectos generados por el tráfico de largo destino en la malla vial” menciona que:

Este estudio presenta la débil infraestructura que existe en las carreteras de largo destino. Se muestra, como estudio de caso, el municipio de Cachipay el cual no escapa a una serie de inconvenientes en materia de movilidad debido a las fallas de la malla vial. El método utilizado se basó en la línea de investigación de la modelación y simulación de problemas; con el planteamiento de un estudio de caso mediante el análisis e inventario de daños, por medio de dos alternativas, escogiendo la más apropiada. Los resultados obtenidos fue la búsqueda de soluciones a los problemas de movilidad en el municipio de Cachipay ha generado un incremento de circulación vehicular por las calles del municipio, que oscila entre un 67 % a un 46 %, según los conteos de tráfico registrados en los días entre semana contra días festivos. Llegaron a la conclusión que Cachipay, por ser un municipio cercano a la capital de Bogotá, debe contar con propuestas que contribuyan a solucionar el deterioro de las calles y vías alternas, y a fortalecer el parque automotor del municipio. (p. 7)

Perez (2019) en su investigación titulada “Modelo de gestión y financiero de carretera de alta capacidad. Aplicada al caso de la autopista AP-7 a su paso por la Comunidad Valenciana (tramo de Vinaroz a El Campello) Evaluación Financiera Socioeconómica y Evaluación Financiera” indica que:

-Ha realizado como trabajo de Fin de Máster conjunto de los integrantes del grupo para la obtención de la titulación de Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. El objetivo principal del trabajo, es proponer una alternativa viable una

vez haya cumplido la fecha límite de la concesión del tramo de la AP-7 estudiado. Para ello, primero se desarrollan y clasifican los diferentes sistemas de gestión, financiación y explotación de vías de gran capacidad que se han aplicado a lo largo de la historia y de qué manera funcionan los sistemas concesionales, tanto en España como en los países de Europa cuya características geográficas, demográficas y económicas son similares a España. Este análisis posibilita la recopilación de información previa necesaria para poder plantear los diferentes escenarios en los que se basan, tanto la Evaluación Socioeconómicas, como la Evaluación Financiera. El desarrollo de ambas evaluaciones permite obtener dos perspectivas diferentes para los escenarios planteados. Dicha evaluación depende, en gran medida, del estudio de tráfico realizado para la autopista y su zona de influencia. Dicho estudio, se ha realizado con una proyección de 20 años, realizando un análisis de sensibilidad a los datos obtenidos para el transvase del tráfico entre escenarios, permitiendo de esta manera, considerar la incertidumbre existente en la prognosis de tráfico planteada. Para llevar a cabo el desarrollo de ambas evaluaciones, se han desglosado el tramo objeto de estudio en subtramo más pequeño y se han considerado gran cantidad de parámetros que dan lugar a flujos de ingresos y gastos, mediante los cuales, debidamente impulsados, se han obtenido los resultados. Finalmente, para poder establecer unas conclusiones, de estos resultados se ha obtenido en VAN, utilizado como indicador de la rentabilidad socioeconómica por un lado y financiera por el otro. (p. 9)

### ***1.1.2 A nivel nacional***

Castillo & Diaz, (2020) en su investigación “Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo” tiene por objetivo:

Evaluar y realizar una propuesta para la actualización del diseño geométrico del Camino Vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador, distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota, Región San Martín, de Acuerdo con las Normas de Diseño Geométrico. Dicha evaluación se realizó con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018) desde el Km 0+00.00 hasta el Km 17+646.00. 1º se seleccionó dicha vía para la evaluación y se procedió a realizar el estudio de tráfico Vehicular y la comprobación de los peraltes medidos con eclímetro en las curvaturas con el fin de que este estudio sirva como antecedentes para futuros proyectos de mejoramiento. Una vez en el Programa Civil 3D de manera detallada. (p. 7)



Se concluyó que dicha carretera presenta una topografía ondulada (tipo 2). La evaluación del tráfico se realizó con el conteo de vehículos por una semana en el cual predominan los vehículos menores y livianos; el cual se determinó que tenemos una carretera con una clasificación de Carretera de Tercera Clase. Obtenida la información y ayudados del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DGC-2018); se pudo determinar la velocidad directriz de diseño de 40Km/h. Asimismo se realizó el análisis y comparación de las características geométricas obtenidas en Planta, Perfil Y Secciones Transversales. Para concluir con la evaluación se determinó que el Camino Vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador, distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota, San Martín, no cumple con algunos parámetros de diseño geométrico dispuestos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018, específicamente en tramos en tangente y peraltes, por lo que se plantea mejorar la calidad con ciertos dispositivos de control para tener un tráfico vehicular seguro, cómodo y económico. (p. 7)

## 1.2. MARCO CONCEPTUAL

### 1.2.1. Diagnóstico de infraestructura vial

Según el MTC (2018) menciona que las “tipologías a tomar en cuenta es la topografía (longitudes, pendientes y desniveles), la calidad y tipo de suelos, la forma geométrica o desarrollo de la vía” (p. 198).

**Tabla 1.1.**

*Puntos de paso en la carretera Vinchos - Paccha - Andabamba*

N°	Lugar	Descripción	Km	Característica	
1	Vinchos	Inicio de la carretera	00+000	Altitud	3121 msnm
				Características de suelo	Suelos arcillosos y arenosos mezclados con gravas
				Cobertura vegetal	Algunos suelos de cultivo en ambos lados
				Pendiente	3% - 10%
2	Paccha	La mitad de la carretera	13+210	Altitud	3291 msnm
				Características de suelo	Suelos arcillosos y arenosos mezclados con gravas
				Cobertura vegetal	Algunos suelos de cultivo en ambos lados
				Pendiente	2% - 11%
3	Andabamba	Final de la carretera	22+728.5	Altitud	3652 msnm
				Características de suelo	Suelos arcillosos y arenosos mezclados con gravas
				Cobertura vegetal	Algunos suelos de cultivo en ambos lados
				Pendiente	3% - 9%

### ***Reconocimiento de la carretera para el proyecto***

El reconocimiento de la carretera por vía terrestre es un trabajo Insitu, que se tiene que realizar el cual de acuerdo con:

Las características de la longitud en los tramos 22+728.5 km, Vinchos progresiva 00+000 (punto de inicio), llegando hasta Paccha km 13+210. Final del tramo en el km 22+728.5 Andabamba. Con Pavimentos nivel de Solución Básica (base estabilizado con cemento portland y cobertura de Slurry Seal Tipo III), ancho promedio de 6.00m, doble vía con ancho de la calzada de 2.50 y la plazoleta de cruce cada 500 m.

**Tabla 1.2.**

*Características actuales de la vía Vinchos – Paccha – Andabamba*

<b>CARRETERA</b>	<b>TRAMO</b>
<b>Características de la vía Vinchos - Paccha - Andabamba</b>	
<b>1. Calzada de la vía</b>	
Longitud	22 + 728.5 km
Material de la superficie	Pavimentos materiales de base estabilizado con cemento portland con cobertura de Slurry Seal Tipo III.
Calzada promedio	6.00 m
Estado de Conservación	Regular a malo
Estado de la vía	Encalaminado y con baches
Pendiente	7.00% promedio
Bombeo	3.00%
<b>2. Obras arte</b>	
Nº Pontones - y luz (m)	2.00 – 8.00
Estado de Conservación	Malo
Badenes	8
Estado de Conservación	Regular
Muro terramesh	2
Estado de Conservación	Regular
<b>3. Drenaje</b>	
Alcantarillas de TMC y C° A°	74
Estado de Conservación	Malo, Regular a bueno,
Cunetas revestido y sin revestir	-
Estado de Conservación	Malo, Regular a bueno,
Sub drenaje	2
Estado de Conservación	Nueva

### ***Alcantarilla***

Según Chahua (2014) determinó la estructural de alcantarillas rectangulares de concreto armado de grandes luces; se indica de manera general los requerimientos mínimos exigidos, los mismos que el manual AASHTO LRFD Bridge.

**Figura 1.1.**

*Alcantarilla de alivio del tipo TMC*



### ***Badén***

Según Camahuali (2010) se determina cuando “*el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento*”.

**Figura 1.2.**

*Baden de concreto y mampostería de piedra*



### ***Cunetas***

Según Zuloeta (2018) menciona que son “*zanjas abiertas y longitudinales, construidas en concreto o en tierra, que tienen la función de conducir flujos de agua superficial hasta un punto de fácil evacuación*”.

**Figura 1.3.**

*El TIPO I y II, cuneta triangular no revestida y revestida de 0.90m x 0.30m*



**Figura 1.4.**

*EL TIPO III, cuneta triangular no revestida, las medidas 0.40m x 0.30m, e = 0.10m.*



### ***Pontón***

Según Morales (2021) define que es “*un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos y dificultades compuestas, como vías férreas o carreteras*”.

**Figura 1.5.**

*Pontón compuesto por estribos de concreto ciclópeo*



***Sistema de Muro Terramesh 1X2X4M***

De acuerdo a Arana y Quispe (2013) en su trabajo de investigación titulada “muro de suelo reforzado con Terramesh System aplicado al proyecto” menciona que:

El sistema de muro consiste en incorporar un refuerzo de manera que sea resistente a las fuerzas de tracción ejercida por la carga que se orienta a la composición de una masa de suelo compactado, que incrementa la resistencia del suelo y reducen las deformaciones del sólido. En dicho sistema, denominado como suelo reforzado, la conducta global del compacto es perfeccionado por efectos de la transferencia de los esfuerzos a tracción sobre los elementos resistentes. (p.14)

**Figura 1.6.**

*Terramesh System con malla hexagonal*



## **1.2.2. Clasificación de las carreteras**

### ***Clasificación por demanda***

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

#### **a) Autopistas de Primera Clase**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define a la autopista de primera clase como:

Carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (p. 12)

#### **b) Autopistas de Segunda Clase**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define a la autopistas de segunda clase como:

Carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (p. 12)

#### **c) Carreteras de Primera Clase**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define a las carreteras de primera clase como:

Carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de

operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (p. 12)

#### **d) Carreteras de Segunda Clase**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define a las carreteras de segunda clase como:

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

#### **e) Carreteras de Tercera Clase**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define a las carreteras de tercera clase como:

Carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (p. 12)

#### **f) Trochas carrozables**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define a las trochas carrozables como:

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. (p. 13)

### ***Clasificación por orografía***

La clasificación orográfica de las carreteras del Perú, se clasifican en:

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

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define al terreno plano como:

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo. (p. 14)

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

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define al terreno ondulado como:

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo. (p. 14)

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

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define Al terreno accidentado como:

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo. (p. 14)

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

Según MTC (2018) “Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo” (p. 14)



### ***1.2.3. Comportamiento del tránsito vehicular en la carretera***

#### ***Índice medio diario anual (IMDA)***

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que el índice medio diario anual:

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera. (p. 92)

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina como:

Demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos. La IMDA (Intensidad Media Diaria Anual), también conocida por sus siglas en inglés AADT (Average Annual Daily Traffic), se utiliza fundamentalmente para el planeamiento: proyección de vías, programas de acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros. (p. 92)

#### **a) Variación horaria**

Según el MTC (2018) define “el patrón de tráfico en cualquier carretera que muestra una variación considerable durante las distintas horas del día y de cada hora durante todo el año” (p. 94). La mayor variación horaria en el estudio fue entre las 6:00 am a 8:00 am y 13:00 pm a 17:00 pm, presentando el volumen más bajo entre 0:00 horas a 5:00 am y de 20:00 pm a 24:00 pm.

## **b) Variación diaria**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la variación diaria es:

El patrón de tráfico en una carretera que establece una variación diaria y se calcula como la demanda diaria promedio hasta el final del período de diseño en número de vehículos promedio, que utilizan la carretera actualmente y se incrementa con una tasa de crecimiento anual (p. 94). El mayor volumen de tráfico por día en el proyecto se presenta los días sábados con 42 vehículos de las cuales el 12% corresponde a vehículos pesados y el 88% corresponde a vehículos ligeros. El día con menor volumen de tráfico son los días martes, jueves y viernes. (p. 93)

### ***Crecimiento del tránsito***

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) refiere que el crecimiento del tránsito de una carretera debe:

Estar diseñada para soportar el volumen de tráfico que es probable que ocurra en la vida útil del proyecto. No obstante, el establecimiento de la vida útil de una carretera, requiere la evaluación de las variaciones de los principales parámetros en cada segmento de la misma, cuyo análisis reviste cierta complejidad por la obsolescencia de la propia infraestructura o inesperados cambios en el uso de la tierra, con las consiguientes modificaciones en los volúmenes de tráfico, patrones, y demandas. Para efectos prácticos, se utiliza como base para el diseño un periodo de veinte años. (p. 95)

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la definición geométrica de las nuevas carreteras:

En el caso de mejoras en las ya existentes, no debe basarse únicamente en el volumen de tránsito actual, sino que debe considerar, el volumen previsto que va a utilizar esta instalación en el futuro. De esta forma, deberán establecerse los volúmenes de tránsito presentes en el año de puesta en servicio del proyecto y aquellos correspondientes al año horizonte de diseño. Ello, además de fijar algunas características del proyecto, permite eventualmente, elaborar un programa de construcción por etapas. (p. 95)

Crecimiento de tránsito, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0(1 + r)^n \dots \dots \dots (01)$$

Dónde:

Pf : tránsito final.

Po : tránsito inicial (año base).

r : tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

n : año a estimarse.

#### **1.2.4. *Diseño geométrico de carreteras***

Con respecto al diseño geométrico de carreteras Cárdenas (2015) menciona que se debe de considerar:

En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. Una vía será funcional de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una velocidad de operación suficiente. La geometría de la vía tendrá como premisa básica la de ser segura, a través de un diseño simple, uniforme y consistente. (p. 2)

#### **1.2.5. *Velocidad de diseño***

Según MTC (2018) la velocidad de diseño se calcula en “función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la Velocidad de diseño en el rango” (p. 96). En la tabla (1.3) se observa la velocidad de diseño.

**Tabla 1.3.**

*Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO										
		HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

### 1.2.6. Distancia de visibilidad

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la distancia de visibilidad es:

La longitud continua hacia adelante 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 la *visibilidad de parada* y la *visibilidad de paso o adelantamiento*. Las dos primeras influyen el diseño de la carretera en campo abierto y serán tratadas en esta sección considerando alineamiento recto y rasante de pendiente uniforme. Los casos con condicionamiento asociados a singularidades de planta o perfil se tratarán en las secciones correspondientes. (p. 103)

### 1.2.6.1. Distancia de visibilidad de parada

Según MTC (2018) indica que la distancia de visibilidad de parada es “la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria” (p. 103).

**Tabla 1.4.**

*Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

**Tabla 1.5.**

*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	267	267	252	238

Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

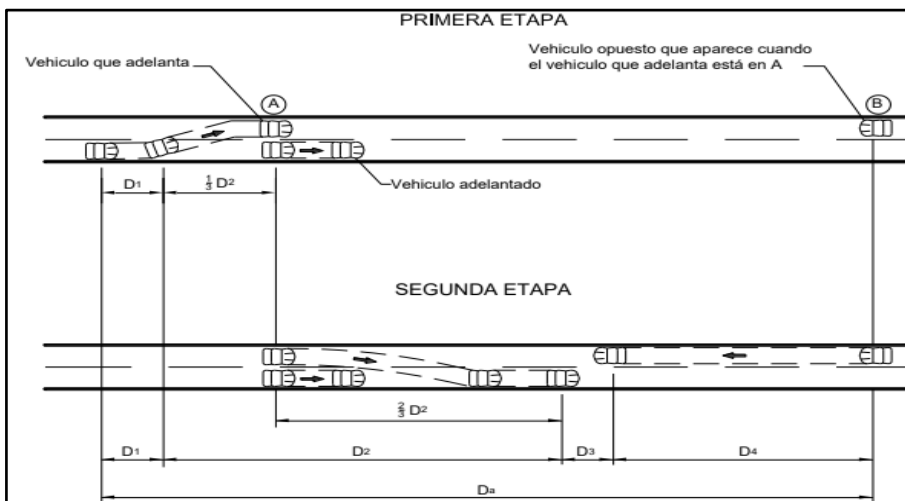
### 1.2.6.2. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento es:

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño. La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. (p. 106 - 107)

**Figura 1.7.**

*Distancia de visibilidad de adelantamiento*



Fuente: *Manual del Diseño Geométrico – 2018*

**Figura 1.8.**

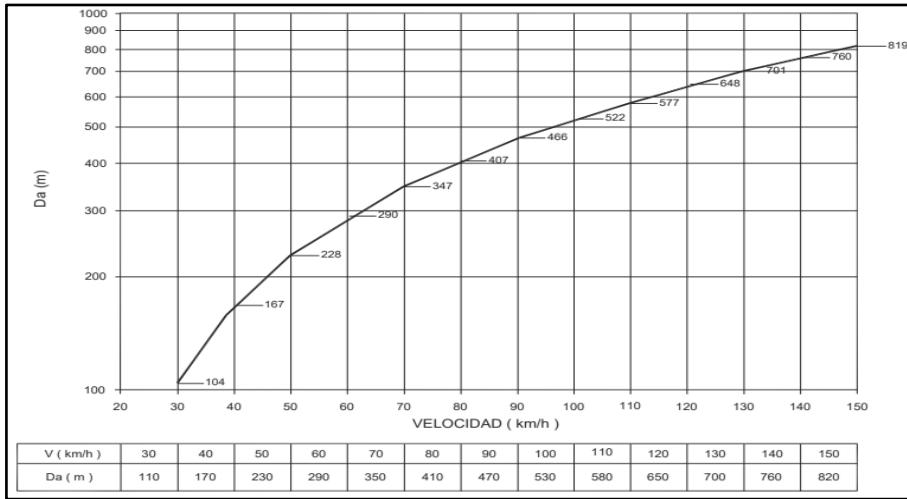
*Distancia de visibilidad de adelantamiento ( $D_a$ )*



Fuente: *Elaboración propia, vía Libertadores*

**Figura 1.9.**

*Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)*



Fuente: del Diseño Geométrico – 2018

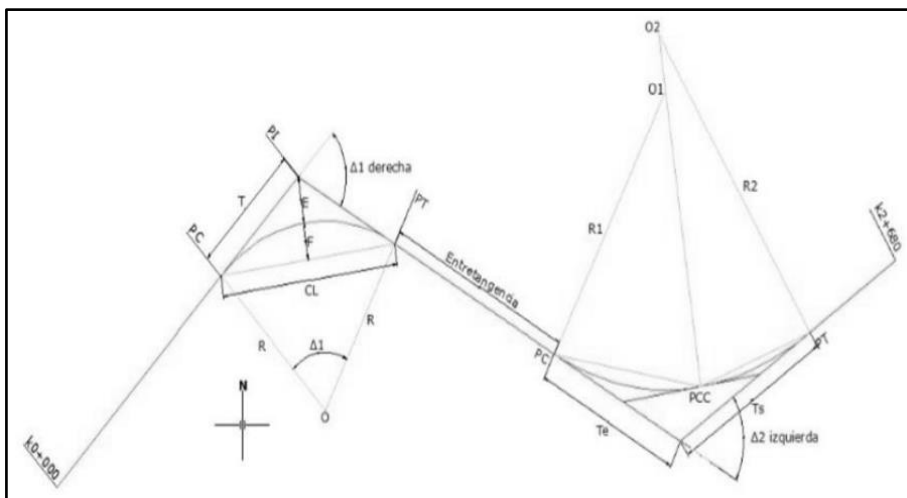
**1.2.7. Diseño geométrico en planta**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que el diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal está:

Constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. (p. 125)

**Figura 1.10.**

*Alineamiento en planta*



Fuente: Manual DG-2018

**1.2.7.1. Consideraciones de diseño**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) indica que se debe de tener consideraciones de diseño:

Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios. Para las autopistas de primer y segundo nivel, el trazo deberá ser más bien una combinación de curvas de radios amplios y tangentes no extensas. (p. 126)

En el caso de ángulos de deflexión  $\Delta$  pequeños, iguales o inferiores a  $5^\circ$ , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30\Delta(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ \dots \dots \dots (02)$$

Donde:

(L en metros;  $\Delta$  en grados)

No se usará nunca ángulos de deflexión menores de 59' (minutos).

La longitud mínima de curva (L) será:

**Tabla 1.6.**

*Longitud mínima de curva en carretera red nacional*

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

*Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018*

V = Velocidad de diseño (km/h)

“No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión, en la siguiente tabla se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal”.

**Tabla 1.7.**

*Longitud mínima de curva en carretera red nacional*

Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'
70	1° 20'
80	1° 10'

*Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018*



### 1.2.7.2. Tramos en tangente

Según MTC (2018) menciona que “las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la tabla” (p.127).

**Tabla 1.8.**

*Longitudes de tramos en tangentes*

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

Dónde:

L mín.s : Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la Tabla, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L \text{ mín.s} : 1.39 V$$

$$L \text{ mín.o} : 2.78 V$$

$$L \text{ máx} : 16.70 V$$

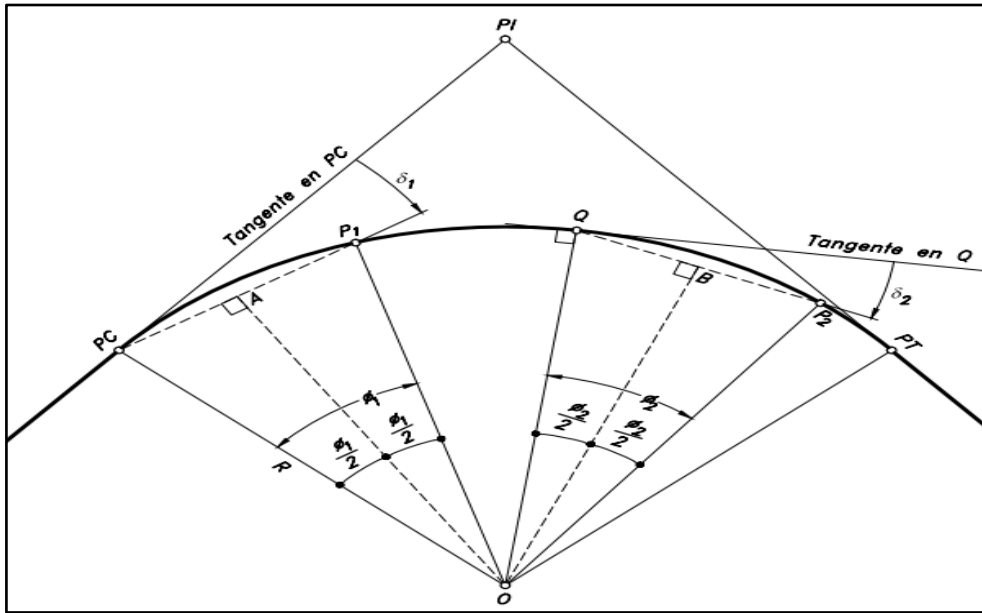
### 1.2.7.3. Curvas circulares

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



**Figura 1.13.**

*Concepción de ángulo de deflexión*



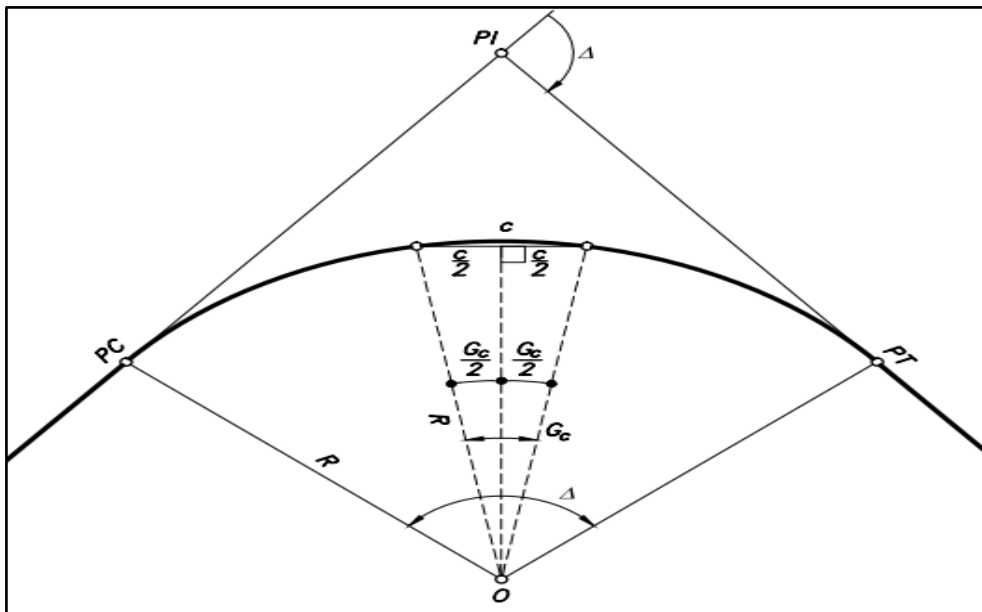
Fuente: Cárdenas Grisales, 2015

El Angulo de deflexión correspondiente al PC y Punto Pi, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{Gs}{2} \dots \dots \dots (04)$$

**Figura 1.14.**

*Curvatura por el sistema cuerda-grado*



Fuente: Cárdenas Grisales, 2015

La cuerda entre PC y PI, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ci = 2 * R * Sen\left(\frac{Gs}{2}\right) \dots\dots\dots (05)$$

**1.2.7.4. Radios mínimos**

Según MTC (2018) menciona que “los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula” (p. 128).

$$R_{mín} = \frac{v^2}{127(P_{máx} + f_{máx.})} \dots\dots\dots (06)$$

Dónde:

*Rmín* : Radio Mínimo

*V* : Velocidad de diseño

*Pmáx* : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

*fmáx* : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

**Tabla 1.9.***Radio mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.1	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
	130	4	0.08	1108.9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
	120	6	0.09	755.9	755
Área rural (plano u ondulada)	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 (accidentada o escarpada)	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	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
130	12	0.08	665.4	665	

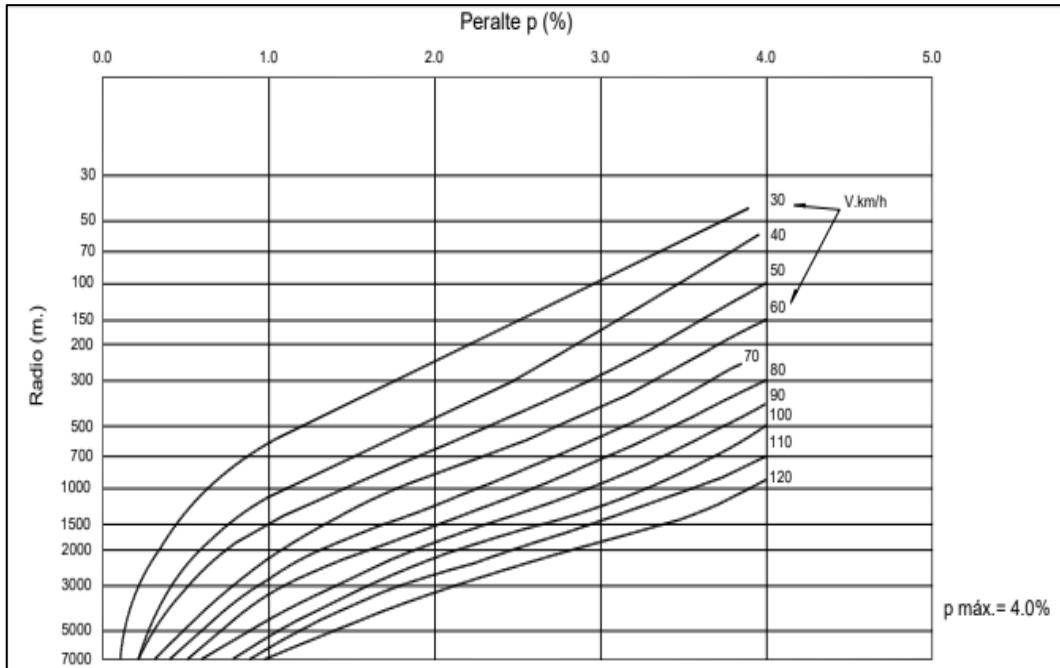
Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

### 1.2.7.5. Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño

Las tablas 1.11, 1.12, 1.13 y 1.14 contienen los datos para el diseño con lo cual nos “permiten obtener el peralte y el radio, para una curva que se desea proyectar, con una velocidad específica de diseño” (p. 130 - 131).

**Figura 1.15.**

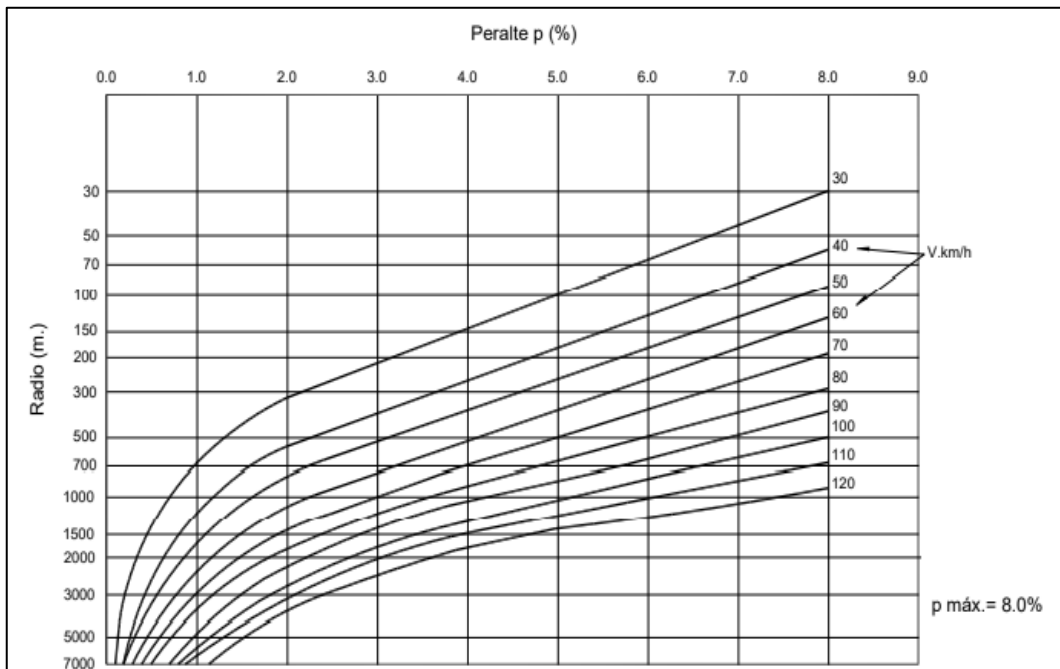
*Peralte en cruce de áreas urbanas*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

**Figura 1.16.**

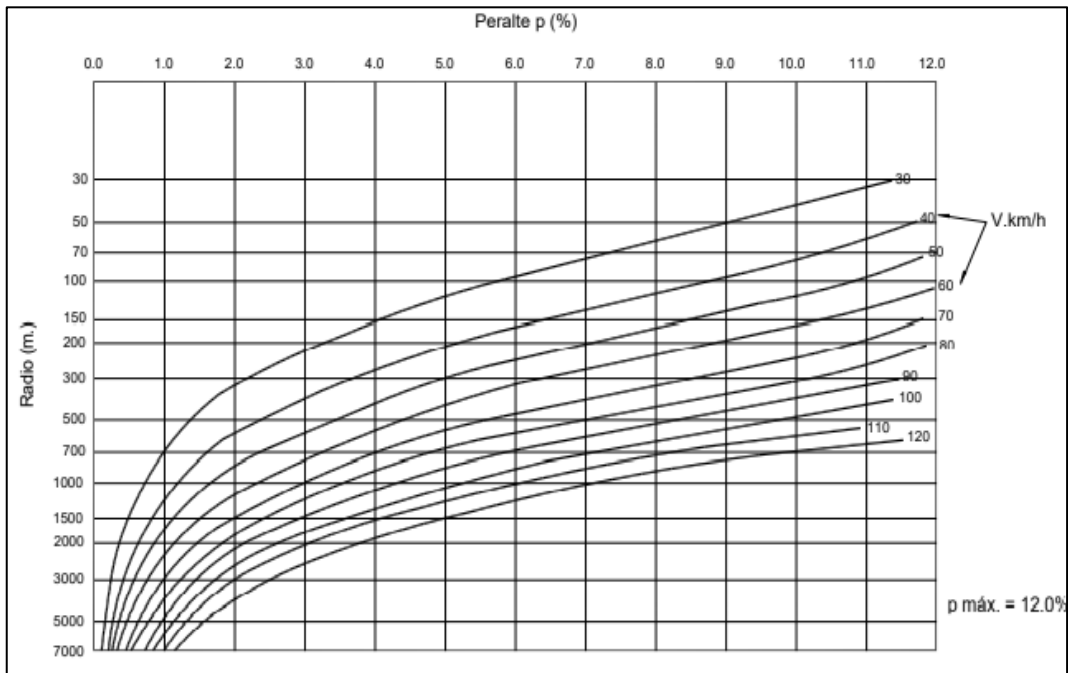
*Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

**Figura 1.17.**

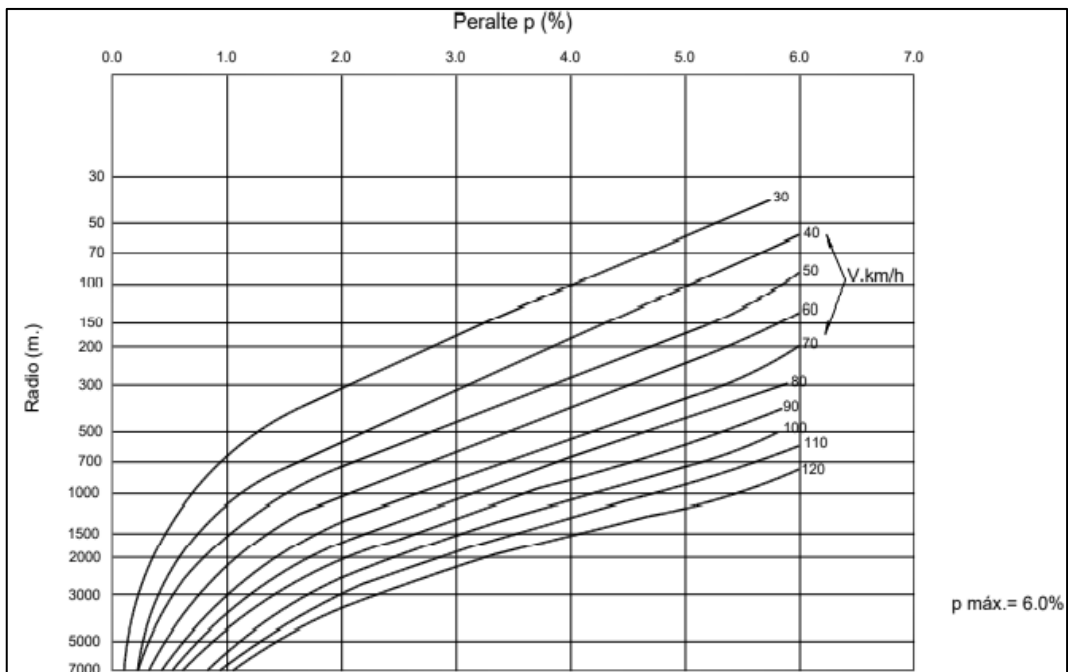
*Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)*



Fuente: *Manual del Diseño Geométrico – 2018*

**Figura 1.18.**

*Peralte en zonas con peligro de hielo*



Fuente: *Manual del Diseño Geométrico – 2018*

#### **1.2.7.6. Coordinación entre curvas circulares**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) indica que cada tipo de carretera “cuando se enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia,

así como mediante tangente de longitud menor o igual a 200 m, la relación entre radios consecutivos correspondientes a las figuras que anteceden, ver la tabla 1.15” (p. 134 - 137).

- Grupo 1: Autopistas y carreteras de Primera Clase.
- Grupo 2: Carreteras de Segunda y Tercera Clase.

**Tabla 1.10.**

*Relación entre radios consecutivos – grupo 2*

Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)		Radio Entrada (m)	Radio Salida (m)	
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
40	60	50	360	> 670	212
50	75	50	370	> 670	216
60	90	50	380	> 670	220
70	105	50	390	> 670	223
80	120	53	400	> 670	227
90	135	60	410	> 670	231
100	151	67	420	> 670	234
110	166	73	430	> 670	238
120	182	80	440	> 670	241
130	198	87	450	> 670	244
140	215	93	460	> 670	247
150	232	100	470	> 670	250
160	250	106	480	> 670	253
170	269	112	490	> 670	256
180	289	119	500	> 670	259
190	309	125	510	> 670	262
200	332	131	520	> 670	265
210	355	137	530	> 670	267
220	381	143	540	> 670	270
230	408	149	550	> 670	273
240	437	154	560	> 670	275
250	469	160	570	> 670	278
260	503	165	580	> 670	280
270	540	171	590	> 670	282
280	580	176	600	> 670	285
290	623	181	610	> 670	287
300	670	186	620	> 670	289
310	> 670	190	640	> 670	294
320	> 670	195	660	> 670	298
330	> 670	199	680	> 670	302
340	> 670	204	700	> 670	306
350	> 670	208		> 670	

Fuente: *Manual del Diseño Geométrico - 2018*

#### **1.2.7.7. Curvas de transición**

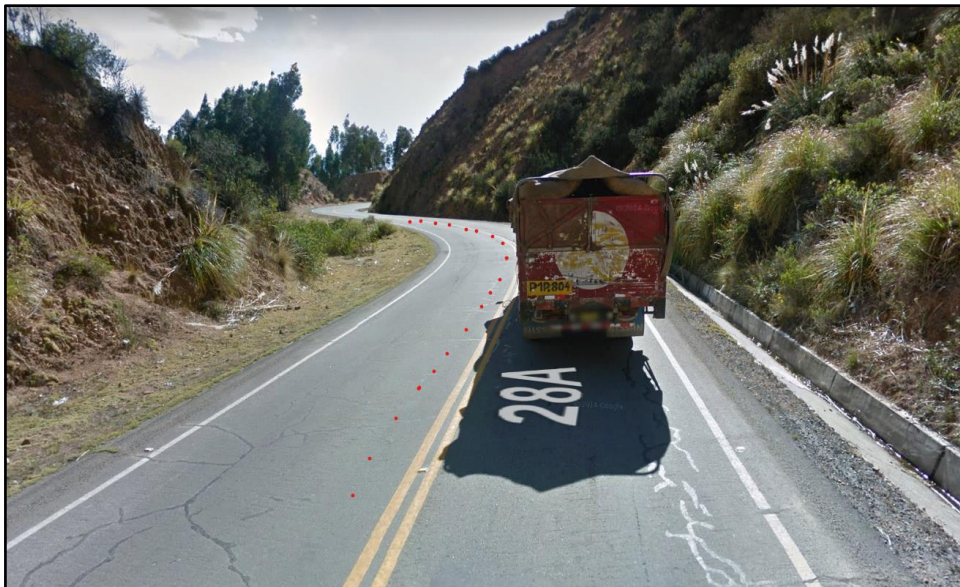
El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) indica que las curvas de transición son:



Espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazo. Con tal finalidad y a fin de pasar de la sección transversal con bombeo (correspondiente a los tramos en tangente), a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreelevación, es necesario intercalar un elemento de diseño, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición. (p. 138 – 139 – 140 – 141)

**Figura 1.19.**

*Curva espiral*



Fuente: *Elaboración propia, Vía Libertadores*

**Tabla 1.11.**

*Longitud mínima de curva de transición*

Velocidad (km/h)	Radio mín. m	J m/s <sup>3</sup>	Peralte máx. %	A mín. m <sup>2</sup>	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40
40	47	0.5	10	41	36	40
40	50	0.5	8	43	37	40
40	55	0.5	6	45	37	40
40	60	0.5	4	47	37	40
40	66	0.5	2	50	38	40
50	70	0.5	12	55	43	45
50	76	0.5	10	57	43	45

50	82	0.5	8	60	44	45
50	89	0.5	6	62	43	45
50	98	0.5	4	66	44	45
50	109	0.5	2	69	44	45
60	105	0.5	12	72	49	50
60	113	0.5	10	75	50	50
60	123	0.5	8	78	49	50
60	135	0.5	6	81	49	50
60	149	0.5	4	86	50	50
60	167	0.5	2	90	49	50
70	148	0.5	12	89	54	55
70	161	0.5	10	93	54	55
70	175	0.5	8	87	54	55
70	193	0.5	6	101	53	55
70	214	0.5	4	107	54	55
70	241	0.5	2	113	53	55
80	194	0.4	12	121	75	75
80	210	0.4	10	126	76	75
80	229	0.4	8	132	76	75
80	252	0.4	6	139	77	75
80	280	0.4	4	146	76	75
80	314	0.4	2	155	76	75
90	255	0.4	12	143	80	80
90	277	0.4	10	149	80	80
90	304	0.4	8	155	79	80
90	336	0.4	6	163	79	80
90	375	0.4	4	173	80	80
90	425	0.4	2	184	80	80
100	328	0.4	12	164	82	85
100	358	0.4	10	171	82	85
100	394	0.4	8	179	81	85
100	437	0.4	6	189	82	82
100	492	0.4	4	200	81	85
100	582	0.4	2	214	81	85
110	414	0.4	12	185	83	90
110	454	0.4	10	193	82	90
110	501	0.4	8	203	82	90
110	560	0.4	6	215	83	90
110	635	0.4	4	229	83	90
110	733	0.4	2	246	83	90
120	540	0.4	12	169	73	75
120	597	0.4	10	209	73	75
120	667	0.4	8	221	73	75
120	756	0.4	6	236	74	75
120	872	0.4	4	253	73	75
120	1031	0.4	2	275	73	75
130	700	0.4	12	208	62	65
130	783	0.4	10	220	62	65
130	887	0.4	8	234	62	65
130	1024	0.4	6	252	62	65
130	1210	0.4	4	274	62	65
130	1479	0.4	2	303	62	65

Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

Existen cuatro condiciones principales que se debe de considerar de acuerdo a el manual del DG-2018:

**Primero**, “en ningún caso se adoptarán longitudes de transición menores a 30 m”.

**Segundo**, “la longitud máxima de cada curva de transición, no será superior a 1.5 veces su longitud mínima”.

**Tercero**: Para que las curvas de transición resulten fácilmente perceptibles por el conductor se deberá cumplir que:  $\frac{R}{3} \leq A \leq R$

**Cuarto**, “la longitud de espiral tiene que ser mayor o igual a la longitud de transición de peralte”.

#### **1.2.7.8. Sobreancho**

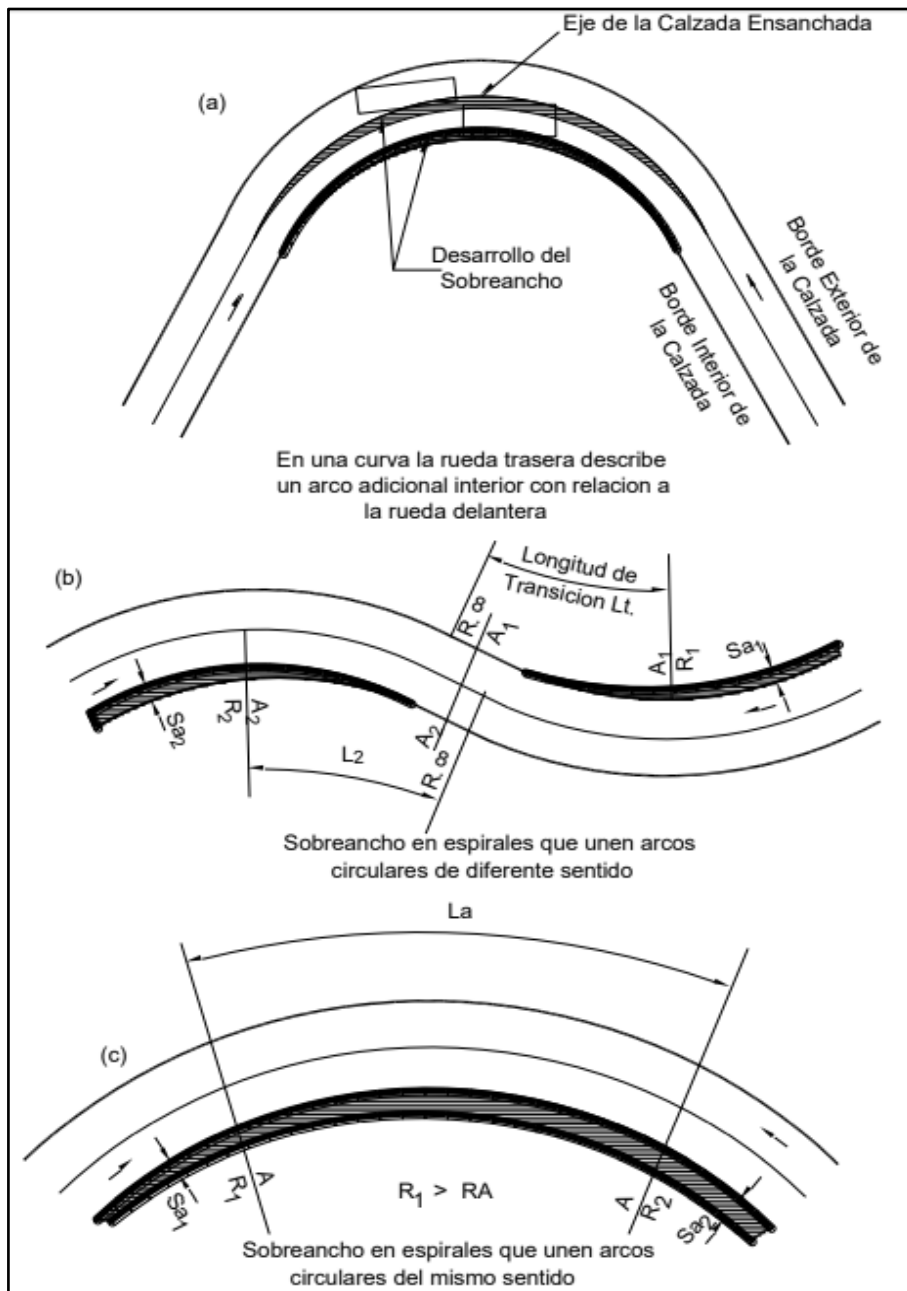
El MTC (2018) define el termino sobreancho como “el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos” (p.159).

**Necesidad del sobreancho**, “la necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos” (MTC, 2018, p. 159).

En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos que circulan habitualmente por la carretera, ésta debe tener un sobreancho con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (holguras), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas. El sobreancho requerido equivale al aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas más las holguras teóricas adoptadas (valores medios). El sobreancho no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma. (p. 159)

**Figura 1.20.**

*Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular*



Fuente: *Manual del Diseño Geométrico – 2018*

### 1.2.7.9. Transición de peralte

Según MTC (2018) la transición de peralte es:

La inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, la transición de peralte viene a ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva. (p. 152)

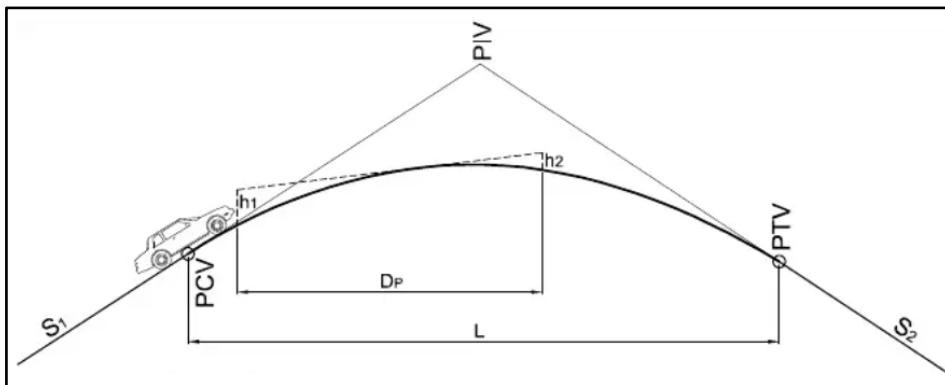
### 1.2.8. Diseño geométrico en perfil

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que el diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical:

Está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño 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 verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad. (p. 169)

**Figura 1.21.**

*Diseño de perfil*



Fuente: Instituto Nacional de Vías

#### 1.2.8.1. Pendiente

##### a) Pendiente mínima

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la pendiente mínima:

Para garantizar el drenaje del agua superficial a través de la carretera, debe ser de alrededor del 0,5%. Pueden ocurrir los siguientes casos especiales: Si la vía tiene una pendiente del 2% y no existen escalones ni zanjas, se podrán admitir como excepción tramos con una pendiente de hasta el 0,2%. Como excepción, podemos suponer que la pendiente es cero cuando la capacidad de la bomba es del 2,5%. Si existe escalón, la pendiente mínima deseada es del 0,5% y la pendiente mínima

excepcional es del 0,35%. En las zonas de transición de peralte donde se eliminan los taludes transversales, la pendiente mínima será del 0,5%. (p.170)

***b) Pendiente máxima***

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que en la pendiente máxima:

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la tabla, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares: En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la Tabla 303.01, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados; En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en la tabla 1.19. (p. 170)

**Tabla 1.12.**

*Pendientes máximas (%)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
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	10
40 km/h																			9	8
50 km/h											7	7			8	9			8	8
60 km/h					6	6	7	7	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8		
70 km/h			5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	7		7	7		
80 km/h	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6		6	6			7	7		
90 km/h	4.5	4.5	5		5	5	6		5	5			6				6	6		
100 km/h	4.5	4.5	4.5		5	5	6		5				6							
110 km/h	4	4			4															
120 km/h	4	4			4															
130km/h	3.5																			

Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

### 1.2.8.2. Curvas verticales

Las curvas verticales, según el ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) define que:

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente.

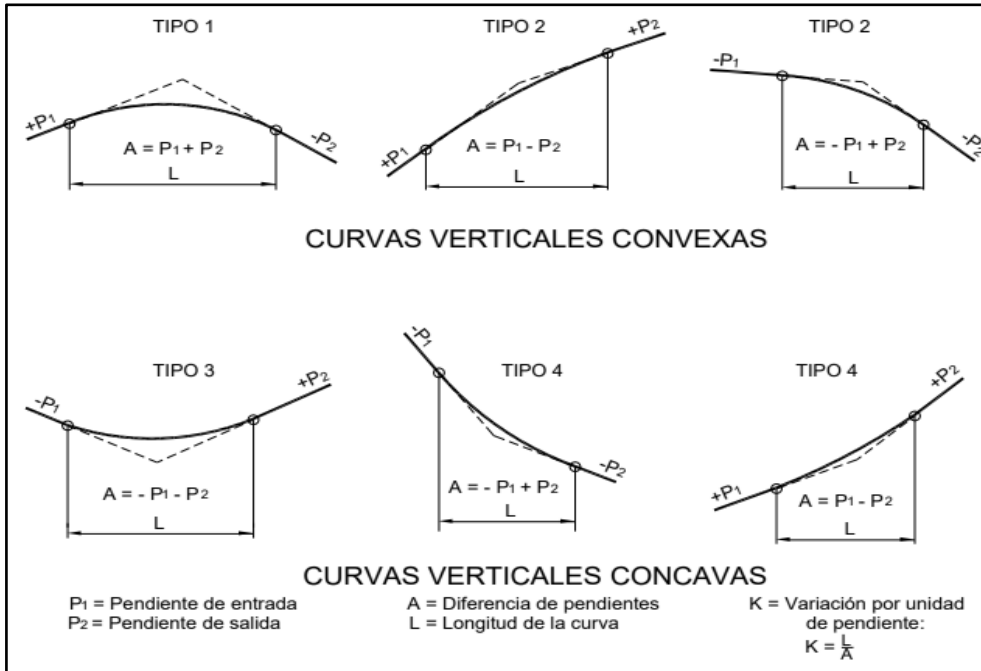
(p. 174)

**a) Tipos de curvas verticales**

Según MTC (2018) afirma que “las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas” (p. 174).

**Figura 1.22.**

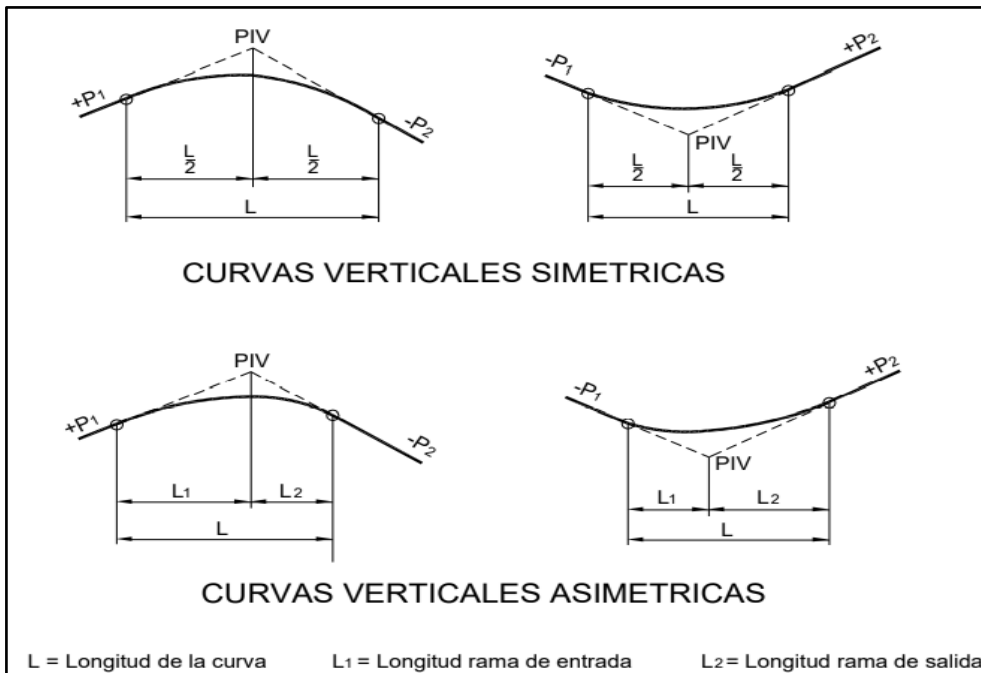
*Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas*



Fuente: Manual DG-2018

**Figura 1.23.**

*Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

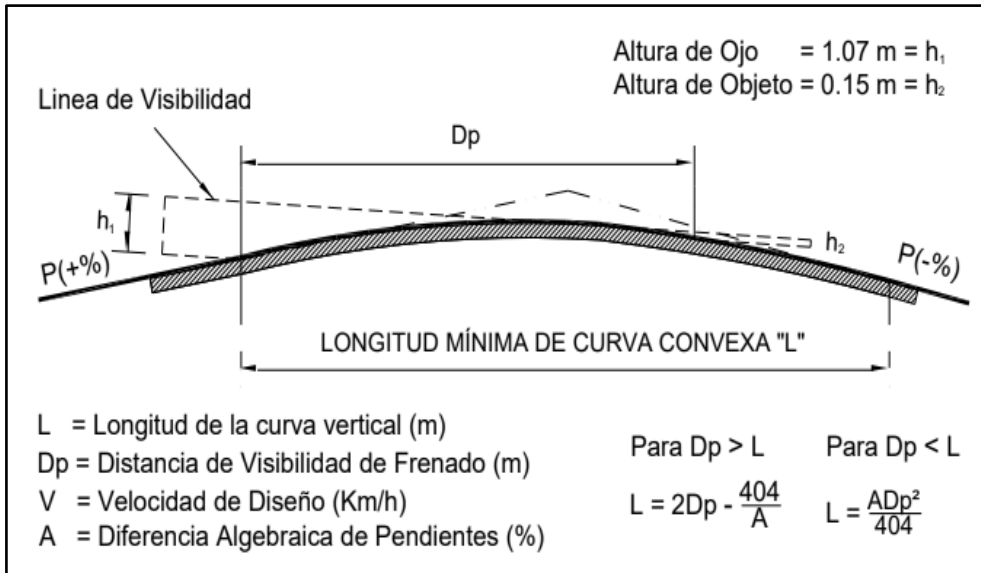


**b) Longitud de las curvas convexas**

La longitud de las curvas verticales convexas, se determina con las fórmulas que se encuentran en la figura 1.19 y la figura 1.20.

**Figura 1.24.**

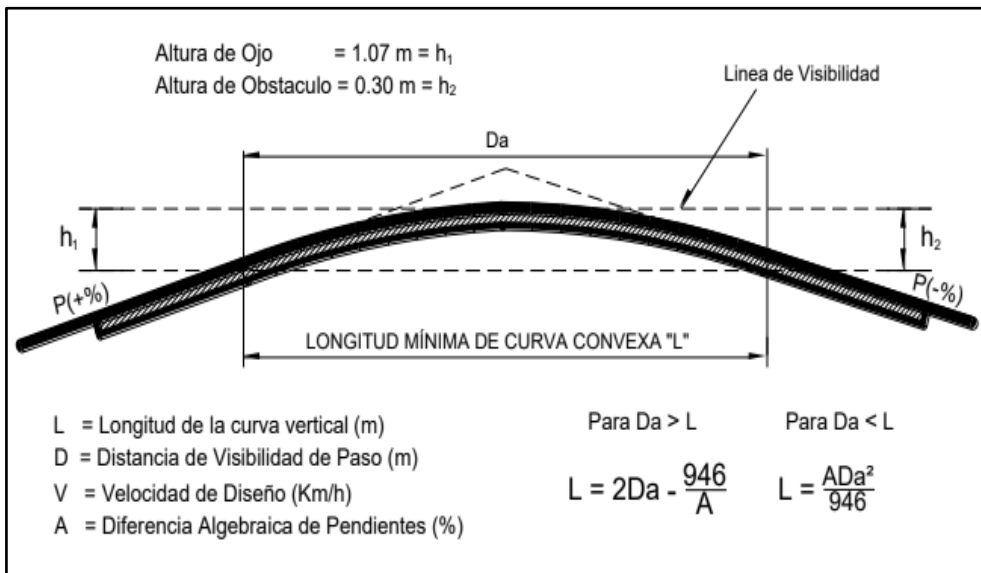
*Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

**Figura 1.25.**

*Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

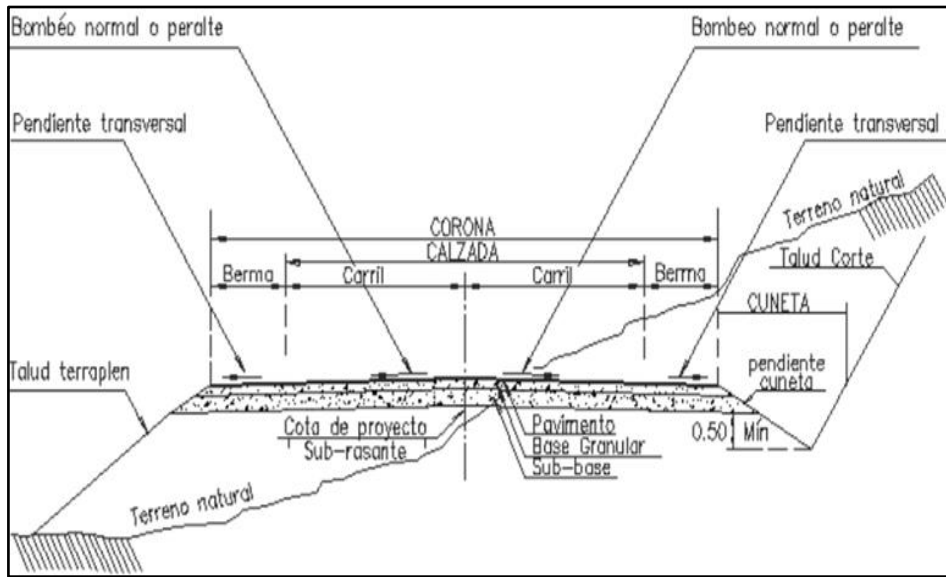
**c) Longitud de las curvas cóncavas**

La longitud de las curvas verticales cóncavas, para contar con distancia de visibilidad de parada, se determina con las siguientes fórmulas:



**Figura 1.27.**

*Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas*



Fuente: *Curso de Diseño de Vías y Comunicación Terrestre (2008)*

### **1.2.9.2. Calzada o superficie de rodadura**

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que la calzada o superficie de rodadura es:

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. (p. 190)

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

El ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018) menciona que el ancho de la calzada en tangente se determinará:

Tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio. (p. 190)

**Tabla 1.13.**

*Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 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	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																				6	6			
40 km/h																				6	6.6	6.6	6	
50 km/h											7.2	7.2								6	6	6.6	6.6	6
60 km/h					7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6	6	6.6	6.6						
70 km/h			7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6		6.6	6.6						
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			6.6	6.6						
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2			7.2				6.6	6.6						
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2				7.2											
110 km/h	7.2	7.2			7.2																			
120 km/h	7.2	7.2			7.2																			
130km/h	7.2																							

Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

#### 1.2.9.4. Bermas

“Es la franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias” (MTC, 2018, p. 192).

**Tabla 1.14.**

*Anchos de bermas*

Clasificación Tráfico vehículos/día Características Tipo de orografía	Autopistas								Carretera 4.000-2.001				Carretera 2.000-400				Carretera < 400						
	> 6.000 Primera clase				6.000 - 4001 Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Velocidad de diseño: 30 km/h																				0.5	0.5		
40 km/h																				1.2	1.2	0.9	0.5
50 km/h											2.6	2.6			1.2	1.2				1.2	1.2	1.2	0.9
60 km/h					3	3	2.6	2.6	3	3	2.6	2.6	2	2	1.2	1.2				1.2	1.2		
70 km/h			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1.2					1.2	1.2		
80 km/h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		2	2						1.2	1.2		
90 km/h	3	3	3		3	3	3		3	3			2							1.2	1.2		
100 km/h	3	3	3		3	3	3		3				2										
110 km/h	3	3			3																		
120 km/h	3	3			3																		
130km/h	3																						

Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

### 1.2.9.5. *Inclinación de las bermas*

De acuerdo al ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018), sobre la inclinación de las bermas define que:

En el caso de que la berma se pavimente, será necesario añadir lateralmente a la misma para su adecuado confinamiento, una banda de mínimo 0,5 m de ancho sin pavimentar. A esta banda se le denomina sobrecancho de compactación (s.a.c.) y puede permitir la localización de señalización y defensas. (p. 194)

**Tabla 1.15.***Pendiente transversal mínimas de las Bermas*

Superficie de la berma	Pendiente transversal mínima de la berma	
	Pendiente normal (pn)	Pendiente especial
Pavimento o tratamiento	4%	
Grava o afirmado	4% - 6% (1)	0% (2)
Césped	8%	

**Fuente:** *Manual del Diseño Geométrico – 2018*

### 1.2.9.6. Bombeo

De acuerdo al ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2018), sobre el bombeo define que:

En tramos en tangente o en curvas en contra peralte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. (p. 195)

**Tabla 1.16.***Valores del bombeo de la calzada*

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.0

**Fuente:** *Manual del Diseño Geométrico – 2018*

## 1.3. HIPÓTESIS

### 1.3.1. Hipótesis general

Con la propuesta de los parámetros de diseño geométrico de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho. 2022, cumple con las características geométricas establecidas en el Manual de Carreteras DG-2018 y mejora en la reducción de accidentes de tránsito.

### **1.3.2. Hipótesis específica**

1. El diagnóstico de la infraestructura vial existente permite verificar el estado situacional de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho. 2022.
2. El comportamiento del tránsito vehicular nos permite determinar la categoría de vía que pertenece según los parámetros del DG - 2018 de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho. 2022.
3. La propuesta de los parámetros de diseño geométrico según la normatividad vigente del MTC DG-2018 cumple con las características geométricas establecidas de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho. 2022.

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. INFORMACIÓN GENERAL

La carretera en estudio fue desde el km 00+000 al 22+728.5 km.

#### 2.1.1. Ubicación política

Políticamente el área de estudio se encuentra ubicado en:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Vinchos

Localidades : Vinchos – Paccha – Andabamba

#### 2.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del área del estudio está ubicada en las coordenadas UTM WGS 84, zona 18L – UTM:

**Tabla 2.1.**

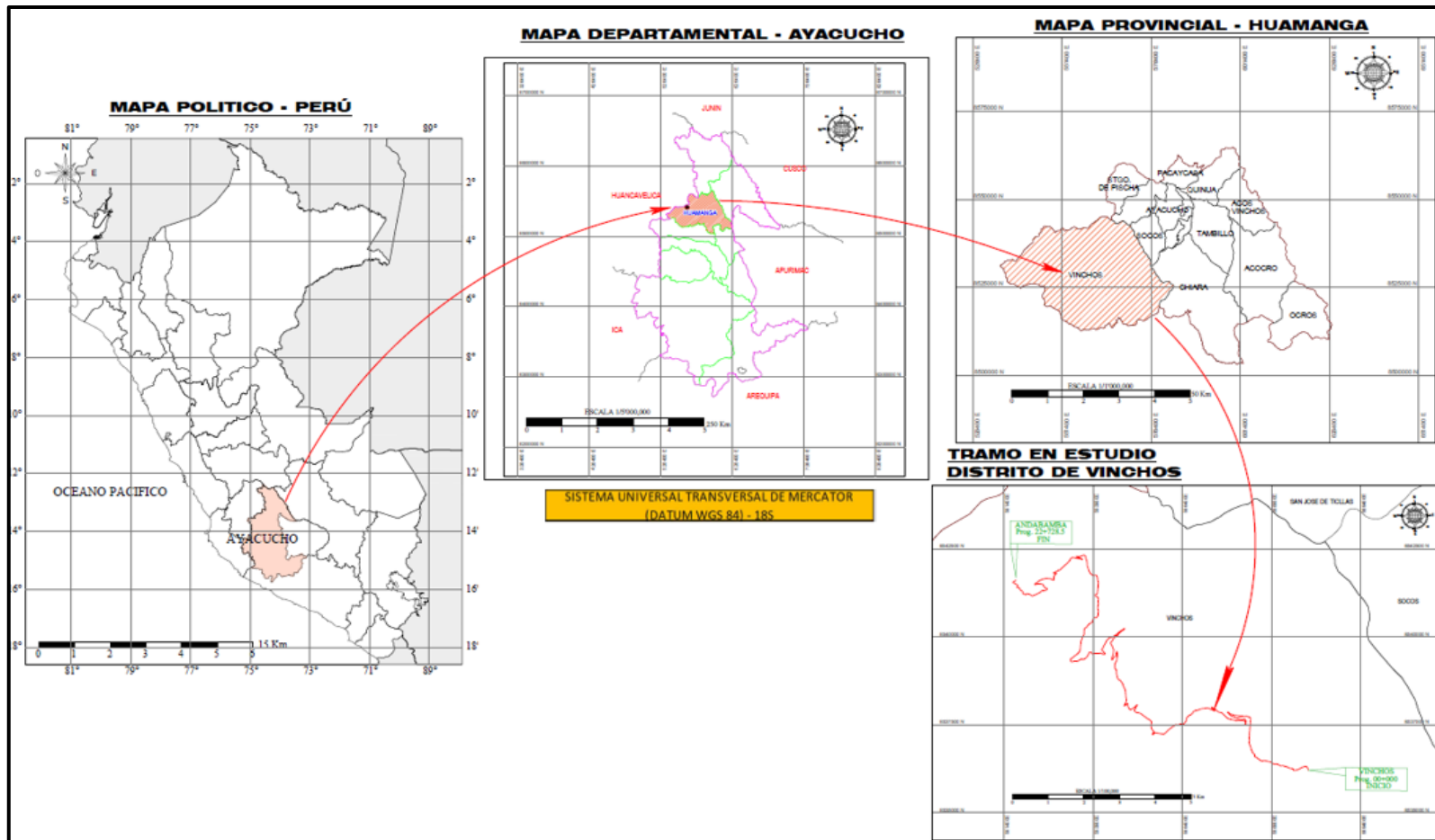
*Ubicación de la zona de estudios*

Coordenadas (UTM - WGS 84 datum - zona 18 sur)			
Ubicación	Este	Norte	Cota
Inicio Vinchos km 00+000	569,929.94	8,536,210.44	3121.480m
Final Andabamba km 22+728.5	561,686.41	8,541,661.89	3644.087m



Figura 2.1.

Mapa de ubicación y localización de la población de estudio



## **2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO**

### **2.2.1. Clima**

Según Sulca (2020) el clima del área del proyecto es semiárido, típico de la sierra del Perú, con una temperatura máxima promedio anual de 26°C y temperatura mínima de 10°C. Las precipitaciones más intensas se producen de diciembre a marzo, y las precipitaciones más intensas se producen de enero a febrero. Las precipitaciones alcanzan los 700-1000 mm en la parte superior de la cuenca y los 550-700 mm en la parte inferior.

Según el Expediente Técnico (2018)

La funcionalidad de las carreteras y caminos de acceso depende en gran medida de sistemas adecuados de drenaje de aguas pluviales y flujos naturales de escorrentía superficial. Cuando el agua se acumula en las carreteras debido a las precipitaciones, incluso pequeñas cantidades suponen un peligro para el tráfico y las estructuras de las carreteras.

La intrusión de agua en la estructura del pavimento puede provocar que la carretera se ablande y se deteriore rápidamente, lo que requiere reparaciones antes de lo previsto. Además, la minería o las inundaciones del área pueden dañar y alterar las superficies rodantes, lo que podría provocar hundimientos del suelo y perturbaciones del tráfico.

Para ejecutar los cálculos hidrológicos correspondiente, que consientan obtener los caudales de diseño que dimensionaran las obras de drenaje, se han utilizado los datos de las estaciones meteorológicas de "San Pedro de Cachi".

## **2.3. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **2.3.1 *Materiales de gabinete***

- ❖ Levantamiento topográfico.
- ❖ Diagnóstico de la vía.
- ❖ Planos.
- ❖ Estudio del tráfico vehicular.

### **2.3.2 *Equipos***

- ❖ Estación Total Leica TS-10.

- ❖ Radios de comunicación
- ❖ Laptop Core i7
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Calculadora científica
- ❖ Libreta de campo
- ❖ Wincha y flexómetro

### 2.3.3 Programas de Ingeniería

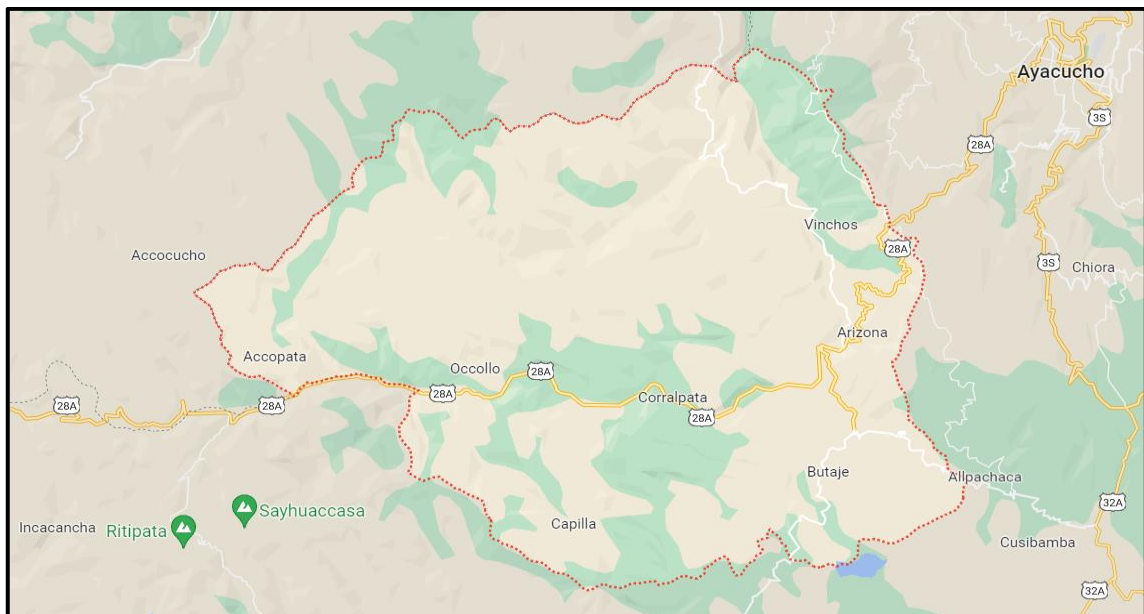
- ❖ AutoCAD - Civil 3D.
- ❖ ArcMap 10.5.
- ❖ Google Earth.
- ❖ Microsoft Excel.
- ❖ Microsoft Word.

## 2.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.4.1 Delimitación geográfica

**Figura 2.2.**

*Delimitación geográfica*



### 2.4.2 Delimitación de estudio

Figura 2.3.

Imagen satelital del tramo a estudiar



### 2.4.3 Delimitación espacial

El estudio se limitó desde el km 0+000 hasta 22+728.5 en la carretera Vinchos – Paccha – Andabamba.

### 2.4.4 Delimitación temporal

El estudio se realizó entre junio de 2022 noviembre 2022 y se registró datos del diagnóstico, así como los incidentes y accidentes desde 2016 hacia adelante.

## 2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### 2.5.1. Variables independientes

X: Diseño geométrico utilizando el Manual de Carreteras Diseño Geométrico - 2018.

### 2.5.2. Variables dependientes

Y: Comportamiento de transitabilidad vehicular.

## 2.6. REALIDAD PROBLEMÁTICA

### Antecedentes:

Según Expediente técnico (2018) menciona:

Como antecedentes se tiene en el Estudio de Reinversión a nivel de perfil del MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA declarándose la viabilidad en enero del año 2016, según el código SNIP N° 311554.

El Proyecto Especial de Transportes, a través del Proyecto Especial de Infraestructura de Transportes Nacional – PROVIAS DESCENTRALIZADO, del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, convocó al Concurso Público SDP N°017 – 2018-CONVENIO-SBCC, para seleccionar a la Empresa Consultora que elabora el Expediente técnico Mejoramiento del Camino Vecinal Vinchos – Paccha – Andabamba, con un valor referencial de s/. 566,825.00 nuevos soles.

El 14.06.2018 se llevó a cabo el Acto de Otorgamiento de Buena Pro, ocupado el primer lugar la empresa Engineer G@S Company SAC; LA Buena Pro se adjudicó por un monto ascendente a s/. 566,400.00 nuevos soles.

El 16 (Expediente, 2018)de julio del 2018, el Consorcio Vial G&S Ingenieros, firma con PROVIAS DESCENTRALIZADO, el contrato de Servicios de consultoría de Obra N° 60-2018-MTC/21, para la elaboración de estudio definitivo para el Mejoramiento del Camino Vecinal Vinchos – Paccha – Andabamba.

La carretera asignada a este tramo, se puede localizar por la carretera Vía Libertadores en el km 40 de Ayacucho – Lima, repartición al distrito de Vinchos a 10 minutos desde la vía. De acuerdo con la investigación del campo de estudio.

**Tramo I:** Vinchos – Paccha y **Tramo II:** Paccha – Andabamba, total de longitud 22+728.5 km, algunos parámetros técnicos no compatibles según normas peruanas de diseño vial DG-2018 y Guía de diseño de carreteras no pavimentadas de pequeño volumen Transito-MTC limita así el desarrollo económico local y la integración de los pobladores a servicios de calidad como la educación, la salud y el resto de los accesos de primera necesidad de la población.

La vía que comprende la presente investigación es el **Tramo I:** Vinchos - Paccha y **el Tramo II:** Paccha – Andabamba, de una longitud de 22+728.5 km, según la

zonificación pertenece a una carretera de tercer clase; el mejoramiento de la vía lo realiza periódicamente por la entidad de PROVIAS NACIONAL (2021); sin embargo, en épocas de precipitaciones entre (diciembre-marzo) el arroyo se activa y fluye sobre plataforma de la vía, provocando erosión continuamente hasta deteriorar, y posteriormente dejando intransitable. Por otro lado, la vía en mención por tramos principalmente curvas verticales y horizontales no se encuentra dentro de los parámetros del diseño geométrico para el tipo y/o orden de la carretera.

Carreteras en mal estado dificultan el movimiento de productos agropecuarios hacia los mercados de la provincia de Huamanga y la región Ayacucho, las poblaciones utilizan animales de carga que requieren largos tiempos de transporte y alto costo, estudio de tramos viales es de vital importancia porque facilitó acceso a servicios de salud y educación de mejor calidad para garantizar un nivel de vida saludable para la población carente de los accesos de primera necesidad.

## **2.7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.7.1. Problema general**

¿Cómo se determina la propuesta de los parámetros de diseño geométrico de la carretera a través del diagnóstico de la infraestructura vial existente de la carretera que une a las localidades de Vinchos – ¿Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – ¿Huamanga – Ayacucho, 2022?

### **2.7.2. Problemas específicos**

- P1:** ¿Cuál es el estado situacional de la infraestructura vial de la carretera que une a las localidades de Vinchos – ¿Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – ¿Huamanga – Ayacucho, 2022?
- P2:** ¿Cuál es el comportamiento del tránsito vehicular que permita la intervención de la carretera que une a las localidades de Vinchos – ¿Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – ¿Huamanga – Ayacucho, 2022?
- P3:** ¿Cuáles son las características del diseño geométrico de la carretera que une a las localidades de Vinchos – ¿Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – ¿Huamanga – Ayacucho, 2022?

## **2.8. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo explicativo porque hay una medición numérica de variables.

## **2.9. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es descriptivo porque describe los parámetros de la población de estudio con el fin de evaluar su conformidad con la Norma.

## **2.10. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Según Angulo & Aigner (2008). El tipo de diseño a realizar es de tipo no experimental, porque no se manipularán las variables.

## **2.11. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### ***2.11.1. Población***

Para ver el contexto real del estudio, se reitera que la tesis mencionada se hizo en una vía cuya longitud total, es de 22+728.5 km desde en el distrito Vinchos y termina en el centro poblado de Andabamba.

Según Toledo Díaz de León (2016) menciona que “la población son todos los usuarios que utilizan diariamente las intersecciones estudiadas y la infraestructura vial correspondiente. Los usuarios incluyen conductores, vehículos y peatones; e infraestructura vial, intersecciones y señales de tránsito”.

### ***2.11.2. Muestra***

Esta muestra se tomó desde el km 00+000 hasta el km 22+728.5 debido a que en algunos tramos de la carretera no cumple con los parámetros de Manual de Carreteras DG-2018.

## **2.12. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE DATOS**

Las técnicas e instrumentos utilizadas en la metodología, la recolección de datos de estudio se describe a continuación:

**Técnica:** Observación directa.

**Instrumento:** La información para el diseño geométrico se recogió a través de fichas técnicas para la determinación de IMD y el levantamiento topográfico se utilizó, estación total, GPS, Winchas, prismas, cámara digital, calculadora científica, cuaderno campo, etc.

## 2.13. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN EN MÉTODOS

### 2.13.1. *Diagnosticar la infraestructura vial existente de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba*

**Tabla 2.2.**

*Descripción y las características de la vía de los 22+728.5 km*

N°	Lugar	Descripción	Km	Característica	
1	Vinchos	Inicio de la carretera	00+000	Altitud	3121 msnm
				Características de suelo	Suelos arcillosos y arenosos mezclados con gravas
				Cobertura vegetal	Algunos suelos de cultivo en ambos lados
				Pendiente	3% - 10%
2	Paccha	La mitad de la carretera	13+210	Altitud	3291 msnm
				Características de suelo	Suelos arcillosos y arenosos mezclados con gravas
				Cobertura vegetal	Algunos suelos de cultivo en ambos lados
				Pendiente	2% - 11%
3	Andabamba	Final de la carretera	22+728.5	Altitud	3652 msnm
				Características de suelo	Suelos arcillosos y arenosos mezclados con gravas
				Cobertura vegetal	Algunos suelos de cultivo en ambos lados
				Pendiente	3% - 9%

Según el diagnóstico desde el km 00+000 hasta 22+728.5 nos muestras el tipo de suelo, cobertura vegetal y pendientes de la vía.



## *Características del diagnóstico de la superficie rodadura*

**Tabla 2.3.**

*Características de la vía y las obras de arte*

CARRETERA	TRAMO
<b>Características de la vía Vinchos - Paccha - Andabamba</b>	
<b>1. Calzada de la vía</b>	
❖ Longitud	22 + 728.5 km
❖ Material de la superficie	Pavimentos materiales de base estabilizado con cemento portland con cobertura de Slurry Seal Tipo III.
❖ Calzada promedio	6.00 m
❖ Estado de conservación	Regular a malo
❖ Estado de la vía	Encalaminado y con baches
❖ Pendiente	7.00% aproximadamente
❖ Bombeo	3.00%
<b>2. Obras arte</b>	
❖ N° pontones - y luz (m)	2.00 – 8.00
❖ Estado de conservación	Malo
❖ Badenes	8
❖ Estado de conservación	Regular
❖ Muro terramesh	2
❖ Estado de conservación	Regular
<b>3. Drenaje</b>	
❖ Alcantarillas de concreto	74
❖ Estado de conservación	Malo, regular a bueno,
❖ Cunetas revestido y sin revestir	-
❖ Estado de conservación	Malo, regular a bueno,
❖ Sub drenaje	2
❖ Estado de conservación	Nueva

*“Reconocimiento de la carretera por vía terrestre, con las características de la longitud en los tramos 22+728.5 km, y como se trata de un Proyecto de Mejoramiento; sector de Vinchos progresiva 0+000 (punto de inicio), llegando hasta Paccha km 13+210. Final del tramo en el km 22+728.5 Andabamba”.*

### ***Tipos de obras de arte***

Las obras de arte son estructuras con funciones específicas cada una, cuyos objetivos son proteger los taludes, conducir agua proveniente de precipitaciones e incluso existen estructuras para asegurar el paso de los vehículos.

### 2.13.1.1. Alcantarilla

**Tabla 2.4.**

*Características de la alcantarilla*

CANTIDAD (UNID)	DESCRIP.	NOMB.	TIPO MARCO			EMBOQ.	ESTADO	TIPO MTC		
			LUZ	CALZ.	ALT.			LONG.	CALZ.	Ø
74	Alcant	Exist	7.5	6.5	0.8	Protección de ingresos y salidas con mortero de piedras	Operativo, regular estado, proyectado, etc.	7.3	6.3	36

En todo el tramo de la vía existente 74 alcantarillas con las dimensiones mencionadas en la tabla, las obras de arte se desarrollan en terrenos con topografía no accidentadas, en quebradas o depresiones con flujo de agua variables.

**Figura 2.4.**

*Alcantarilla de alivio del tipo TMC*



### 2.13.1.2. Badén

**Tabla 2.5.**

*Características del badén*

DESCRIP.	NOMB.	DIMENC. (M)	S (%)	EMBOQ.	ESTADO
Baden	Existe	10.00x 5.00	3	Protección de ingresos y salidas con mortero de piedras.	Operativo, regular estado, proyectado, etc.

Según el diagnóstico hay un total de 8 badenes en todo el trayecto de la vía el cual tiene las siguientes características:

“Los disipadores de energía tanto como de salida en el caso de no llevar muro de contención a la salida, son con un emboquillado de piedra asentado en concreto simple y con muro de contención es de concreto ciclópeo, piedra grande a 10 pulgadas”.

“Los pendientes longitudinales del badén en sentido del flujo del agua y los pendientes laterales del badén orientadas hacia el centro son de 5% cada lado”.

**Figura 2.5.**

*Badén de concreto y mampostería de piedra*



### 2.13.1.3. Pontón

En el estudio realizado, se encontró 2 cruces de agua de río, diseñado con las características y cumplen las funciones de un pontón.

### 2.13.1.4. Cunetas

**Tabla 2.6.**

*Sistema de drenaje de la vía registra tres tipos de cunetas*

CANTIDAD	TIPO DE ESTRUC.	MAT.	CARACT.	SECCION	LONGITUD (m)
3 tipos	Cunetas	Tipo I No revestido	Triangular	0.90X0.30m	17,538.00
		Tipo II Emboquillado	Triangular	0.90X0.30m	4,965.00
		Tipo III Concreto	Rectangular	0.40X0.30m	1,137.00

- Las cunetas y demás obras de drenaje de la plataforma tienen la función de mantener las pistas de tránsito libres de inundación para la probabilidad de la precipitación de diseño.

- El diagnóstico nos dio los siguientes detalles el cual especifica en la tabla para cada tipo y las longitudes en todo el trayecto de la vía.

### 2.13.1.5. Subdrén

**Tabla 2.7.**

*Dimensiones de la estructura del subdrenaje*

PROGRESIVA		LADO		LONGITUD m	TIPO	DESCARGA FINAL
INICIO	FIN	IZQUIERDA	DERECHA			
8+038.8	7+904.5	x		0+134.3	Subdrén	Tubería TMC Prog. 7+904.5
15+140.0	14+887.0	x		0+253.0	Subdrén	Marco C°A° Prog. 14+887.0

*“Estructuras drenantes del subsuelo cuya finalidad, es captar y evacuar aguas subterráneas, utilizando materiales filtrantes (piedra, grava, tubería perforada, geotextil) de acuerdo al tipo de suelo”.*

En todo el trayecto se encontró 2 subdrenes y los detalles se describen en la tabla.

### 2.13.1.6. Muro Terramesh

**Tabla 2.8.**

*Elementos Terramesh System confeccionados en malla hexagonal*

CANTIDAD	TIPO DE ESTRUC.	MAT.	CARACT.	SECCION	LONGITUD (m)
2 unid.	Muro terramesh	Piedra (4" @ 8")	Muro de suelo reforzado	-	30.00
		y malla galvanizado			28.00

*“Suelo reforzado, para la estabilización de taludes de la vía, que consiste en la formación de un macizo estructural estabilizado frontalmente por geomallas tejidas de poliéster revestida con acrílico”.*

En todo el tramo se encontró 2 muros de terramesh con las características que se detalla en la tabla.

**2.13.2. Determinación del comportamiento del tránsito vehicular de la carretera que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba**

**2.13.2.1. Metodología de conteo**

Para conocer el Índice Medio Diario Anual, el producto final del tráfico, se necesita tener la información básica que hace el movimiento de los vehículos en la vía investigada, luego hacer el trabajo de gabinete y evaluar los resultados, por lo tanto, los siguientes pasos se consideran como los mínimos necesarios para la elaboración del estudio:

❖ **Recopilación de Información en Campo (aforos vehiculares)**

- \* Fuentes referenciales o secundario
- \* Fuentes directas o primarias

❖ **Procesamiento de la Información Obtenida en Campo**

- \* Determinación del IMDA

$$IMDA = \frac{(V_{DL1} + V_{Dsab.} + V_{Ddom.} + V_{DL2} + V_{DL3} + V_{DL4} + V_{DL5})}{7} * F.C.E \dots \dots \dots (07)$$

Donde:

- $(V_{DL1}, V_{DL2}, V_{DL3}, V_{DL4}, V_{DL5})$  : Volúmenes de tráfico registrados en los días.
- $V_{Dsab.}$  : Volumen del tráfico registrado sábado.
- $V_{Ddom.}$  : Volumen de tráfico registrado domingo.
- $FCE$  : Factor de corrección estacional.
- $IMDA$  : Índice Medio Diario Anual.

- Factor de Corrección Estacional

**Tabla 2.9.**

*Factor de corrección estacional – Estación Socos*

Peaje	Junio	Junio
	Ligeros FC	Pesados FC
SOCOS	1.0721	0.9948

- Para el cálculo del factor de corrección mensual (FCm) se obtuvo mediante la información proporcionada por Provias Descentralizado, de la Unidad de Peaje de

Socos, ubicada en la carretera Huamanga – Vinchos, dicha unidad de peaje es la más cercana a la carretera en estudio.

$$FC_m = \frac{IMD_{anual}}{IMD_{del\ mes\ del\ estudio\ de\ la\ unidad\ peaje}} \dots \dots \dots (08)$$

Donde:

FC<sub>m</sub> : Factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículos

IMD : Volumen Proporcionado Diario Anual clasificado de la U. Peaje

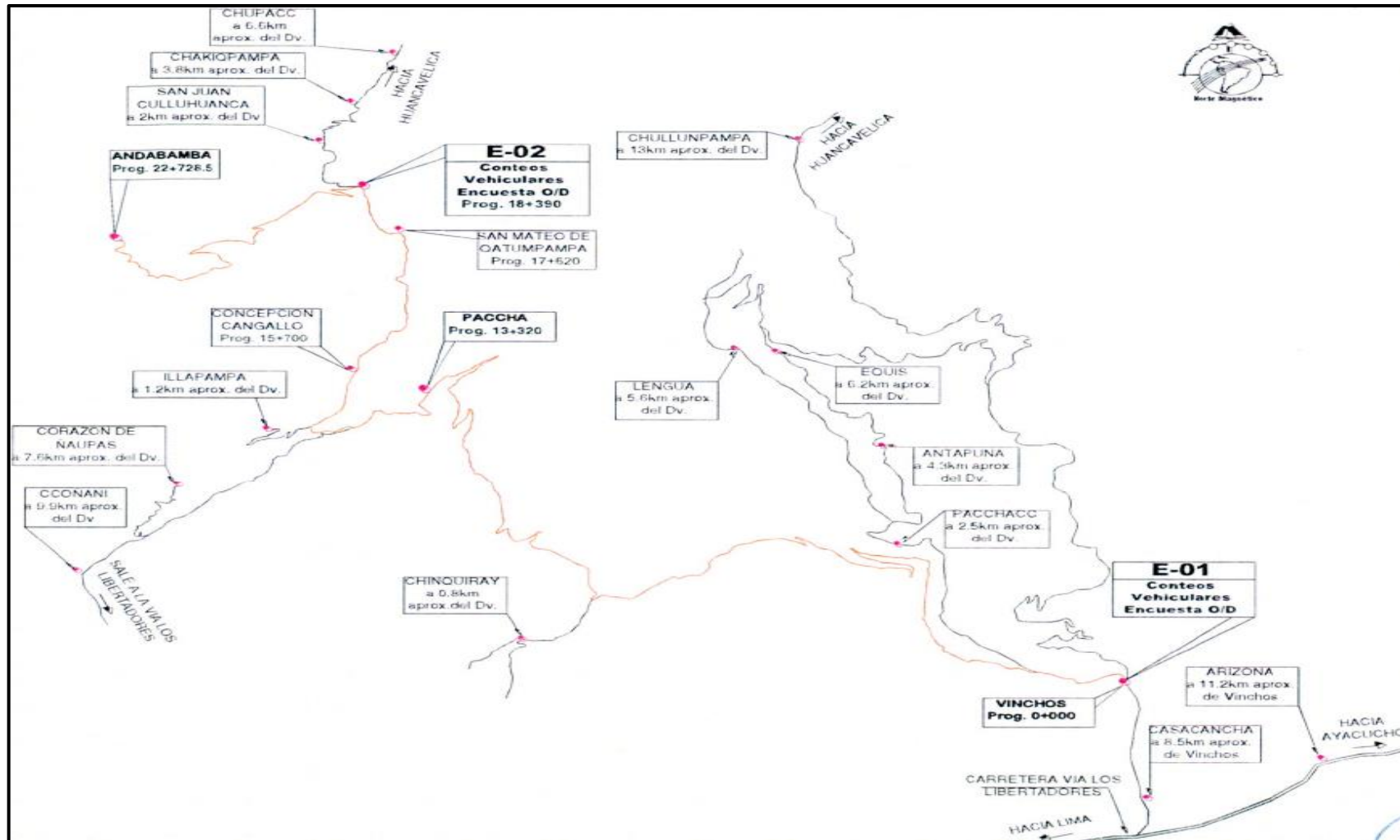
IMD mes del estudio : Volumen Promedio Diario, del mes en U. Peaje

### ***Análisis de información y resultados obtenidos***

Este incluye proporcionar tablas y gráficos tanto a nivel de datos tanto descriptivo como analítico.

Figura 2.6.

Ubicación de estaciones de conteo y origen - destino



**Tabla 2.10.**

*Ficha de recolección de datos para el conteo y crecimiento vehicular*

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																						
<b>Carretera:</b>	<b>“MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VINCHOS - PACCHA - ANDABAMBA”</b>																					
<b>Tramo</b>	<b>1</b>															<b>Ubicación</b>	<b>VINCHOS</b>					
<b>Cod Estación</b>	<b>E - 1</b>															<b>Sentido</b>	<b>AMBOS</b>					
<b>Estación</b>	<b>VINCHOS</b>															<b>Día</b>	<b>JUEVES</b>	<b>Fecha</b>	<b>2-Jun-22</b>			
HORA	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC.
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		%	
					RURAL																	
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
06-07	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.45	
07-08	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.45	
08-09	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.45	
09-10	3	-	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	22.58	
10-11	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.45	
11-12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3.23	
12-13	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9.68	
13-14	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.45	
14-15	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.45	
15-16	1	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	16.13	
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
17-18	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9.68	
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	
<b>%</b>	<b>29.03</b>	<b>16.13</b>	<b>22.58</b>	<b>0</b>	<b>19.35</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12.9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>		



**Tabla 2.11.**

*Volumen del tráfico promedio diario*

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																					
"MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VINCHOS - PACCHA - ANDABAMBA"																					
Carretera:		Ubicación:														VINCHOS					
Tramo:		Sentido:														TOTAL					
Cod Estación:		Dia:														Del 02/06/2022 AL 08/06/2022					
Estación:		STATION														TRAYLERS				TOTAL	
HORA	AUTO	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMITRÁILER				TRAYLERS				TOTAL
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
JUEVES																					
2/06/2022																					
ENTRADA	5	4	2	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
SALIDA	4	1	5	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
Ambos	9	5	7	0	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
VIERNES																					
3/06/2022																					
ENTRADA	9	4	1	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
SALIDA	2	0	1	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Ambos	11	4	2	0	13	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	
SABADO																					
4/06/2022																					
ENTRADA	9	12	4	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	
SALIDA	5	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
Ambos	14	17	6	0	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
DOMINGO																					
5/06/2022																					
ENTRADA	5	5	1	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
SALIDA	3	3	3	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
Ambos	8	8	4	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	
LUNES																					
6/06/2022																					
ENTRADA	8	12	3	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	
SALIDA	7	4	1	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
Ambos	15	16	4	0	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
MARTES																					
7/06/2022																					
ENTRADA	8	5	1	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	
SALIDA	2	0	1	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Ambos	10	5	2	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
MIERCOLES																					
8/06/2022																					
ENTRADA	8	3	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
SALIDA	9	7	4	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	
Ambos	17	10	7	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>65</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

- Cálculo del volumen del flujo vehicular dentro de los 7 días de la semana ida y vuelta, hay un total de 263 vehículos y según la demanda pertenece a la carretera de tercera. Son carreteras con el IMDA menores a 400 veh/día y mayores a 200 veh/día, el cual cumple con los parámetros del dg-2018.

**Tabla 2.12.**

*Resumen del volumen de tráfico promedio de salida y entrada*

RESUMEN DEL VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DE SALIDA Y ENTRADA																				
Carretera: "MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VINCHOS - PACCHA - ANDABAMBA"																				
Tramo		1										Ubicación		VINCHOS						
Cod Estación		E - 1										Sentido		AMBOS						
Estación		VINCHOS										Dia		Del 02/06/2022 AL 08/06/2022						
SENTIDO	AUTO	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER		TRAYLERS				TOTAL	
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3
ENTRADA	7	6	2	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
SALIDA	4.571429	2.85714286	2	0	3.28571429	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<b>AMBOS</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>

\* Resumen del volumen del tráfico para sacar cálculos con factor de corrección para vehículos pesados y ligeros con la cantidad total obtenido en ambos sentidos de la vía.

### 2.13.2.2. Proyección del tráfico normal

Existen dos métodos que se utilizan para proyectar el tráfico normal en vías que tienen las mismas características que la vía en estudio.

- ❖ Información histórica sobre el índice medio diario (IMDA) del tráfico existente en las carreteras inspeccionadas.
- ❖ Con indicadores macroeconómicos expresados en términos de tasa de crecimiento y otros parámetros relacionados que permiten determinar la tasa de crecimiento del tráfico.

La siguiente fórmula se utiliza para estimar el tráfico de vehículos durante el período del proyecto:

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1} \dots \dots \dots (09)$$

Donde:

- T<sub>n</sub> : Tránsito proyectado al año “n” en veh/día
- T<sub>0</sub> : Tránsito actual (año base) en veh/día
- n : Tránsito de año del periodo de diseño
- r : Tasa anual de crecimiento del tránsito

Para proyectar en tráfico futuro, es necesario la tasa de crecimiento del tráfico normal “r”, al momento de ejecutarse la obra va pasar 2 años.

- Ayacucho – Huamanga
- r (ligero) : Tc = 1.18%
- r (pesado) : Tc = 3.60%

**2.13.3. Parámetros de diseño geométrico según la normatividad vigente del MTC DG-2018 Manual de carreteras en la vía que une a las localidades de Vinchos – Paccha – Andabamba**

**2.13.3.1. Diseño geométrico de carreteras**

El diseño geométrico, es parte fundamental en un estudio de carreteras ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional.

**2.13.3.2. Clasificación por demanda**

**Tabla 2.13.**

*Clasificación de la carretera por demanda*

CLASIFICACIÓN POR DEMANDA				
Características	1° CLASE	2° CLASE	3° CLASE	TROCHA CARROZABLE
IMDA (veh/día)	4000 -2001	2000 -400	< 400	< 200
N° carriles	2	2	2	
Ancho mínimo(m)	3.6	3.3	3.00 - 2.50(*)	3.5
Sup. Rodadura	PAVIMENTO	PAVIMENTO	EMULSIÓN ASFÁLTICA Y/O MICRO PAVIMENTO	AFIRMADO

- Son vías con un IMDA menos de 400 vehículos por día, consta de 2 carriles con un ancho mínimo de 3,00 metros. Estas vías pueden disponer excepcionalmente de un carril de 2,50 metros con apoyo técnico.

- La superficie rodadura pueden funcionar con soluciones básicas como base estabilizada con concreto, emulsión asfáltica o micro pavimento. En caso de ser pavimentado se deben observar las condiciones geométricas especificadas de la carretera segunda clase.

### 2.13.3.3. Clasificación de la carretera por orografía

**Tabla 2.14.**

*Clasificación de la carretera por orografía*

CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA				
TERRENO	“TIPO 1”.	“TIPO 2”.	“TIPO 3”.	“TIPO 4”.
% LONGITUDINAL	“PLANO”.	“ONDULADO”.	“ACCIDENTADO”.	“ESCARPADO”.
% TRANSVERSAL	“< 3%”.	“3 y 6”.	“6 y 8”.	“> 8%”.
	“≤ A 10%”.	“11 y 50”.	“51 y 100”.	“>100%”.

- Tiene una pendiente transversal al eje vial del 51% al 100% y su pendiente longitudinal sobresalientes esta entre el 6% y el 8%, ello requiere movimiento de tierra, por lo que crea dificultades con el trazado.

### 2.13.3.4. Velocidad de diseño

**Tabla 2.15.**

*Velocidad del diseño*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
“Autopista de”.	“Plano”.											
“primera clase”.	“Ondulado”.											
	“Accidentado”.											
	“Escarpado”.											
“Autopista de”.	“Plano”.											
“segunda clase”.	“Ondulado”.											
	“Accidentado”.											
	“Escarpado”.											
“Carretera de”.	“Plano”.											
“primera clase”.	“Ondulado”.											
	“Accidentado”.											
	“Escarpado”.											
“Carretera de”.	“Plano”.											
“segunda clase”.	“Ondulado”.											
	“Accidentado”.											
	“Escarpado”.											
“Carretera de”.	“Plano”.											
“tercera clase”.	“Ondulado”.											
	“Accidentado”.											
	“Escarpado”.											

Fuente: “Manual del Diseño Geométrico – 2018”.

- Según la clasificación por orografía que pertenece Tipo 3 y Accidentado, la velocidad del diseño dada es de 3km, para velocidades entre (20 a 50 km/h). El diseño realizado para el estudio de la vía es de 40km/h lo cual está dentro del rango de velocidades.

### 2.13.3.5. Distancia de Visibilidad

#### Distancia de visibilidad de parada

La distancia de parada para pavimentos húmedos, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_p = 0.278 * V * T_p + 0.039 * \frac{V^2}{a} \dots \dots \dots (10)$$

*Ecuación: Para pendiente superior a 3%*

$$D_p = 0.278 * V * T_p + \frac{V^2}{254 * \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)} \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

D<sub>p</sub> : Distancia de parada (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

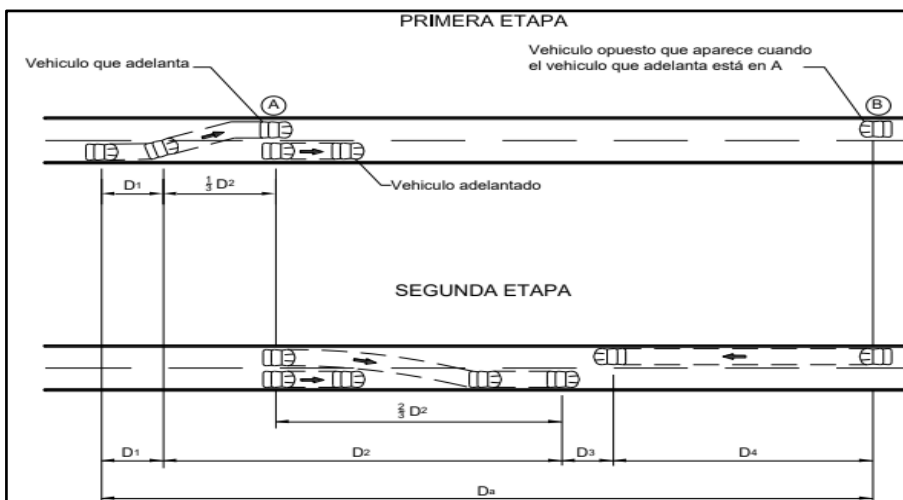
T<sub>p</sub> : Tiempo de percepción + reacción (s)

A : Deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

### Visibilidad de paso o adelantamiento

Figura 2.7.

*Distancia de visibilidad de adelantamiento*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \dots \dots \dots (12)$$

Dónde:

- Da : Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.
- D1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.
- D2 : Distancia recorrida por el vehículo que adelante durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.
- D3 : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.
- D4 : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en 2/3 de D2), en metros.

$$D_1 = 0.278t_1 \left( V - m + \frac{at_1}{2} \right) \dots \dots \dots (13)$$

Dónde:

- t1 : Tiempo de maniobra, en segundos.
- V : Velocidad del vehículo que adelante, en km/h.
- a : Promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento, en km/h.
- m : Diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos.

$$D_2 = 0.278Vt_2 \dots \dots \dots (14)$$

Dónde:

- V : Velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.
- t2 : Tiempo empleado por el vehículo en realizar la maniobra para volver a su carril en segundos.

El valor de t2 se indica en la tabla 2.16.

**Tabla 2.16.**

*Elementos de la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo*

Componente de la maniobra de  Adelantamiento	Rango de velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)			
	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
	Velocidad del vehículo que adelanta, V(km/h)			
	56.2	70	84.5	99.8
Maniobra inicial:				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t1: Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d1: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
Ocupación del carril contrario:				
t2: Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d2: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
Distancia de seguridad:				
d3: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
Vehículos en sentido opuesto:				
d4: Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
Da = d1 + d2 + d3 + d4	317	446	583	726

Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

$D_3 =$  Distancia variable entre 30 y 90 m

El valor de esta distancia de seguridad ( $D_3$ ) para cada rango de velocidades se indica en la tabla 2.16.

$$D_4 = \frac{2}{4} D_2 \dots \dots \dots (15)$$

**Visibilidad de cruce con otra vía**

$$d = 0.278V_e(t_1 + t_2) \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

D : Distancia mínima de visibilidad lateral requerida a lo largo de la vía principal, medida desde e la intersección, en metros. Corresponde a las distancias d1 y d2 de la figura 2.8.

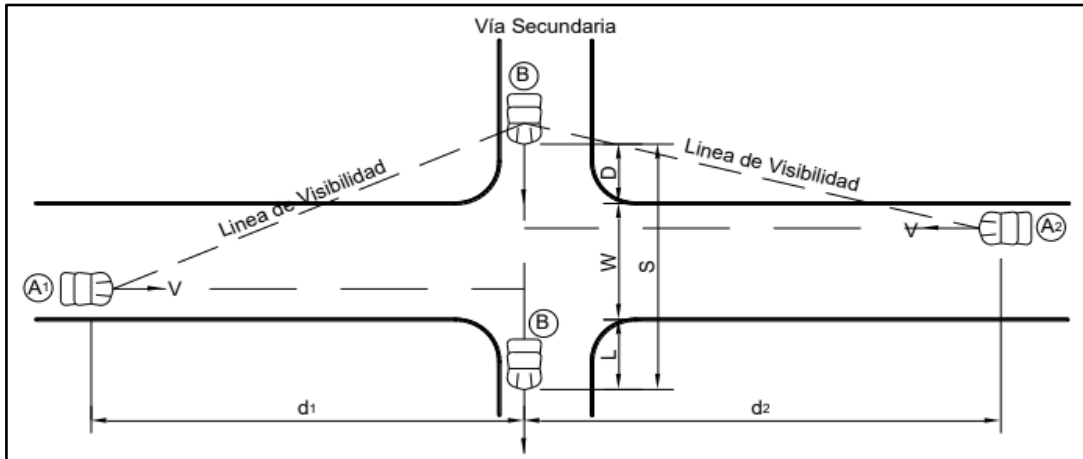
Ve : Velocidad Específica de la vía principal, en km/h. Corresponde a la Velocidad específica del elemento de la vía principal inmediatamente antes del sitio de cruce.

t1 : Tiempo de percepción – reacción del conductor que cruza, adoptado en dos y medio segundos (2.5 s).

t2 : Tiempo requerido para acelerar y recorrer la distancia S, cruzando la vía principal, en segundos.

**Figura 2.8.**

*Distancia de visibilidad en intersecciones. Triángulo mínimo de visibilidad*



Fuente: Manual del Diseño Geométrico – 2018

$$S = D + W + L \dots \dots \dots (17)$$

Dónde:

D : Distancia entre el vehículo parado y la orilla de la vía principal, adoptada como tres metros (3 m).

W : Ancho de la vía principal, en metros.

L : Longitud total del vehículo, en metros.

Por tanto, el valor de t2, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2(D + W + L)}{9.8a}} \dots \dots \dots (18)$$

Dónde:

D : Tres metros (3 m).

W : Ancho de la vía principal, en metros.

L : Depende del tipo de vehículo, así:

- 20.50 m para vehículos articulados (tracto camión con semirremolque).
- 12.30 m para camión de dos ejes
- 5.80 m para vehículos livianos

a : Aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en m/s<sup>2</sup>.

- 0.055 para vehículos articulados.
- 0.075 para camiones de dos ejes (2).
- 0.150 para vehículos livianos.



### 2.13.3.6. Diseño geométrico en planta

#### Tramos en tangente

Tabla 2.17.

Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1339
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

Dónde:

L mín.s : Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la tabla, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{\text{mín.s}} : 1.39 V$$

$$L_{\text{mín.o}} : 2.78 V$$

$$L_{\text{máx}} : 16.70 V$$

#### Radios mínimos

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(p_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})} \dots \dots \dots (19)$$

Dónde:

Rmín : Radio mínimo

V : Velocidad de diseño

Pmáx : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f<sub>máx</sub> : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

**Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño**

$$R_{mín} = \frac{V^2}{127(0.01e_{máx} + f_{máx})} \dots \dots \dots (20)$$

Dónde:

- R<sub>mín</sub> : mínimo radio de curvatura.
- e<sub>máx</sub> : valor máximo del peralte.
- f<sub>máx</sub> : factor máximo de fricción.
- V : velocidad específica de diseño

**Curvas de transición**

Cornu (2021) la ecuación de la Clotoide (Euler) o espiral está dada por:

$$R * L = A^2 \dots \dots \dots (21)$$

Dónde:

- R : Radio de curvatura en un punto cualquiera.
- L : Longitud de la curva
- A : Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

El parámetro mínimo de la curva de transición se obtiene con la siguiente ecuación:

$$A_{mín} = \sqrt{\frac{VR}{46.656 * J} * \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p\right)} \dots \dots \dots (22)$$

Dónde:

- V : Velocidad de diseño (km/h)
- R : Radio de curvatura (m)
- J : Variación uniforme de la aceleración (m/s<sup>3</sup>)
- P : Peralte correspondiente a V y R. (%)

Se adoptarán para J los valores indicados en la tabla

**Tabla 2.18.**

*Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo*

V (km/h)	V < 80	80 < V < 100	100 < V < 120	V > 120
J (m/s <sup>3</sup> )	0.5	0.4	0.4	0.4
J <sub>máx</sub> (m/s <sup>3</sup> )	0.7	0.8	0.5	0.4

Fuente: Manual del Diseño Geométrico - 2018

Los valores mínimos de longitud de la curva de transición se determinan con la siguiente fórmula:

$$L_{\text{mín}} = \frac{V}{46.656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right) \dots \dots \dots (23)$$

Dónde:

- V : (km/h)
- R : (m)
- J : m / s<sup>3</sup>
- P : %

**Sobreancho**

$$Sa = n * \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots \dots \dots (24)$$

Dónde:

- Sa : Sobreancho (m)
- n : Número de carriles
- RC : Radio de curvatura circular (m)
- L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)

**Transición de peralte**

Para efectos de la presente norma, el peralte máximo se calcula con la siguiente fórmula:

$$ip_{\text{máx}} = 1.8 - 0.01V \dots \dots \dots (25)$$

Dónde:

- Ip<sub>máx</sub> : Máxima inclinación de cualquier borde de calzada respecto al eje de vía (%).
- V : Velocidad de diseño (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la fórmula:

$$L_{\text{min}} = \frac{Pf - Pi}{ip_{\text{máx}}} * B \dots \dots \dots (26)$$

Dónde:

- Lmín : Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).  
 pf : Peralte final con su signo (%)  
 pi : Peralte inicial con su signo (%)  
 B : Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

### 2.13.3.7. Diseño geométrico en perfil

#### Pendientes

Todos los parámetros de los pendientes máximos y mínimos definen detalladamente en el marco teórico (ítem 1.2.8.1)

#### Curvas verticales

$$K = \frac{L}{A} \dots \dots \dots (27)$$

Dónde,

- K : Parámetro de curvatura  
 L : Longitud de la curva vertical  
 A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

### 2.13.3.8. Diseño geométrico de la sección transversal

Las características de la sección transversal están definido a detalle en marco conceptual (ítem 1.2.9)

- Elementos de la sección transversal (ítem 1.2.9.1)
- Calzada o superficie de rodadura (ítem 1.2.9.2)
- Ancho de la calzada en tangente (ítem 1.2.9.3)
- Bermas (ítem 1.2.9.4)
- Bombeo (ítem 1.2.9.6)

## 2.14. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS

### 2.14.1. *Elaboración de datos de diseño geométrico de la carretera en una hoja de cálculo Excel*

El diseño geométrico correspondiente a la carretera en el tramo Km 00 + 000 @ Km 22+ 728.5 se realizó con el software Microsoft Excel 2019, este proyecto se realizó con parámetros con los que se construyó la vía investigada.

#### ***2.14.2. Elaboración de planos***

El planeamiento se realizó con el software Civil 3D, del cual obtuvimos la superficie rodadura de la vía en estudio, del cual obtenemos los parámetros geométricos in situ.

#### ***2.14.3. Comparación de datos obtenidos en campo y por diseño***

Este procedimiento se realizó utilizando el software Microsoft Excel comparando los parámetros obtenidos del plano y los parámetros obtenidos del diseño geométrico en una hoja de cálculo de excel.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE DE LA CARRETERA QUE UNE A LAS LOCALIDADES DE VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA**

El correcto mantenimiento de la carretera depende en gran medida de la eficiencia de su sistema de drenaje, la acumulación de agua en la calzada provocada por la lluvia, aunque sea en pequeñas cantidades, es peligrosa para el tráfico y la estructura de la superficie de la calzada. Este estudio consiste en evaluaciones en sitio de cada estructura de drenaje relevante, con base en varios estudios básicos tales como diseño de caminos y estudio topográfico de trazado, estudio de mecánica de suelos y estudio hidrológico. La vía Vinchos – Paccha – Andabamba entre 0.000 y 22,728.5 km, es una zona importante que necesita vías de circulación en las mejores condiciones posibles, lo que significa mayores probabilidades de trabajo para el futuro distrito Paccha en beneficio de la población. Las lluvias provocan escorrentías superficiales que ocasionan grandes daños en las vías. Por estas razones, es necesario mejorar la carretera mencionada porque contribuye al desarrollo socioeconómico.

Para la canalización del diagnóstico se ha procedido con la visita insitu para recabar información sobre la verificación de estado situacional de la plataforma de la vía desde el km 0+000 hasta km 22+728.5 y obras de arte en todo trayecto. A continuación, se presenta una tabla de la relación de obras de arte y estado actual por progresivas.

**Tabla 3.1.**

*Resultados de las obras de arte*

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES			ESTRUCTURA	PENDIENTE (%)	ESTADO	OBSERVACIÓN
		LONG.	CALZ.	ALT. - Ø				
59	Alcantarilla	7.3 m	6.3 m	36pulg	Tub. TMC	3	Operativo - regular	Sección rectangular con parapetos de circular de concreto y mortero
15	Alcantarilla	7.5 m	6.5 m	0.8 m	Marco C°A°	3	Operativo - bueno	Sección rectangular de concreto
8	Badenes	10 m	6.5 m	0.30m	Mortero con piedras	2	Malo - regular - bueno	Concreto simple F'c=175 kg/cm2 y ciclópeo F'c=210 kg/cm2 + 30% de piedra 10"
2	Muro Terramesh	30 m	-	4.00 m	Piedra (4" @ 8") y malla galvanizado	-	Bueno - operativo	Muro de suelo reforzado confeccionados en malla hexagonal de doble torsión con alambres de acero
2	Pontón	9.00 m	6.00 m	1.20 m	Marcos y soportes de acero con concreto	-	Malo - regular	Sección rectangular con marcos de acero concreto
2	Subdrén	387.30 m	-	4.00pulg	Tubería perforada, geotextil clase II	-	Bueno - operativo	Tienen por finalidad de drenar y evacuar el agua proveniente de flujos subterráneos, llevan tubería perforado
Cunetas	Triangular	17,538.00	-	0.90X0.30	Tipo I	-	Malo - regular	Sin revestir zona rural
	Triangular	4,965.00	-	0.90X0.30	Tipo II	-	Operativo - regular - bueno	Revestido proyectado en zonas rurales donde se presenta mayor riesgo de erosión
	Rectangular	1,137.00	-	0.40X0.30	Tipo III	-	Operativo - regular - bueno	Revestido proyectado en zonas urbanas con tapa para facilitar libre tránsito poblacional

- Según el diagnóstico, el resultado final del estudio definitivo de la carretera nos muestra en la tabla la cantidad de obras de arte en distintas progresivas a lo largo de la vía, la estructura y las características variaras para cada una. Finalmente, 90% de las obras de arte se encuentran en el estado de funcionamiento lo cual no se requiere la pronta intervención, solo mantenimiento cada cierto periodo para su mejor funcionamiento, también se observó que las pendientes y las posiciones de las obras de arte están correctamente ejecutadas.

**Tabla 3.2.**

*Porcentaje de las obras de arte*

Tipos de obras de arte		Cantidad	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Alcantarilla	74	81%	81%	81%
	Badén	8	9%	9%	90%
	Muro Terramesh	2	2%	2%	92%
Validos	Subdrén	2	2%	2%	95%
	Pontón	2	2%	2%	97%
	Cunetas	3	3%	3%	100%
	Total	91	100%	100%	

- Según el diagnóstico, es el resultado del estado de las obras de arte que actualmente cuenta la vía en estudio con el porcentaje que muestra tabla.



**Tabla 3.3.***Resultado de la carretera*

Características de la carretera	Espesor	Ancho	Elevación %	Estado	Rango de cumplimiento	Observación
Superficie	0.015	5	-	Mal estado en la mayoría del tramo	No tiene sustento técnico para que la calzada tenga 2.50 de ancho de doble vía. Cumple con los parámetros del DG.2018 de la solución básica económica, para una carretera de tercera clase.	Slurry seal de 1.5cm y en curvas de volteo doble capa, el ancho de la vía no cumplen según DG-2018
Capa de rodadura	0.2	6	-	Operativa - malo - regular	La velocidad de diseño no cumple debe ser de 30 - 40 - 50 km/h según los parámetros del DG – 2018.	Base estabilizada con cemento portland tipo IV
Velocidad diseño	-	-	-	20 -30 km/h	No cumple, según los resultados obtenido del diseño geométrico fue de 45 metros para la vía en estudio.	Según las dimensiones de las curvas espirales, curvas en s y tanto curvas de volteo esta fuera del rango de limite en la mayoría del tramo.
Radio mínimo	-	-	-	20 - 30 m	No cumple, según el diseño debe ser un sobreebancho de 3.20 para una vía de tercera clase.	Los radios mínimos de 20 a 30 metros no cumplen con dimensión para una carretera de tercera clase lo cual necesita una mejora para evitar una futura accidente
Sobreebancho	-	-	-	0.40 - 2.20 m	Mayor parte de las curvas de volteo no cumple el porcentaje requerido, curvas espirales si cumple.	Los sobreebanchos son de vital importancia tanto en las curvas de volteo, así como en las curvas espirales para evitar cualquier despiste de los vehículos
Peralte	-	-	6.00 - 2.50	Operativo - regular	Esta dentro de los rangos permisibles por tanto cumple.	La vía necesita pronta intervención para contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo así evitar posibles accidentes en un terreno accidentada o escarpada que requieres hasta un peralte de 11%
Pendiente mínimo y máximo	-	-	0.20 - 8.00	Operativo - regular	Cumple en los tangentes, para tener un sustento técnico requiere ambos las curvas y sobreebanchos.	En los pendientes mayores a 12% en ascenso no debe exceder los 180m de longitud lo cual se debe bajar a una pendiente permisible.
Ancho de la calzada	-	-	5.00 - 5.50	Operativo - regular - bueno	Cumple en subrasante	5.00 zonas urbanas, 5.50 en curvas de volteo y curvas espirales.
Bombeo	-	-	3	Bueno	Cumple	No se encontró ninguna observación
Berma	-	-	0.30 - 0.50	Operativo - regular		Según la norma debería tener en todo el tramo una berma de 0.50

- La tabla nos muestra el resulta de la carretera de los 22,728.5 km que fueron diagnosticados donde se presentan mayores incidencias y dar solución mediante el diseño geométrico y el manual de carreteras de MTC.

### **3.2. DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR DE LA CARRETERA QUE UNE A LAS LOCALIDADES DE VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA**

Los siguientes datos muestran los resultados del análisis del diseño geométrico existente y el cumplimiento del tema de seguridad vial según las normas de la Diseño Geométrico - 2018. Para ello, en los siguientes apartados se muestran los resultados del comportamiento de las características del tránsito, la clasificación de la carretera y la velocidad de diseño.

#### **3.2.1. Comportamiento de las características del tránsito vehicular**

Para monitorear el tráfico vehicular, el índice medio diario anual (IMDA) se determina en función de la cantidad de vehículos.

**Tabla 3.4.**

*Volumen del tráfico promedio diario*

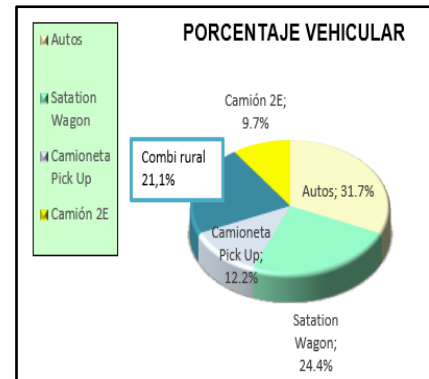
Carretera		"MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CAMINO VINCHOS - PACCHA - ANDABAMBA"																			
Tramo		Ubicación VINCHOS																			
Cod Estación	E - 1	Sentido TOTAL																			
Estación	VINCHOS	Dia Del 02/06/2022 AL 08/06/2022																			
DIA	AUTO	STATION		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS			TOTAL	PORC	
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		%	
JUEVES	9	5	7	0	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	11.79
VIERNES	11	4	2	0	13	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12.55
SABADO	14	17	6	0	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	17.49
DOMINGO	8	8	4	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	11.41
LUNES	15	16	4	0	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	17.49
MARTES	10	5	2	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	13.31
MIERCOL	17	10	7	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	15.97
TOTAL	84	65	32	0	53	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	263	100
IMD	12	9	5	0	8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	
%	31.58	23.68	13.16	0	21.05	0	0	0	10.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
VEHICULOS LIGEROS										VEHICULOS PESADOS											

- Es el volumen promedio diario, los 7 días de la semana registrados en la estación (E = 01), después de procesar para obtener los resultados de la cantidad de vehículos para cada día como se muestra en la tabla, obteniendo un total de 263 vehículos del IDMS.
- Con estos datos obtenidos pasamos a calcular los resultados de las siguientes tablas que se muestran a continuación.

**Tabla 3.5.**

*Índice medio diario semanal (IDMS)*

TRÁFICO VEHICULAR IMD Sin Corrección (Veh/día)		
Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib. %
Autos	12	31.60%
Satación Wagon	9	23.70%
Camioneta Pick Up	5	13.20%
Camioneta Panel	0	0.00%
Combi Rural	8	21.10%
Micro	0	0.00%
Ómnibus 2E y 3E	0	0.00%
Camión 2E	4	10.50%
Camión 3E	0	0.00%
Camión 4E	0	0.00%
Semi tráiler	0	0.00%
Tráiler	0	0.00%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>38</b>	<b>100.00%</b>



- El resultado del volumen del tráfico vehicular del IMD, sin factor de corrección. La información obtenida es solo representativa de los días en que fueron realizados, cabe señalar que, durante el año, el tráfico de una carretera departamental vario constantemente de acuerdo a la actividad y ciclos productivos de la región. Por tanto, es necesario calcular IMDA.

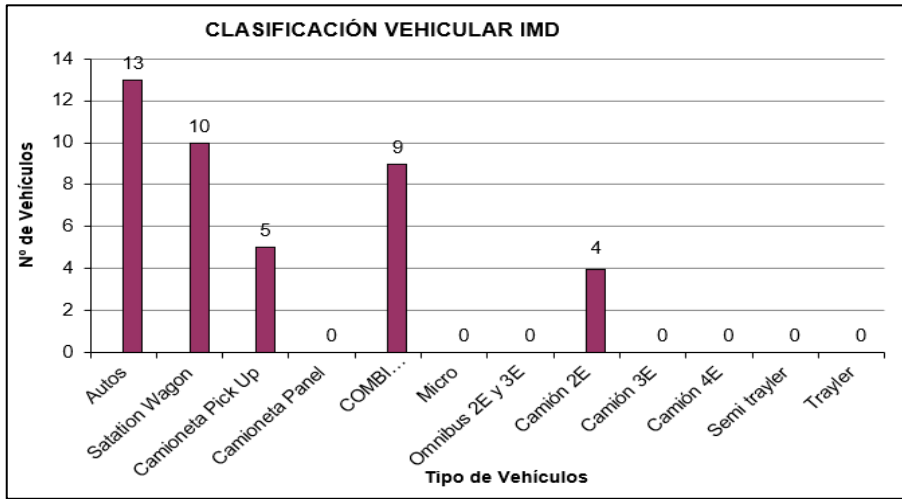
**Tabla 3.6.**

*Índice medio diario anual (IMD)*

CÁLCULO DEL IMD Resumen de Metodología		
IMD =	$\frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal		
Fc Veh. Ligeros =		1.072089
Fc Veh. Pesados =		0.994848
IMD =	41	Vehículos por día
	14,957	Veh. x año

**Figura 3.1.**

*Clasificación vehicular IMD*



- El cálculo se realiza con 263 vehículos a la semana dividido entre 7 resulta 37,57 y redondeando es 38 veh/día. Esto requiere una corrección los datos del tráfico obtenidos en volumen de tráfico anual, por lo que los factores de corrección serán obtenidos de la estación de peaje más cercana (Peaje Socos).
- De la Tabla de “Factores de Corrección mensual de vehículos ligeros y pesados año 2022”.
- El cálculo nos dio un total de 41 vehículos por día o 14,957 vehículos al año.

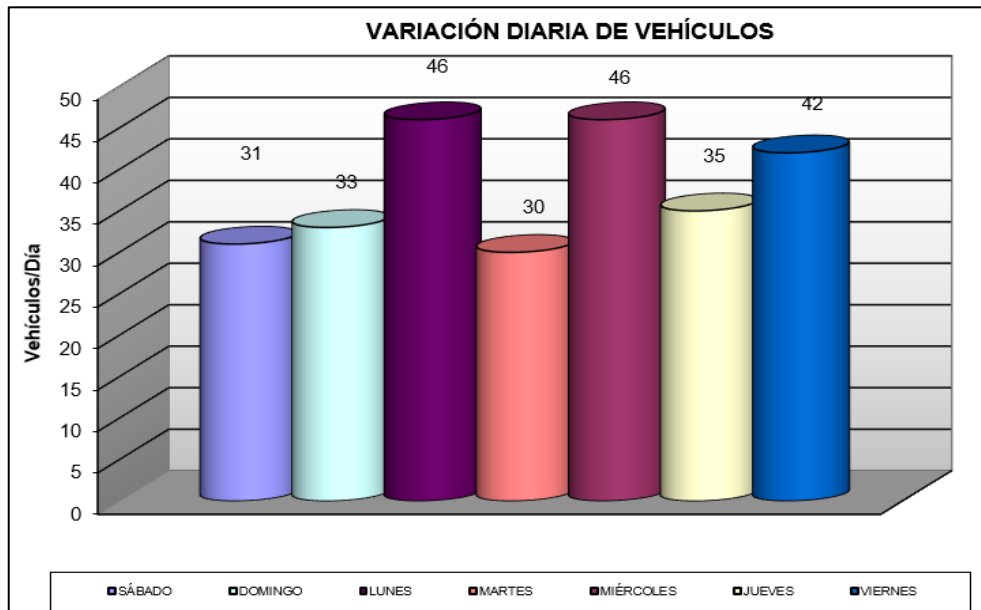
**Tabla 3.7.**

*Índice medio diario anual (IMDA)*

TRÁFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR (Veh/día)		
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	13	31.70%
Satación Wagon	10	24.40%
Camioneta Pick Up	5	12.20%
Camioneta Panel	0	0.00%
COMBI	9	22.00%
RURAL		
Micro	0	0.00%
Ómnibus 2E y 3E	0	0.00%
Camión 2E	4	9.70%
Camión 3E	0	0.00%
Camión 4E	0	0.00%
Semi tráiler	0	0.00%
Tráiler	0	0.00%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>41</b>	<b>100.00%</b>

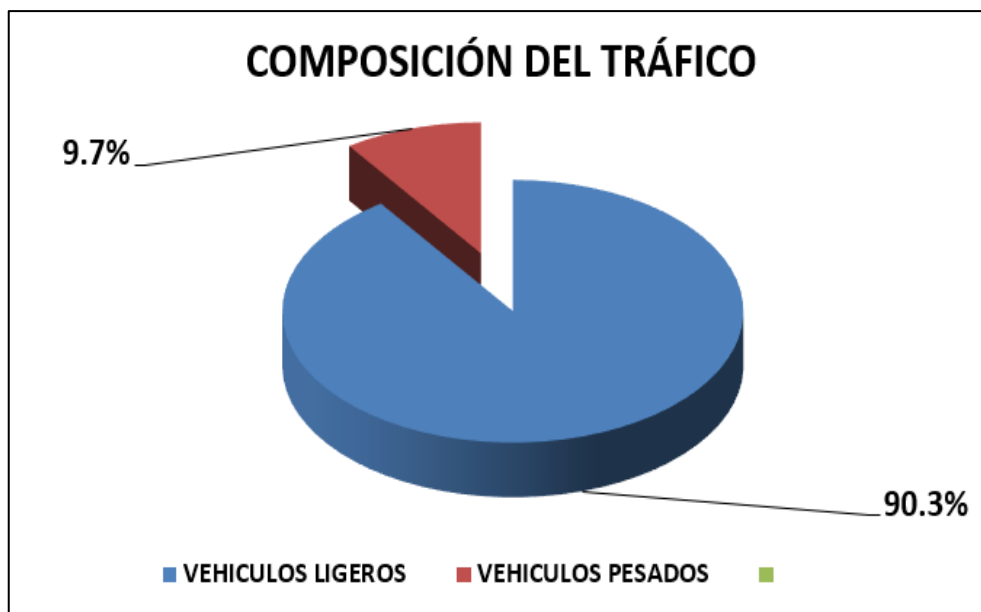
**Figura 3.2.**

*Clasificación diaria de vehículos/día*



**Figura 3.3.**

*Composición del tráfico de vehículos ligeros y vehículos pesados*



### 3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE DEL MTC DG-2018 MANUAL DE CARRETERAS EN LA VÍA QUE UNE A LAS LOCALIDADES DE VINCHOS – PACCHA – ANDABAMBA

#### 3.3.1. Estudio de topografía

Tabla 3.8.

Cálculos exportados desde civil 3D de los elementos de curva

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA															
PI	DIRECCIÓN	PC	PC ESTE	PC NORTE	▲	R	T	L	LC	E	M	PI	PT	PTNORTE	PTESTE
PI:1	N24° 09' 34"W	0+001.93	569927.53	8536211.7566	45°28'34"	25.51	10.69	20.25	19.72	2.15	1.98	0+012.63	0+022.18	8536229.75	569919.46
PI:2	N22° 01' 31"W	0+043.77	569918.92	8536251.3370	41°12'28"	59.93	22.53	43.11	42.18	4.10	3.83	0+066.31	0+086.88	8536290.44	569903.10
PI:3	N59° 08' 38"W	0+086.97	569903.04	8536290.5058	33°01'47"	65.00	19.27	37.47	36.95	2.80	2.68	0+106.24	0+124.44	8536309.46	569871.32
PI:4	S85° 57' 59"W	0+128.56	569867.33	8536310.4799	36°44'59"	97.50	32.39	62.54	61.47	5.24	4.97	0+160.95	0+191.10	8536306.16	569806.01
PI:5	S63° 03' 28"W	0+212.50	569786.22	8536297.9978	9°04'02"	655.00	51.94	103.66	103.55	2.06	2.05	0+264.44	0+316.16	8536251.08	569693.91
PI:6	S71° 16' 21"W	0+335.19	569677.68	8536241.1437	25°29'48"	277.50	62.78	123.49	122.47	7.01	6.84	0+397.97	0+458.67	8536201.82	569561.69
PI:7	N66° 53' 09"W	0+468.26	569552.17	8536200.8238	58°11'12"	45.00	25.04	45.70	43.76	6.50	5.68	0+493.30	0+513.96	8536218.00	569511.92
PI:8	N60° 34' 49"W	0+534.93	569499.06	8536234.5773	45°34'33"	43.20	18.15	34.36	33.46	3.66	3.37	0+553.08	0+569.29	8536251.02	569469.91
PI:9	N74° 26' 40"W	0+586.15	569453.17	8536252.9624	17°50'51"	202.50	31.80	63.08	62.82	2.48	2.45	0+617.95	0+649.23	8536269.81	569392.64
PI:10	N72° 13' 18"W	0+721.54	569326.84	8536299.7710	13°24'06"	148.50	17.45	34.73	34.66	1.02	1.01	0+738.99	0+756.27	8536310.35	569293.84
PI:11	N73° 28' 18"W	0+770.47	569279.90	8536313.0806	10°54'06"	157.50	15.03	29.97	29.92	0.72	0.71	0+785.50	0+800.44	8536321.59	569251.22
PI:12	N84° 52' 15"W	0+820.11	569232.98	8536328.9535	33°42'00"	75.92	22.99	44.66	44.01	3.41	3.26	0+843.10	0+864.76	8536332.89	569189.14
PI:13	N80° 31' 35"W	0+880.91	569173.33	8536329.6087	42°23'20"	45.00	17.45	33.29	32.54	3.26	3.04	0+898.36	0+914.20	8536334.96	569141.24
PI:14	N73° 21' 36"W	0+963.94	569098.46	8536360.3350	28°03'22"	115.00	28.73	56.31	55.75	3.54	3.43	0+992.67	1+020.25	8536376.30	569045.04
PI:15	N69° 06' 57"W	1+087.43	568977.93	8536379.3616	36°32'39"	65.00	21.46	41.46	40.76	3.45	3.28	1+108.89	1+128.89	8536393.89	568939.85
PI:16	N60° 15' 50"W	1+152.75	568921.34	8536408.9577	18°50'25"	185.00	30.69	60.83	60.56	2.53	2.49	1+183.44	1+213.58	8536439.00	568868.76
PI:17	N77° 41' 19"W	1+218.32	568864.32	8536440.6385	16°00'33"	290.00	40.78	81.03	80.77	2.85	2.83	1+259.10	1+299.35	8536457.86	568785.41
PI:18	N77° 30' 45"W	1+316.61	568768.19	8536459.1566	16°21'42"	125.00	17.97	35.70	35.57	1.29	1.27	1+334.58	1+352.31	8536466.85	568733.46

- Son los resultados obtenidos luego de realizar levantamiento topográfico con estación total y posteriormente procesar los datos mediante el software Civil 3D para luego llevar plasmar en el diseño geométrico de la vía en estudio.

#### 3.3.2. Clasificación de la carretera

##### 3.3.2.1. Resultado de la clasificación por demanda

Tabla 3.9.

Clasificación de la carretera por demanda

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS (DG - 2018)	
Clasificación por demanda	
IMDA (Índice Medio Diario Anual)	
< 400	Veh. /día
Carreteras de tercera clase	
Ancho carril mínimo	3,00 m - 2,50 m
Rodadura debe ser	pavimentada o afirmado

- Según el resultado del segundo objetivo nos dio 263 veh/día, por lo tanto, está dentro de los parámetros de la carretera de tercera clase.
- El ancho del carril es 2.50,
- Afirmado (Con base estabilizada)

### 3.3.2.2. Resultado de la clasificación por orografía

**Tabla 3.10.**

*Clasificación de la carretera por orografía*

<b>CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA</b>	
Pendientes transversales	51% - 100%
Pendientes longitudinales	6% - 8%
	Terreno accidentado (tipo 3)

- Según la orografía es un terreno de área rural (Accidentado o escarpado) y el pendiente longitudinal está en promedio de 7%.
- Por lo tanto, pertenece al tipo 3 como se muestra en la tabla.

### 3.3.3. Velocidad de diseño.

**Tabla 3.11.**

*Velocidad de diseño*

<b>Rangos de la velocidades de diseño en función a la clasificación de la carretera</b>	
Clasificación	<i>Autopista</i> <i>Carretera</i>
Tipo	<i>Primera Clase</i> <i>Segunda Clase</i> <i>Tercera Clase</i>
Orografía	<i>Plano</i> <i>Ondulado</i> <i>Accidentado</i> <i>Escarpado</i>
Clasificación	<i>Carretera</i>
Tipo	<i>Tercera Clase</i>
Orografía	<i>Accidentado</i>
<b>Rangos de la Velocidad</b>	<b>30 - 40 - 50</b>

- Después de clasificar la carretera, la velocidad de diseño para esta vía se consideró 40km/h por tanto está dentro del parámetro del Diseño Geométrico - 2018.
- La velocidad de diseño se opta también es por el tipo de terreno que es accidentado y escarpado de zona rural.



### 3.3.4. Diseño en planta

**Tabla 3.12.**

*Diseño de planta*

Longitudes de tramos en tangente				Longitud de espiral			
V (km/h)	L mín. s (m)	L mín. o (m)	L máx. (m)	A min	L min	30	
40	56	111	668	Condiciones			
Radios mínimos		Peraltes		Le ≥ 30m	30	ok	
4		3		L máx.	32.86	ok	
Ubicación de la vía		Ubicación de la vía		R/3 ≤ A ≤ R	15	ok	
Área rural (accidentado o escarpado)		Zona rural (Tipo 3 ó 4)		Le ≥ L min P%	32	no	
Sobre Ancho							
Radios mín.	45	Peralte	11.9	Nº carril	L	Sa	Lt Sa
Curva de Espiral que puede prescindir				2	10.55	3.2	32
Radio		95		J (m/s³)			
L min de Peralte				0.5			
Pi	-3.00%						
B	3						
Ipm	1.40%						
Pf	11.9						
Lmin	32						

- En la tabla se presenta las características del diseño de planta, con el resultado definido presentamos una solución en diferentes puntos donde se va presentar e intervenir de acuerdo al objetivo planteado en el estudio definitivo de la carretera.
- En la tabla se aprecia los elementos más importantes del diseño en planta como: Velocidad, radios mínimos, sobre ancho, peraltes, bombeo y variación de unidad por aceleración de tiempo(J).

### 3.3.5. Diseño en perfil

**Tabla 3.13.**

*Distancia de visibilidad de parada (Dp)*

Datos Civil 3D				Distancia de visibilidad de parada Dp												
				Dp Análisis de IDA						Dp Análisis de RETORNO						Dp E
V (km/h)	S1	S2	Curva	PIV	S1	S2	Dp S1	Dp S2	Dp E	PIV	S1	S2	Dp S1	Dp S2	Dp E	Dp
40	-0.11%	2.35%	Sag	1	-0.11	2.35	40	39	40	1	0.11	-2.35	40	41	41	41
40	1.00%	2.00%	crest	2	1	2	39	39	39	2	-1	-2	40	41	41	41
40	0.66%	1.25%	Sag	3	0.66	1.25	39	39	39	3	-0.66	-1.25	40	40	40	40
40	3.15%	-1.53%	crest	4	3.15	-1.53	39	41	41	4	-3.15	1.53	41	39	41	41
40	-2.21%	3.15%	Sag	5	-2.21	3.15	41	39	41	5	2.21	-3.15	39	41	41	41
40	1.67%	0.85%	crest	6	1.67	0.85	39	39	39	6	-1.67	-0.85	41	40	41	41
40	-1.53%	1.20%	Sag	7	-1.53	1.2	41	39	41	7	1.53	-1.2	39	40	40	41
40	0.12%	2.35%	crest	8	0.12	2.35	40	39	40	8	-0.12	-2.35	40	41	41	41
40	-0.11%	2.00%	Sag	9	-0.11	2	40	39	40	9	0.11	-2	40	41	41	41
40	1.00%	0.66%	crest	10	1	0.66	39	39	39	10	-1	-0.66	40	40	40	40
40	0.66%	-1.53%	Sag	11	0.66	-1.53	39	41	41	11	-0.66	1.53	40	39	40	41
40	3.15%	2.30%	Sag	12	3.15	2.3	39	39	39	12	-3.15	-2.3	41	41	41	41
40	-2.21%	0.85%	crest	13	-2.21	0.85	41	39	41	13	2.21	-0.85	39	40	40	41
40	1.67%	1.20%	Sag	14	1.67	1.2	39	39	39	14	-1.67	-1.2	41	40	41	41
40	-1.53%	2.00%	crest	15	-1.53	2	41	39	41	15	1.53	-2	39	41	41	41
40	0.12%	0.66%	Sag	16	0.12	0.66	40	39	40	16	-0.12	-0.66	40	40	40	40
40	-2.23%	-1.53%	crest	17	-2.23	-1.53	41	41	41	17	2.23	1.53	39	39	39	41
40	0.86%	3.15%	Sag	18	0.86	3.15	39	39	39	18	-0.86	-3.15	40	41	41	41

Distancia de visibilidad Da		Longitud Mínima Curva Vertical				
Da E		Longitud mínima de curva vertical				
Da	PIV	K	Convexa	Cóncava	Civil 3D	
170	1	16.26	...	40	Sag - 40	
170	2	40	40	...	crest - 40	
170	3	67.8	...	40	Sag - 40	
170	4	30.56	143	...	crest - 143	
170	5	7.46	...	40	Sag - 40	
170	6	48.78	40	...	crest - 40	
170	7	14.65	...	40	Sag - 40	
170	8	30.94	69	...	crest - 69	
170	9	18.96	...	40	Sag - 40	
170	10	117.65	40	...	crest - 40	
170	11	18.26	...	40	Sag - 40	
170	12	47.06	...	40	Sag - 40	
170	13	30.72	94	...	crest - 94	
170	14	85.11	...	40	Sag - 40	
170	15	30.59	108	...	crest - 108	
170	16	74.07	...	40	Sag - 40	
170	17	57.14	40	...	crest - 40	

- Son resultados obtenidos de la distancia de visibilidad de parada tanto en curvas cóncavas y conexas.

### 3.3.6. Visibilidad

**Tabla 3.14.**

*Distancia de visibilidad*

Longitudes de curvas verticales				
Datos				
PIV	S1	S2	A	TIPO CURVA
1	-0.11	2.35	2.46	Sag
2	1	2	1	crest
3	0.66	1.25	0.59	Sag
4	3.15	-1.53	4.68	crest
5	-2.21	3.15	5.36	Sag
6	1.67	0.85	0.82	crest
7	-1.53	1.2	2.73	Sag
8	0.12	2.35	2.23	crest
9	-0.11	2	2.11	Sag
10	1	0.66	0.34	crest
11	0.66	-1.53	2.19	Sag
12	3.15	2.3	0.85	Sag
13	-2.21	0.85	3.06	crest
14	1.67	1.2	0.47	Sag
15	-1.53	2	3.53	crest
16	0.12	0.66	0.54	Sag
17	-2.23	-1.53	0.7	crest
18	0.86	3.15	2.29	Sag

Longitudes de curvas verticales								
L min de curva vertical según visibilidad de parada Dp								
Dp E	Convexa	Cóncava	L min	L min R	L min VD	L min A Absoluto		
41	.....	.....	-25.11	15.69	15.69	16	40	40
41	-322	4.16	.....	.....	4.16	5	40	40
40	.....	.....	-360.68	3.63	3.63	4	40	40
41	-4.32	19.47	.....	.....	19.47	20	40	40
41	.....	.....	32.84	34.19	34.19	35	40	40
41	-410.68	3.41	.....	.....	3.41	4	40	40
41	.....	.....	-14.52	17.42	17.42	18	40	40
41	-99.17	9.28	.....	.....	9.28	10	40	40
41	.....	.....	-42.88	13.46	13.46	14	40	40
40	-1108.24	1.35	.....	.....	1.35	2	40	40
41	.....	.....	-38.32	13.97	13.97	14	40	40
41	.....	.....	-228	5.42	5.42	6	40	40
41	-50.03	12.73	.....	.....	12.73	13	40	40
41	.....	.....	-478.64	3	3	3	40	40
41	-32.45	14.69	.....	.....	14.69	15	40	40
40	.....	.....	-401.48	3.32	3.32	4	40	40
41	-495.14	2.91	.....	.....	2.91	3	40	40
41	.....	.....	-33.07	14.61	14.61	15	40	40

Longitudes de curvas verticales						
L min de curva vertical según visibilidad de pasa Da						
Da E	Convexa	L min	L min R	L min VD	L min Absoluto	
170	.....	.....	0	0	40	40
170	-606	30.55	30.55	31	40	40
170	.....	.....	0	0	40	40
170	137.86	142.97	142.97	143	40	143
170	.....	.....	0	0	40	40
170	-813.66	25.05	25.05	26	40	40
170	.....	.....	0	0	40	40
170	-84.22	68.13	68.13	69	40	69
170	.....	.....	0	0	40	40
170	-2442.35	10.39	10.39	11	40	40
170	.....	.....	0	0	40	40
170	.....	.....	0	0	40	40
170	30.85	93.48	93.48	94	40	94
170	.....	.....	0	0	40	40
170	72.01	107.84	107.84	108	40	108
170	.....	.....	0	0	40	40
170	-1011.43	21.38	21.38	22	40	40
170	.....	.....	0	0	40	40

### 3.3.7. Diseño en sección

**Tabla 3.15.**

*Diseño de sección transversal*

<b>Anchos mínimos de calzada</b>	
	6.0m
<b>Ancho de la berma</b>	
	0.5m
<b>Bombeo</b>	
Precipitación 500mm/año Afirmadore1	-3.00%
<b>Inclinación de bermas</b>	
	22%
Grava o Afirmado	-6%

### 3.3.8. Análisis de cumplimiento de los parámetros en el primer tramo

Km 0+000 al km 03+200

**Tabla 3.16.**

*Longitud mínima en tangente*

PARÁMETRO: LONGITUD MÍNIMA EN TANGENTE			
N° Tangente	In situ	Diseño	Cumplimiento
1	20.25	56	NO
2	43.11	56	NO
3	37.47	56	NO
4	62.54	56	SI
5	103.66	56	SI
6	123.49	56	SI
7	45.7	56	NO
8	34.36	56	NO
9	63.08	56	SI
10	34.73	56	NO
11	29.97	56	NO
12	44.66	56	NO
13	33.29	56	NO
14	56.31	56	SI
15	41.46	56	NO
16	60.83	56	SI
17	81.03	56	SI
18	35.7	56	NO
19	48.94	56	NO
20	43.01	56	NO
21	25.65	56	NO
22	32.5	56	NO
23	31.36	56	NO
24	31.15	56	NO
25	39.82	56	NO
26	36.65	56	NO
27	84.9	56	SI
28	57.67	56	SI
29	31.37	56	NO
30	34.42	56	NO
31	16.76	56	NO
32	52.66	56	NO
33	44.48	56	NO
34	25.97	56	NO
35	17.48	56	NO
36	26.16	56	NO
37	45.1	56	NO
38	30.02	56	NO
39	41.91	56	NO
40	40.33	56	NO
41	26.04	56	NO
42	46.19	56	NO
43	25.04	56	NO
44	25.46	56	NO
45	63.9	56	SI
<b>% CUMPLIMIENTO</b>		<b>22.22%</b>	

**Tabla 3.17.***Radio*

PARÁMETRO: RADIO			
Nº Tangente	<i>In situ</i>	Diseño	Cumplimiento
1	25.51	45	NO
2	59.93	45	SI
3	65	45	SI
4	97.5	45	SI
5	655	45	SI
6	277.5	45	SI
7	45	45	SI
8	43.2	45	NO
9	202.5	45	SI
10	148.5	45	SI
11	157.5	45	SI
12	75.92	45	SI
13	45	45	SI
14	115	45	SI
15	65	45	SI
16	185	45	SI
17	290	45	SI
18	125	45	SI
19	65	45	SI
20	40	45	NO
21	175	45	SI
22	100	45	SI
23	50	45	SI
24	20	45	NO
25	33	45	NO
26	68	45	SI
27	545	45	SI
28	465	45	SI
29	41.5	45	NO
30	80	45	SI
31	150	45	SI
32	435	45	SI
33	275	45	SI
34	235	45	SI
35	185	45	SI
36	95	45	SI
37	95	45	SI
38	65	45	SI
39	135	45	SI
40	32.5	45	NO
41	195	45	SI
42	75	45	SI
43	50	45	SI
44	75	45	SI
45	290	45	SI
<b>% CUMPLIMIENTO</b>		<b>73.33%</b>	

**Tabla 3.18.***Sobreancho*

Parámetro: sobreancho

N° Tangente	Insitu	Diseño	Cumplimiento
1	1.98	3.2	NO
2	3.83	3.2	SI
3	2.68	3.2	NO
4	4.97	3.2	SI
5	2.05	3.2	NO
6	6.84	3.2	SI
7	5.68	3.2	SI
8	3.37	3.2	SI
9	2.45	3.2	NO
10	1.01	3.2	NO
11	0.71	3.2	NO
12	3.26	3.2	SI
13	3.04	3.2	NO
14	3.43	3.2	SI
15	3.28	3.2	SI
16	2.49	3.2	NO
17	2.83	3.2	NO
18	1.27	3.2	NO
19	4.55	3.2	SI
20	5.64	3.2	SI
21	0.47	3.2	NO
22	1.32	3.2	NO
23	2.44	3.2	NO
24	5.77	3.2	SI
25	5.83	3.2	SI
26	2.45	3.2	NO
27	1.65	3.2	NO
28	0.89	3.2	NO
29	2.93	3.2	NO
30	1.84	3.2	NO
31	0.23	3.2	NO
32	0.8	3.2	NO
33	0.9	3.2	NO
34	0.36	3.2	NO
35	0.21	3.2	NO
36	0.9	3.2	NO
37	2.66	3.2	NO
38	1.72	3.2	NO
39	1.62	3.2	NO
40	6.06	3.2	SI
41	0.43	3.2	NO
42	3.53	3.2	SI
43	1.56	3.2	NO
44	1.08	3.2	NO
45	1.76	3.2	NO

<b>% CUMPLIMIENTO</b>	<b>31.11%</b>
-----------------------	---------------

**Tabla 3.19.***Longitud mínima de curvas*

Parámetro: Longitud mínima de curva vertical

N° PI	In situ	Diseño	Cumplimiento
1	100	40	SI
2	100	40	SI
3	100	40	SI
4	100	143	SI
5	100	40	SI
6	100	40	SI
7	100	40	SI
8	100	69	SI
9	100	40	SI
10	100	40	SI
11	100	40	SI
12	100	40	SI
13	100	94	SI
14	100	40	SI
15	100	108	SI
16	100	40	SI
17	100	40	SI
18	100	40	SI

<b>% CUMPLIMIENTO</b>	<b>100%</b>
-----------------------	-------------

**Tabla 3.20.***Bombeo*

PARÁMETRO: BOMBEO

Insitu	Diseño	Cumplimiento
3	3	SI

<b>% CUMPLIMIENTO</b>	<b>100.00%</b>
-----------------------	----------------

**3.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS****Tabla 3.21.***Evaluación para parámetros de diseño geométrico*

PARAMETROS	% CUMPLIMIENTO
Longitud mínima en tangente	22.22%
Radio	73.33%
Sobreeancho	31.11%
Curva de transición	0.00%
Relación de radios de curvas consecutiva	
Longitud mínima de curva vertical	100%
Ancho de calzada	100%
Bombeo	100%
<b>Promedio</b>	<b>60.95%</b>



## CONCLUSIONES

A través del diagnóstico de la infraestructura vial, índice medio diario anual (IMDA) y los parámetros de diseño geométrico según la normatividad vigente del MTC DG-2018 Manual de carreteras en la vía existente en los tramos que tiene mayor incidencia que se producen los accidentes de tránsito, se alcanzó demostrar los objetivos planteados en el estudio de la investigación no experimental, donde se concluye que:

1. El proyecto de la carretera que une los pueblos de Vinchos – Paccha – Andabamba, tiene una longitud total de 22+728.5 km, donde existen 74 obras de arte constituida principalmente por alcantarillas con promedio aproximado de 7.30 metros lineales, de dos tipos, el TMC y Marco sección rectangular con emboquillados de mortero.
2. El IMDA para la cual fue diseñada a un inicio la carretera fue de 263 veh/semana.
  - El estudio y cálculo del volumen de tránsito vehicular es de gran importancia en el diseño geométrico de la vía.
  - La investigación del tráfico vehicular permitirá cuantificar, clasificar y comprender los cambios horarios (número de vehículos por hora); también nos permitirá determinar los niveles de tráfico futuros.
3. Para proponer los parámetros del diseño geométrico de la vía, se realizó de acuerdo a “El manual de carreteras DG-2018 del MTC”. Con la finalidad de que la entidad encargada de la revisión del estudio definitivo y el seguimiento de la ejecución de obra, permita la aceptación correspondiente del diseño geométrico definitivo en el tramo Vinchos – Paccha – Andabamba del proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

Se plantea las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda estaciones de conteo de buen criterio para lograr un número adecuado de vehículos; los recuentos empleados son importantes para llevar un buen registro.
- Durante los trabajos topográficos se recomienda una cuadrilla de técnicos especialistas, para asegurar el diagnóstico y recopilación de información del estado de la vía y de las obras de arte, precisando las progresivas pertinentes.
- En la norma DG – 2018, existe varios datos y parámetros para considerar en el diseño geométrico, sin embargo, no hay datos ni parámetros para diseñar carreteras de tercera clase (caminos vecinales), por lo que se sugiere adoptar experiencias para el diseño pertinente.
- Usar el manual de carreteras o la última guía actualizada como base para su proyecto para mejorar la precisión y la eficiencia del diseño geométrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, L. G., & Aigner, J. M. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Medellín, Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/2622>
- ASTM Internacional. (2007). Internacional.
- Bada, D. (2016). Aplicación del aditivo químico Conaid para atenuar la plasticidad del material granular del tramo de la carretera tauca - bambas (km73 + 514 - km132 + 537). Trujillo.
- Camahuali, F. F. (2010). Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos del km. 57+ 000 al km.57+ 300: necesidad de Badén. Título de Ingeniero Civil UNI-Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/15456>
- Cárdenas, J. (2015). Diseño geométrico de carreteras. Ecoediciones.
- Castillo, J., & Díaz, E. (2020). Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo.
- Chahua, C. (2014). Diseño estructural de alcantarillas de concreto de grandes luces. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/14465>
- Cornu, M. A. (2021). Espiral de Euler-Cornu o Clotoide. Paris - Francia.
- Díaz, E. & Castillo, J. (2020). Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo - Perú (Tesis de grado publicada - Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto). Repositorio: UNSM-Institucional Lenguaje.
- Duarte, L. E. E., Chaves, O. L., & Salinas, L. D. I. (2018). Diagnóstico de los efectos generados por el tráfico de largo destino en la malla vial del municipio de Cachipay, Cundinamarca. *Tecnura*, 22(56), 62-75.
- Durate, L., & Salinas, L. (2018). Diagnóstico de los efectos generados por el tráfico de largo destino en la malla vial. Expediente, T. (2018). SNIP N°311554. Lima.
- Guillon, D. (24 - 25 de noviembre de 2016). Muros de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh. (G. I. Maccaferri, Ed.) 74.
- INVIAS. (2008). Geométrico de Carreteras (CLASIFICACION DE CARRETERAS).
- López Maldonado. (2020). Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado.

- Morales, F. O. (2021). Puentes Diseño estructural MTC-2016. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22096>
- MTC. (30 de marzo de 2018). DG. Resolución Directoral. N° 03-2018-MTC/14. Diseño. Geométrico DG 2018. Lima, pág. 285.
- Pérez, G. A. (2019). Modelos de gestión y financiación de carreteras de alta capacidad - Autopista AP-7 a su paso por la Comunidad Valenciana (tramo de Vinaroz a El Campello). Evaluación socioeconómica.
- PROVIAS NACIONAL. (2021). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Memoria Institucional. Obtenido de <https://www.googletagmanager.com/gtag/js?id=G-L4XC6VEB35>
- Rebolledo, R. J. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Sulca, B. S. (2020). Sequía Condiciones atmosféricas Observaciones meteorológicas Clima oceánico Sierra Fenómenos atmosféricos Impacto ambiental Evaluación Perú Sierra Sur. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4511>
- Toledo Díaz de León, N. (2016). Población y Muestra. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de México, México. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/63099>
- Ularte, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Zuloeta, J. D. (2018). Planeamiento Gestión de Riesgo Proyecto de Alcantarillado. Tesis de maestría. Universidad Cesar Vallejo, Moquegua, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27449>

# ANEXOS

## PANEL FOTOGRÁFICO

Anexo 1.1. Curva espiral



Anexo 1.2. Plataforma de la vía 7.00m, calzada 6.00m y carril 3.00m



Anexo 1.3. Curva con sobreancho y berma 0.50m



Anexo 1.4. Vía con pendiente máxima promedio 11%



Anexo 1.5. Curva con peralte de 3.00 %







**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. JAIME ALARCON ATAUCUSI**  
**R.D. N° 254-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los once días del mes de agosto del año dos mil veintitrés, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por: Ing. John Samuel Cazorla Orihuela, Mtro. Richard Alex Oscco Peceros como asesor, Ph.D. Sandra Del Aguila Rios y el Ing. Eduardo Pacori Quispe, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para participar en la sustentación de la Tesis titulada: **Evaluación y diseño geométrico de la carretera Vinchos - Paccha - Andabamba en el distrito de Vinchos - Huamanga - Ayacucho, 2022** y así obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola del Bachiller **JAIME ALARCON ATAUCUSI**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **JAIME ALARCON ATAUCUSI** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó al sustentante y asistentes abandonar temporalmente el auditorio para la deliberación y calificación por parte de los miembros de la comisión, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela	14	14	16	15
Mtro. Richard Alex Oscco Peceros	15	15	15	15
Ph.D. Sandra Del Aguila Rios	15	14	14	14.5
Ing. Eduardo Pacori Quispe	15	15	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

  
.....  
**Ing. John Samuel Cazorla Orihuela**  
**Presidente**

  
.....  
**Mtro. Richard Alex Oscco Peceros**  
**Asesor**

  
.....  
**Ph.D. Sandra Del Aguila Rios**  
**Jurado**

  
.....  
**Ing. Eduardo Pacori Quispe**  
**Jurado**

  
.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
**Secretario Docente**



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

### **Evaluación y diseño geométrico de la carretera Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho, 2022.**

Autor : Jaime Alarcon Ataucusi

Asesor : Richard Alex Oscco Peceros

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **diecisiete por ciento (17 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2200718270

Ayacucho, 19 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias  
  
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo  
Pon. Comisión Turnitin - FCA

# Evaluación y diseño geométrico de la carretera Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho, 2022

*por Jaime Alarcon Ataucusi*

---

**Fecha de entrega:** 19-oct-2023 08:42a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2200718270

**Nombre del archivo:** tesis\_JAIME\_17\_10\_1.pdf (4.13M)

**Total de palabras:** 23991

**Total de caracteres:** 122861

# Evaluación y diseño geométrico de la carretera Vinchos – Paccha – Andabamba en el distrito de Vinchos – Huamanga – Ayacucho, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%
8	archive.org Fuente de Internet	<1%

9	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
10	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
19	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo