

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO BASADO EN  
LA DG-2018 PARA MEJORAR LA SEGURIDAD  
VIAL-NOMINAL DEL TRAMO KM 9 + 100 - 10 + 000, EN  
LA CARRETERA CARHUAMAYO-JUNIN**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ALCANTARA VILLA ISAI AMERICO**

**Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2021**

## HOJA DE APROBACIÓN DE LOS JURADOS

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE**

---

**DR. JULIO CESAR LLALLICO COLCA  
JURADO**

---

**ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS  
JURADO**

---

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES  
JURADO**

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DE DOCENTE**

**ASESOR**

ING. DIONICIO MILLA SIMON

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su incondicional apoyo y comprensión en el arduo camino de la educación hacia un hijo.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS por permitir mi existencia, a mis padres Américo y Loida por su apoyo en todo momento y consejos, a mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

## **RECONOCIMIENTO**

A la Universidad Peruana los Andes, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el título de ingeniero civil.

## INDICE

DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
RECONOCIMIENTO .....	6
INDICE .....	7
LISTA DE TABLAS .....	11
LISTA DE FIGURAS.....	13
RESUMEN .....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCION .....	16
CAPITULO 1: PANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	17
1.2. Formulación de problema de investigación .....	22
1.2.1. Problema general.....	22
1.2.2. Problemas específicos .....	22
1.3. Delimitación de la investigación .....	23
1.3.1. Delimitación espacial .....	23
1.3.2. Delimitación temporal .....	23
1.4. Justificación e importancia de la investigación .....	23
1.4.1. Justificación practica o social.....	23
1.4.2. Importancia o propósito.....	23
1.5. Limitaciones .....	24
1.6. Objetivos.....	24
1.6.1. Objetivo general.....	24
1.6.2. Objetivo especifico.....	24
CAPITULO II: MARCO TEORICO .....	25

2.1.	Antecedentes de investigación.....	25
2.1.1.	Antecedentes Nacionales .....	25
2.1.2.	Antecedentes Internacionales .....	27
2.2.	Marco conceptual.....	29
2.2.1.	Velocidad de diseño .....	29
2.2.2.	Diseño Geométrico.....	32
2.2.3.	Seguridad vial .....	35
2.3.	Bases legales .....	37
2.3.1.	Manual de carreteras: diseño geométrico dg – 2018.....	37
2.3.2.	Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras .....	37
2.4.	Definición de términos.....	37
<b>CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES.....</b>		<b>39</b>
3.1.	Hipótesis.....	39
3.1.1.	Hipótesis general.....	39
3.1.2.	Hipótesis nula .....	39
3.1.3.	Hipótesis específica .....	39
3.2.	Variables .....	39
3.2.1.	Variable independiente (X).....	39
3.2.2.	Variable dependiente (Y).....	40
3.3.	Operacionalización de variables.....	41
<b>CAPITULO IV: ASPECTOS METODOLOGICOS.....</b>		<b>42</b>
4.1.	Enfoque de la investigación.....	42
4.2.	Tipo de investigación.....	42
4.3.	Nivel de la investigación.....	42
4.4.	Diseño de investigación .....	42
4.5.	Población y muestra .....	42

4.5.1. Población .....	42
4.5.2. Muestra.....	42
4.6. Técnica e instrumentos de acopio de datos .....	42
4.7. Procesamiento de información .....	49
4.8. Técnica y análisis de datos .....	50
<b>CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
5.1. Consideraciones generales.....	51
5.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio.....	51
5.1.2. Datos topográficos .....	53
5.2. Resultados del análisis del diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial-nominal. ....	53
5.2.1. Características del transito.....	53
5.2.2. Clasificación de la carretera .....	53
5.2.3. Velocidad de Diseño.....	56
5.2.4. Análisis del diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal .....	57
5.2.5. Análisis del diseño Geométrico en Perfil .....	62
5.2.6. Análisis del diseño Geométrico en las secciones transversales	68
5.3. Propuesta de Diseño Geométrico.....	82
5.3.1. Características del transito.....	83
5.3.2. Clasificación de carretera .....	83
5.3.3. Velocidad de Diseño.....	85
5.3.4. Propuesta de Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal .....	87
5.3.5. Propuesta de Diseño Geométrico en Perfil .....	92
5.3.6. Propuesta de Diseño Geométrico de las secciones transversales.....	95

<b>CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	101
<b>CONCLUSIONES</b> .....	103
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	104
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	105
<b>ANEXOS</b> .....	110
<b>Anexo I:</b> Matriz de consistencia .....	110
<b>Anexo II:</b> Registros de accidentes suscritos en la Jurisdicción Policial de Carhuamayo .....	112
<b>Anexo III:</b> Comentarios sobre el tramo de estudios en las redes sociales .	117
<b>Anexo VI:</b> Planos del Diseño Geométrico .....	122
<b>Anexo VII:</b> Planos del Diseño Geométrico Propuesto .....	126
<b>Anexo VII:</b> Panel fotográfico.....	131

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Registro de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Carhuamayo ....	18
<b>Tabla 2:</b> Accidentes Registrados en Redes Sociales, Revistas y Páginas Web 2014- 2019 en la Carretera Carhuamayo – Paucartambo.....	20
<b>Tabla 3:</b> Cuadro de operacionalización de variables .....	41
<b>Tabla 4:</b> Velocidad de Diseño .....	49
<b>Tabla 5:</b> Clasificación de carreteras por su demanda.....	53
<b>Tabla 6:</b> Pendientes transversales de la carretera.....	54
<b>Tabla 7:</b> Pendientes longitudinales de la carretera .....	55
<b>Tabla 8:</b> Clasificación de carreteras por orografía .....	55
<b>Tabla 9:</b> Velocidad de Diseño .....	56
<b>Tabla 10:</b> Elementos de curva .....	57
<b>Tabla 11:</b> Verificación de la longitud en tramos en tangentes.....	59
<b>Tabla 12:</b> Verificación del radio mínimo.....	61
<b>Tabla 13:</b> Pendiente de Diseño y elementos del Alineamiento Vertical .....	62
<b>Tabla 14:</b> Pendientes de Diseño y elementos de alineamiento vertical .....	67
<b>Tabla 15:</b> Anchos mínimos de calzada en tangente .....	68
<b>Tabla 16:</b> Ancho de Bermas .....	69
<b>Tabla 17:</b> Ancho y calzada de bermas.....	70
<b>Tabla 18:</b> Valores del bombeo de la calzada.....	72
<b>Tabla 19:</b> Evaluación de Bombeos .....	72
<b>Tabla 20:</b> Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.....	74
<b>Tabla 21:</b> Valores de peralte máximo .....	75
<b>Tabla 22:</b> Peraltes existentes.....	75
<b>Tabla 23:</b> Evaluación de Peraltes .....	76
<b>Tabla 24:</b> Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica .....	77
<b>Tabla 25:</b> Dimensiones de Cuneta Lado Izquierdo .....	78
<b>Tabla 26:</b> Dimensiones de Cuneta Lado Derecho .....	80
<b>Tabla 27:</b> Tabla de Resúmenes de Parámetros de Diseño .....	82
<b>Tabla 28:</b> Tabla Resumen de Resultados de la Evaluación .....	82
<b>Tabla 29:</b> Clasificación de Carreteras por su Demanda del Diseño Propuesto	83
<b>Tabla 30:</b> Pendientes Transversales de la Carretera del Diseño Propuesto ...	84
<b>Tabla 31:</b> Pendientes Longitudinales de la Carretera del Diseño Propuesto...	85

<b>Tabla 32:</b> Clasificación de carreteras por orografía del Diseño Propuesto .....	85
<b>Tabla 33:</b> Velocidad de Diseño del Diseño Propuesto .....	86
<b>Tabla 34:</b> Elementos de Curva del diseño propuesto .....	87
<b>Tabla 35:</b> Verificación de la Longitud en Tramos en Tangentes del diseño propuesto .....	89
<b>Tabla 36:</b> Verificación del Radio Mínimo del diseño propuesto .....	91
<b>Tabla 37:</b> Pendiente de Diseño y elementos del Alineamiento Vertical del Diseño Propuesto .....	92
<b>Tabla 38:</b> Evaluación de las Pendientes de Diseño y Elementos de Alineamiento Vertical del Diseño Propuesto .....	94
<b>Tabla 39:</b> Anchos mínimos de calzada en tangente del Diseño Propuesto .....	95
<b>Tabla 40:</b> Anchos mínimos de calzada en tangente del Diseño Propuesto .....	96
<b>Tabla 40:</b> Valores del bombeo de la calzada del Diseño Propuesto .....	96
<b>Tabla 42:</b> Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte para el Diseño Propuesto .....	97
<b>Tabla 43:</b> Valores de peralte máximo del Diseño Propuesto .....	97
<b>Tabla 44:</b> Peraltes para el Diseño Propuesto .....	98
<b>Tabla 45:</b> Evaluación de Peraltes del Diseño Propuesto .....	99
<b>Tabla 46:</b> Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica .....	100
<b>Tabla 47:</b> Tabla Resumen de Resultados de la Evaluación de la Propuesta .....	100

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Porcentaje de Accidentes Registrados en el Sistema de Registro y Control de Denuncias (SIDPOL) en la Jurisdicción Policial del Distrito de Carhuamayo del 2014- 2020 en la Carretera Carhuamayo – Paucartambo ....	19
<b>Figura 2:</b> Porcentaje de Accidentes Registrados del 2014- 2019 en la Carretera Carhuamayo – Paucartambo.....	22
<b>Figura 3:</b> Ficha de Recolección de Datos para el Conteo y Clasificación Vehicular .....	44
<b>Figura 4:</b> Ficha de Recolección de Datos para la Orografía Transversal y Longitudinal .....	45
<b>Figura 5:</b> Ficha de Recolección de datos del Número de Accidentes Registrados en el SIDPOL en el Tramo de Estudio .....	47
<b>Figura 6:</b> Ficha de Recolección de datos del Número de Accidentes Registrados en Páginas Web .....	48
<b>Figura 7:</b> Ubicación y Localización de la Población de Estudio.....	52
<b>Figura 8:</b> Verificación de la longitud en tramos en tangente.....	59
<b>Figura 9:</b> verificación del radio mínimo.....	61
<b>Figura 10:</b> Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa con Distancias de Visibilidad de Parada.....	64
<b>Figura 11:</b> Longitudes Mínimas de Curvas Verticales .....	65
<b>Figura 12:</b> Verificación del ancho de calzada y bermas .....	71
<b>Figura 13:</b> Evaluación de Bombeo .....	74
<b>Figura 14:</b> Verificación de Peraltes.....	77
<b>Figura 15:</b> Cuneta de sección triangular.....	78
<b>Figura 16:</b> Verificación de la Longitud en Tramos en Tangentes del Diseño Propuesto.....	89
<b>Figura 17:</b> Verificación del Radio Mínimo del Diseño Propuesto.....	91
<b>Figura 18:</b> Evaluación de Peraltes del Diseño Propuesto .....	98
<b>Figura 19:</b> Cuneta de Sección Triangular.....	99

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo establecer un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin. Para ello se realizó un análisis del estado y características actuales que presenta el diseño geométrico en este tramo de carretera, para luego compararlo con el manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018 y verificar su cumplimiento; Luego de evaluado el diseño geométrico existente según el manual, se procedió a proponer un nuevo diseño geométrico que cumpla con todos los parámetros exigidos en el manual. Como resultado de la evaluación de diseño geométrico existente se obtuvo que en el diseño geométrico en planta, solo el 11% de las longitudes en tramos tangentes (LTT) y el 89% de los radios de curvas horizontales cumplen con lo exigido por el manual de diseño geométrico DG 2018; de la misma forma para el diseño en perfil solo el 71% de las curvas verticales cumplen con la longitud mínima de curva vertical especificada en el manual y por ultimo para el diseño geométrico en sección transversal solo el 4% de las secciones cumplen con los anchos de corono especificados, el 51 y 44% de las secciones cumplen con el bombeo adecuado en lado derecho e izquierdo de la calzada respectivamente. Para el diseño geométrico propuesto en planta o alineamiento horizontal en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín, se eliminó PI incensarios, los cuales causaban que las longitudes mínimas en tangente no tengan cumplimiento, con ello se evaluó que el 100 % de la longitud en tramos en tangente y radios mínimos cumplen con lo establecido en el Manual DG-2018 y con la seguridad vial - nominal. De la misma forma el diseño geométrico propuesto en perfil y sección transversal cumplen con lo exigido por el manual de diseño geométrico DG 2018.

**Palabras clave:** Diseño geométrico de carreteras, seguridad vial, velocidad de diseño

## **ABSTRACT**

The present thesis aims to establish a geometric design based on DG-2018, to improve the nominal-road safety of the section Km 9 + 100 - 10 + 000, on the Carhuamayo-Junin highway. For this, an analysis of the state and current characteristics of the geometric design in this section of road was carried out, to then compare it with the DG 2018 geometric design manual of roads and verify its compliance; After evaluating the existing geometric design according to the manual, a new geometric design was proposed that meets all the parameters required in the manual. As a result of the evaluation of the existing geometric design, it was obtained that in the geometric design in plan, only 11% of the lengths in tangent sections (LTT) and 89% of the radii of horizontal curves comply with the requirements of the manual of DG 2018 geometric design; In the same way, for the design in profile only 71% of the vertical curves comply with the minimum length of the vertical curve specified in the manual and finally for the geometric design in cross section only 4% of the sections comply with the widths of specified crown, 51 and 44% of the sections comply with adequate pumping on the right and left side of the road respectively. For the proposed geometric design in plan or horizontal alignment in the section Km 9 + 100 - 10 + 000, on the Carhuamayo-Junín highway, PI censors were eliminated, which caused the minimum lengths in tangent to not have compliance, with this evaluated that 100% of the length in tangent sections and minimum radii comply with what is established in the DG-2018 Manual and with road safety - nominal. In the same way, the geometric design proposed in profile and cross section comply with what is required by the geometric design manual D 2018.

**Keywords:** Geometric road design, road safety, design speed

## INTRODUCCION

En la actualidad en el Perú, el diseño de las carreteras rurales sea cual sea su tipografía, se encuentran diseñadas y construidas con parámetros límites propuestos en el Manual de Diseño Geométrico, debido al alto costo que conlleva realizar y ejecutar un buen diseño en el mejor escenario.

El diseño geométrico de carreteras se encuentra normalizado en base al Manual de Diseño Geométrico DG-2018, pero pese a que ya existen características señaladas y designadas para el diseño geométrico en planta perfil y sección transversal, aún siguen existiendo carreteras en las que estos requerimientos exigidos por norma no se cumplen, desencadenando accidentes, ya que se encuentran estrechamente ligados al diseño geométrico. Dentro de este panorama no existe un monitoreo adecuado para optimizar el diseño geométrico de carreteras y brindar así la seguridad vial-nominal que es parte fundamental del objetivo del diseño geométrico.

En la presente investigación se evalúa el diseño geométrico existente en el tramo Km 9+000 – Km 10+000 de la carretera Carhuamayo-Junín, dicha evaluación se realizará en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 verificando que cumpla con la seguridad vial-nominal.

La investigación tiene como objetivo establecer un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín

Asimismo, se propone un nuevo diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín, que cumple con los parámetros indicados en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 y con la seguridad vial-nominal.

## CAPITULO 1: PANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Desde el primer accidente automovilístico que se dice que ocurrió en Londres en 1896, los accidentes de tránsito se han cobrado la vida de aproximadamente 40 millones de personas (Shen, y otros, 2015) y aun así, más de un millón de personas mueren en accidentes automovilísticos en todo el mundo cada año (Farahmand & Boroujerdian, 2018).

Estos accidentes están estrechamente relacionados con las interacciones entre el conductor, el vehículo, la carretera y los factores ambientales, como la geometría de la carretera, la fricción entre neumáticos y la carretera, el exceso de velocidad, el rendimiento del vehículo, los comportamientos de conducción, los entornos del pavimento y el flujo del tráfico (Lamm & Choueiri, 1991).

Se ha demostrado que las características de la carretera juegan un papel importante en la ocurrencia de accidentes (Nikolaou, Folla, Dimitriou, & Yannis, 2021). Una de las principales razones por las que se producen accidentes puede ser la falta de coherencia en el diseño geométrico. Este concepto se puede definir como la forma en que se ajustan las expectativas de los conductores y el comportamiento en carretera (Gibreel, Easa, Hassan, & El-Dimeery, 1999). Así, una carretera con un buen nivel de consistencia es aquella en la que su comportamiento y lo que esperan los conductores son muy similares, por lo que los conductores no se sorprenderán al conducir por ellos (Mohan, Jha, & Chauhan, 2021). Una consistencia deficiente significa un mal ajuste, eventos sorprendentes y también una gran variabilidad de velocidad a lo largo de diferentes segmentos de la carretera y entre diferentes conductores, lo que puede aumentar la probabilidad de que ocurra un accidente (Camacho-Torregrosa, Pérez-Zuriaga, Campoy-Ungría, & García-García, 2013).

En el Perú, en los últimos años se han incrementado los accidentes de tránsito y con ellos las muertes y lesiones por estos eventos, siendo considerado como primera causa de carga de enfermedad por el alto número de población joven afectada (30% del total de lesionados por accidentes de tránsito en establecimientos del Ministerio de Salud) (OPS, 2013), si bien es cierto el comportamiento de conductor es causante fundamental de accidentes, en

nuestro país existen muchas carreteras que incumplen con las normas en cuanto a su diseño y seguridad vial, siendo esta última un factor muchas veces determinante en la ocurrencia de accidentes de tránsito en nuestro país (Gallardo Zevallos, 2017).

En la provincia de Junín, específicamente en el distrito de Carhuamayo, se ha evidenciado en los últimos años (2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020) que de los 12 accidentes de tránsito registrados por sistema de registro y control de denuncias (SIDPOL, 2020), 7 accidentes ocurrieron en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000 (ver tabla 1), perteneciente a este distrito, es decir el 58% del total de accidentes, ver figura 1.

**Tabla 1**

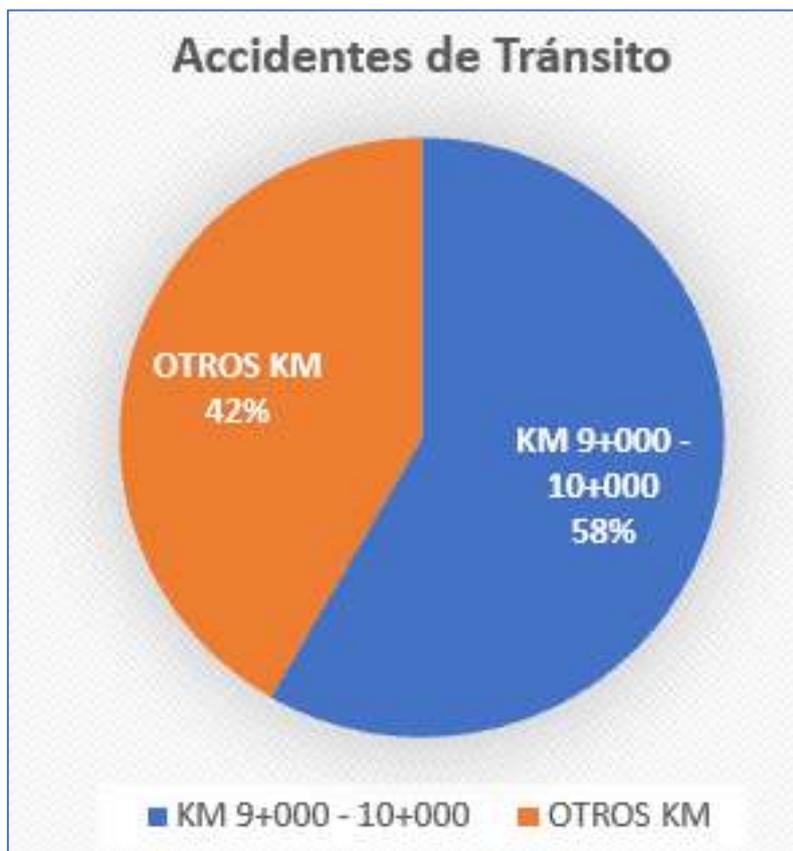
*Registro de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Carhuamayo*

N°	Fecha	Tipo de Accidentes	Lugar	Tipo de Vehículo
1	04OCT14	Despiste y volcadura	km 09+700 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa BGK-802
2	04JUN16	Despiste con daños y lesiones personales	km 08+200 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa A7I-650
3	02-Feb-17	Despiste con daños y lesiones personales	km 10+000 carretera de acceso a Paucartambo	camioneta de placa C5T-771
4	29ABR18	Despiste y volcadura	km 09+700 carretera de acceso a Paucartambo	stat. wagon de placa W3R-236
5	25ENE18	Despiste con daños y muerte	km 03+700 carretera de acceso a Paucartambo	moto lineal de placa 6908-9W
6	08AGT18	Despiste con daños y lesiones personales	km 09+500 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa B2V-534
7	23-May-19	Choque con daños materiales	km 10+500 carretera de acceso a Paucartambo	stat wagon de placa W1S-509
8	25AGT19	Atropello con lesiones	km 09+100 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa A7W-929
9	05-Jun-17	Despiste y volcadura y lesiones personales	km. 12+500 carretera de acceso a Paucartambo	stat.wagon de placa AXF-421
10	24AGT17	Despiste con daños y lesiones	km 03+200 carretera de acceso a Paucartambo	camioneta de placa A1A-228
11	25AGT19	Atropello con lesiones	km 09+100 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa A7W-929
12	06-Feb-20	Despiste y volcadura lesiones leves	km 09+500 carretera de acceso a Paucartambo	camioneta de placa A7U-235

*Nota:* las filas sombreadas pertenecen a los accidentes ocurridos en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín, tomado de (SIDPOL, 2020).

**Figura 1**

*Porcentaje de Accidentes Registrados en el Sistema de Registro y Control de Denuncias (SIDPOL) en la Jurisdicción Policial del Distrito de Carhuamayo del 2014- 2020 en la Carretera Carhuamayo – Paucartambo*



Además, otros accidentes ocurridos no fueron registrados ni denunciados en la comisaría de Carhuamayo, sin embargo, están publicados en redes sociales, revistas y páginas web, donde se detalló accidentes en los años 2014, 2015, 2016 y 2019 donde en el km 9+000 – 10+000 ocurrieron 5 de los 9 accidentes repostados (ver tabla 2), es decir 56 % de incidencia de estos accidentes en el referido tramo, ver figura 2.

**Tabla 2**

*Accidentes Registrados en Redes Sociales, Revistas y Páginas Web 2014- 2019 en la Carretera Carhuamayo – Paucartambo.*

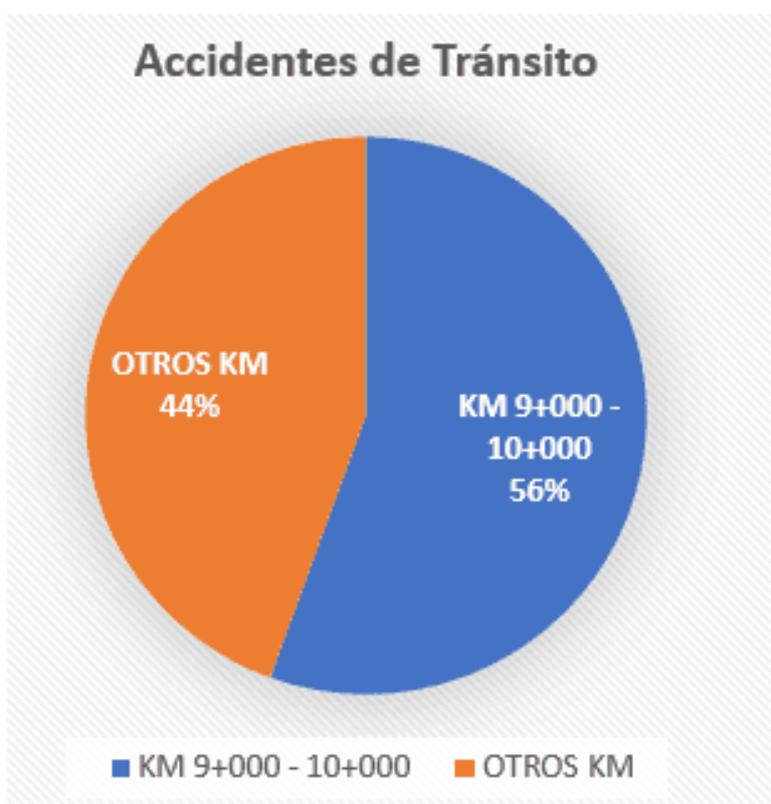
N°	Fecha	Título de la Portada	Lugar	Resumen del Contenido	vehículo	Referencia
1	30/01/2014	Auto que iba de Carhuamayo a Paucartambo se despistó dejando tres personas heridas	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 9+100)	- quedando <b>heridos</b> su esposa Lidia Sandy Fernández Caso (47) y sus menores hijos Enrique P.C. (14) y Fernando P. C. (07) años.	auto Toyota yaris color plata metálico <b>placa: A9R-322</b>	(Agenda Pasco, 2014)
2	09/04/2014	Despiste de furgón cargado de gaseosas en Cutuchaca – Paucartambo deja tres heridos	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 32+000)	- furgón cargado de gaseosas se despistó dejando <b>tres personas heridas</b> . Chofer Nilton Berrospi Castro (27), Jesús Saldarriaga Matías (21), Pedro Torres Chávez (23), según mencionan el chofer falla mecánica.	el camión marca Hyundai color rojo de <b>placa: B9I-948</b>	agenda pasco.com
3	30/05/2014	No todo es color de rosa durante la fiesta se produjo accidentes de tránsito	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 20+000)	- se despistó un auto con las características que se observa y como saldo tres personas accidentadas y hasta el momento de nuestro reporte <b>no se reportó pérdidas de vidas humanas</b>	auto color plomo <b>placa: F6U-097</b>	Facebook - Elfer Janampa
4	04/10/2014	Despiste de camioneta en la vía Carhuamayo – Paucartambo deja cuatro heridos graves	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 9+500)	- encuentran en el hospital de Essalud Pasco y una fémina herida se encuentra en Carhuamayo. Los heridos son militantes del movimiento Concertación.	camioneta Toyota 4x4	agenda pasco.com
5	20/01/2015	Ex alcalde de Paucartambo se despista con su camioneta en una curva cerrada	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 9+500)	- Ex alcalde Clayton Flavio Galván Vento, <b>presentaba lesiones en el brazo, en la mano</b> , “dijo que iba a	camioneta marca Toyota color blanco	agenda pasco.com

N°	Fecha	Título de la Portada	Lugar	Resumen del Contenido	vehículo	Referencia
6	15/05/2016	Un accidente de tránsito se produjo en la carretera de penetración Carhuamayo – Paucartambo, en la región pasco, kilómetro 35	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 35+000)	una reunión y que el hecho se suscitó en una <b>curva cerrada</b> ". El hecho dejó varios heridos y daños materiales, informó la policía de carreteras, el chofer Cirilo Eleuterio Villanueva León (47) sostuvo que el accidente ocurrió por <b>fallas mecánicas</b> , "perdí el control, despistándome y volcando a una altura de 120 metros".	de placa: <b>F1S-753</b>  camión de placa: <b>COA-919</b>	Facebook - MT Televisión
7	02/12/2016	un accidente de tránsito el día de hoy aproximadamente siendo 6:50 am en la ruta Carhuamayo Paucartambo exactamente en la <b>curva pastor taquiri</b> más conocido como la <b>curva del diablo</b> por los amigos del volante	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 9+500)	- comentan que el peralte no es correcto, falta de señalización, reductores de velocidad.	auto color metálico	Facebook - el Observador
8	14/04/2019	Accidente de tránsito deja cinco policías heridos en ticlio chico, distrito de Paucartambo - pasco	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 22+800)	- se produjo accidente <b>por falla de frenos</b> , el vehículo impactó violentamente contra un cerro afectando a cinco efectivos policiales.	Patrullero de placa EPF-313	Facebook - el Observador
9	07/07/2019	accidente en la carretera Carhuamayo - Paucartambo km 9+570	Carretera Carhuamayo Paucartambo (KM 9+570)	- accidente de tránsito, el sub gerente de estudios del distrito de Paucartambo.	camioneta Toyota fortunier	no registrado

Nota: información recopilada de ([Agenda Pasco, 2014](#))

**Figura 2**

*Porcentaje de Accidentes Registrados del 2014- 2019 en la Carretera Carhuamayo – Paucartambo*



Como se puede observar en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, de la carretera Carhuamayo-Junín la incidencia de accidentes de tránsito es muy alta, esto posiblemente a la imprudencia de los conductores, pero sin lugar a dudas por el diseño geométrico inadecuado, que permite la escasa seguridad vial en este tramo.

## **1.2. Formulación de problema de investigación**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera se establece un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin?

### **1.2.2. Problemas específicos**

**P1:** ¿Cuál es el resultado de analizar el diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial-nominal?

**P2:** ¿De qué manera se establece un diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal?

**P3:** ¿De qué manera se establece un diseño geométrico de perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal?

**P4:** ¿De qué manera se establece un diseño geométrico de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal?

### **1.3. Delimitación de la investigación**

#### **1.3.1. Delimitación espacial**

Esta investigación está delimitada espacialmente en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin

#### **1.3.2. Delimitación temporal**

Esta investigación fue llevada a cabo entre los periodos de agosto del 2019 a diciembre del 2020, Así también el registro de los datos de accidentabilidad fueron recolectados en los periodos del 2014 hacia adelante.

### **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

#### **1.4.1. Justificación practica o social**

Esa investigación nos permitirá garantizar la seguridad vial nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin, así también este diseño propuesto según la DG 2018, permitiría la reducción de accidentes de tránsito en el tramo de estudio logrando en muchas circunstancias evitar pérdidas económicas y humanas.

#### **1.4.2. Importancia o propósito**

Un diseño que no cumple con los criterios estipulado en el manual de Diseño Geométrico DG 2018, establece un diseño con seguridad vial-nominal ineficiente, es por ello la importancia de aplicar adecuadamente los criterios establecidos en dicha Norma a través de una propuesta de diseño geométrico,

con el fin de mejorar la seguridad vial en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin.

## **1.5. Limitaciones**

Una de las limitaciones en esta investigación fue el acceso al número de accidentes ocurridos en nuestro tramo de estudio durante años anteriores, ya que las fuentes oficiales citadas solo reportaron parcialmente los accidentes, por ello recurrimos a información de diarios virtuales con el fin de poder cuantificar aproximadamente el número de accidentes ocurridos durante los últimos años.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Establecer un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin

### **1.6.2. Objetivo específico**

**O1:** Analizar del diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial-nominal.

**O2:** Establecer el diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal.

**O3:** Establecer el diseño geométrico de perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal.

**O4:** Establecer el diseño geométrico de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes de investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

(Medina Cruzado, 2016) en su tesis titulada “Estudio de los efectos del diseño geométrico sobre la seguridad vial utilizando la norma dg 2013 en la carretera Cajamarca-Bambamarca en el tramo del km 1+ 000 hasta el km 5+ 000 (Tesis parcial)” tuvo como objetivo determinar los efectos del Diseño Geométrico sobre la Seguridad Vial de la carretera Cajamarca – Bambamarca en el tramo comprendido entre el Kilómetro 01+000 y el Kilómetro 05+000. Para ello se clasificó la carretera según su demanda como una carretera de Primera Clase y según su orografía como una carretera de topografía accidentada; Los parámetros geométricos considerados para la evaluación de la carretera fueron: radios mínimos, peraltes mínimos y máximos, sobreanchos, banquetas de visibilidad, ancho de la calzada, anchos de bermas, pendientes mínimas y máximas, longitud de curvas verticales y distancias de visibilidad. Como resultados se obtuvo 30 curvas horizontales existentes, 6 cumplen con el peralte requerido, 5 con el sobreancho establecido por la norma, 8 curvas no cumplen con el ancho máximo de la banqueta de visibilidad. Asimismo, se comprobó que el ancho de la calzada cumple con lo estipulado en la norma, mientras que las bermas no tienen el ancho requerido y que 3 curvas verticales no llegan a cumplir con la pendiente establecida. En lo referente a la visibilidad, se determinó que ninguno de los tramos rectos llega a cumplir con la distancia mínima de visibilidad de adelantamiento, de igual forma 1 curva vertical no tiene la distancia mínima de visibilidad de parada. Como conclusión de tal evaluación se determinó, que la carretera tiene características que no están de acuerdo con la normatividad vigente, y como consecuencia de ello es que podemos afirmar que la vía no presenta las condiciones necesarias para un tráfico seguro, cómodo y económico.

(Correa Saldaña, 2017) en su tesis titulada “Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013” tuvo como objetivo determinar y evaluar las características geométricas de la carretera Cajamarca

– Gavilán (km 173 – km 158), de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013. Para ello se realizó el levantamiento topográfico, estudio de tráfico, suelos y el análisis del diseño Geométrico de la carretera en mención, para luego compararla con el Manual de Diseño Geométrico De Carreteras, DG-2013. Como resultado se determinó que la carretera Cajamarca – El Gavilán km 173- km 158, no cumple con algunos parámetros de Diseño Geométrico dispuestos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, específicamente tramos en tangente y radios mínimos, por lo que se planteó mejorar la calidad de ciertos dispositivos de control que ayuden a garantizar la seguridad vial

(Quispe Mejía & Gómez Allende, 2017) en su tesis titulada “Evaluación de la seguridad vial-nominal de la carretera Enaco-Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico” tuvo como objetivo evaluar la seguridad vial – nominal, de la carretera Enaco - Abra Ccorao, de acuerdo a la consistencia de diseño geométrico, conforme a los criterios establecidos por Lamm y al perfil de velocidades. Para ello se realizó previamente un conteo vehicular, el levantamiento topográfico y procesamiento de datos, del cual se obtuvo las características geométricas de la vía a detalle, tales como: curvas horizontales, tangentes, pendientes, curvas verticales, distancias de visibilidad, sobre anchos y peraltes máximos. Se concluyó que los elementos geométricos inconsistentes o puntos de riesgo representaron el 41.66% de la longitud total de la carretera (seguridad vial – nominal), y no cumplieron con los parámetros establecidos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014.

(Cueva Rodriguez, 2018) en su tesis titulada “Evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha Iglesia Pampa centro poblado Laurel Pampa km 00.0+ 00-km 05.5+ 00 de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG 2013” tuvo como objetivo la evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha –Iglesia Pampa – Centro Poblado Laurel Pampa (Km 00.0+00 – Km 05.5+00), con los parámetros de la norma DG-2013. Los resultados mostraron que la carretera no cumple con algunos parámetros de Diseño Geométrico dispuestos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, por lo que se planteó mejorar la calidad de ciertos dispositivos de control que ayuden a garantizar la seguridad vial.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

(Kalita & Maurya, 2020) en su artículo de revisión titulado “Diseño geométrico probabilístico de carreteras: una revisión” tuvo como objetivo presentar una revisión del estado del arte de los trabajos relacionados con la metodología basada en la confiabilidad en el diseño geométrico de carreteras y discutir el alcance futuro del desarrollo. De manera destacada, se revisó el proceso de diseño probabilístico o basado en confiabilidad en la referencia de consideraciones de distancia visual y alineación horizontal, y por lo tanto, vista frontal (la distancia desde la parte delantera del automóvil hasta el ojo del conductor) y las consideraciones informadas en diversas publicaciones se recomiendan para ser introducidas en el marco de la práctica de diseño geométrico de carreteras basada en la confiabilidad. Además, se recomienda, de acuerdo con la práctica de diseño basada en la confiabilidad, incorporar la metodología para establecer el vínculo entre la probabilidad de incumplimiento y la frecuencia de colisión obtenida de los datos de accidentes. Además, se recomienda que una técnica de optimización basada en la confiabilidad pueda actuar como una herramienta viable para garantizar un nivel uniforme de seguridad en una carretera diseñada con base en la confiabilidad

(Farahmand, Behzad; Boroujerdian, Amin Mirza, 2018) en su artículo titulado “Efecto de la geometría de la carretera sobre la fatiga del conductor en entornos monótonos: un estudio de simulador” tuvo como objetivo buscar la relación entre la geometría de la carretera y el nivel de vigilancia del conductor en entornos monótonos. Para ello se desarrolló un experimento de simulación de conducción con tres escenarios diferentes, que se originaron en tres carreteras existentes en áreas rurales de Irán, con niveles bajos, moderados y altos de variedad geométrica. Los participantes condujeron durante 45 minutos en cada escenario y sus movimientos del volante (SWM), Se analizó la desviación estándar de los movimientos del volante (SDSWM) y la capacidad de posicionamiento del carril (indexada por el área entre la trayectoria y la línea central de la carretera (ABTC)). Los resultados indicaron un efecto significativo del diseño de la carretera en el posicionamiento de los carriles ( $p < 0,001$ ). El valor medio del total de ABTC mostró un 11,3 y un 20,6 por ciento de mejora del rendimiento para escenarios con variedad geométrica moderada y alta, respectivamente. Además,

se observó un efecto significativo del tiempo dedicado a la tarea en SWM y SDSWM ( $p < 0,001$ ). Sin embargo, la tasa de deterioro fue considerablemente menor en escenarios con mayor variedad geométrica. Este trabajo puede ayudar a desarrollar contramedidas de monotonía más eficientes con respecto a las características del diseño geométrico de la carretera.

(Parrales Sornoza, 2017) en su tesis titulada “Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo--El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa” tuvo como objetivo analizar el diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo – El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa, desde la abscisa 0+000.00 hasta la abscisa 4+676,04. Se determinó en esta investigación los componentes geométricos negativos de la vía construida y formular mejoras. El presente trabajo fue desarrollado un análisis a las normas establecidas nacionales e internacionales y se estableció que esta distancia (4+676,04 kilómetros) de estudio de la vía no cumple con las normativas y especificaciones vigentes en el Ecuador, el levantamiento topográfico que se efectuó fue para comprobar si el diseño actual cumple con las normas de diseño geométrico de carreteras, especialmente en el tramo comprendido entre la comunidad de Cantagallo – El Jurón en donde el suelo es irregular, son predominadas por llanos, montañas, quebradas, ríos, entre otras, es necesario que en este tramo de vía (0+00.00 – 4+676,04), se realizó variantes o modificaciones de acuerdo a las normas de diseño geométrico de carretera para proporcionar solución al problema existente.

(Benalia, 2017) en su tesis titulada “Diseño geométrico de un enlace de carreteras con CLIP entre los términos de Alcira-Corbera” tuvo como objetivo plasmar los conocimientos adquiridos durante toda la carrera enfocando en la realización de una geometría en planta, alzado y sección de un enlace cuya finalidad fue comunicar los municipios de Alcira y Corbera con la AP- 7. El proyecto se realizó mediante el programa Clip v.1.27.14 para Windows de la compañía TOOL S.A. profundizando en aspectos relevantes del programa de manera que cumpla con los parámetros de la instrucción de carreteras Norma 3.1-IC del año 2016 cuyos apartados y capítulos recogen las condiciones relativas a la planta, al alzado y a la sección transversal y los criterios generales que deben observarse para obtener la adecuada coordinación entre todas ellas

con la finalidad de proporcionar unas características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de la circulación compatibles con consideraciones económicas y ambientales. La idea del proyecto fue unir la carretera CV-510 con la AP-7 mediante una carretera convencional C-60. La conexión con la autopista se hizo mediante un enlace en trompeta mientras que la conexión de la CV510 con C60 se hizo mediante una intersección T

(Mayor Gil, 2016) en su trabajo de tesis titulado “Proyecto constructivo de la variante de las carreteras CV-35 y CV-345 a su paso por el municipio de Titaguas (provincia de Valencia). Diseño geométrico y firmes” cuyo objetivo fue mejorar las deficiencias de seguridad vial del diseño establecido. En este trabajo se presentó la propuesta de diseño geométrico de una ruta alternativa de las carreteras CV - 35 y CV - 345 en su paso por el municipio de Titaguas, provincia de Valencia. En primer lugar, tras una introducción de la situación actual, se presentó los condicionantes que inciden en el diseño del nuevo trazado vial. Se realizó un estudio de las posibles alternativas seguido de la exposición del método multicriterio elegido para determinar la solución óptima para una vía convencional con un carril en cada sentido, una longitud total de 1768 metros y una velocidad de diseño de 60 km / h, que discurre por un terreno muy ondulado donde se construirá una alcantarilla para cruzar un barranco. Además, se detalló el proceso de selección de la subrasante y calzada óptimas según, entre otras variables, el terreno de la calzada y el estado de los vehículos pesados de tráfico pesado. Además, se detalló el procedimiento de movimiento de tierras y se estableció la señalización e iluminación vial para garantizar la seguridad en el nuevo trazado vial.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Velocidad de diseño**

Según (Anderson, y otros, 2000), hace referencia a la normativa AASHTO, para definir a la velocidad de diseño como la máxima velocidad segura que puede mantenerse en una sección de carretera en condiciones favorables condicionadas por las características de diseño.

## **Proceso de selección de la velocidad de diseño según en manual DG 2018**

Para la selección de la velocidad de diseño el manual DG-2018 propone un proceso en el cual se usa dos factores para la selección de esta velocidad; estos factores son la clasificación de la vía por demanda y la clasificación según condiciones orográficas.

### **A. Clasificación por demanda**

En el Perú la clasificación de carreteras se establece en función de la demanda de la siguiente manera:

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

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

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

Son 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.

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

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. 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.

**d) Carreteras de Segunda Clase**

Son 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.

**e) Carreteras de Tercera Clase**

Son 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.

**f) Trochas Carrozables**

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 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

**B. Clasificación por orografía**

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde discurre su trazo, se clasifican en:

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

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.

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

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.

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

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.

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

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.

### **2.2.2. Diseño Geométrico**

Las vías terrestres representan una necesidad social para todo país. La magnitud y calidad de las infraestructuras viales representan el desarrollo del país, por lo que en el diseño de carreteras se consideran diversas características que a su vez no son absolutas en sí. ([Montaño de León, Zúñiga de León, & Rodríguez Esparza, 2015](#))

Según ([Corredor Daza, 2015](#)), el diseño geométrico permite evaluar y determinar valores geométricos para la elaboración y trazo de una determinada carretera, cumpliendo especificaciones técnicas validadas por las diferentes entidades encargadas de velar por la seguridad en la operación, manejo armónico y bajo impacto de las condiciones ambientales, brindando viabilidad técnica y económica en los proyectos.

Para poder calificar de segura a una vía, esta no solo debe de cumplir con las normas del manual de diseño sino también la participación humana para su ejecución debe de ser la correcta y más adecuada. (Echaveguren, Vargas Tejada, Altamira , & Riveros, 2009)

### **Criterios Generales:**

El Manual de Diseño Geométrico de carreteras del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018) en el capítulo II, sección 201.01; indica que, al hacer referencia a la geometría de la vía, se busca diseñar en si una carretera que reúna las características apropiadas que satisfagan las demandas del proyecto, siendo viable económicamente y cumpliendo lo contemplado en la norma.

El diseño geométrico depende de la velocidad de diseño y categoría; dicho aspecto rige al diseño en sus elementos geométricos; planta, perfil y sección transversal.

#### **A. Diseño Geométrico en planta**

El diseño geométrico en planta es la proyección del eje del espacio tridimensional, sobre un plano horizontal obteniéndose como resultado la planimetría y sobre uno vertical obteniéndose la altimetría. Es la primera fase del diseño geométrico, viene a ser el eje de camino. (Altamira , Grafiggna, & Marcet, 2010)

#### **Diseño geométrico según MDG- 2018**

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.

Por otro lado, el alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos. El relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

La definición del trazo en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018](#))

Las tablas 302.01 al 302.22; de la sección 302 del Manual de Diseño Geométrico de carreteras (MDG-2018), señalan criterios y rangos de diseño para el diseño geométrico en planta.

## **B. Diseño geométrico en perfil**

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical se constituye por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas (tangentes); donde las pendientes se definen según el avance del kilometraje. El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida del vehículo. El relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales; cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño. A su vez, controla la distancia de visibilidad. ([Correa Saldaña, 2017](#))

### **Diseño geométrico MDG- 2018**

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la Topografía, Alineamiento, horizontal, Distancias de visibilidad, Velocidad de proyecto, Seguridad, Costos de Construcción, Categoría de la vía, Valores Estéticos y Drenaje. ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018](#))

Es necesario mencionar que la norma contempla consideraciones preestablecidas para diferentes casos, expresadas también en las tablas 303.01; 303.02 y 303.03 de la sección 303 del DG-2018.

## **C. Diseño geométrico en sección transversal**

([Montaño de León, Zúñiga de León, & Rodriguez Esparza, 2015](#)) hace referencia a (Mendoza, et al. 2004); quien menciona que para continuar con el diseño de una obra vial es necesario generar una plantilla base, que será la sección transversal de la obra vial, que, junto con la velocidad de proyecto y el tipo de carretera seleccionados, es la base del dimensionamiento geométrico

### **Diseño geométrico según MDG- 2018**

El diseño geométrico de la sección transversal consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento

horizontal. La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen.

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada. Los elementos de la sección transversal son las bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios. ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018](#))

En las tablas 304.01 al 304.11 de la sección 304 del DG-2018, muestran consideraciones a tener en cuenta en el diseño geométrico de la sección transversal.

### **2.2.3. Seguridad vial**

([Laurina, 2009](#)) hace referencia a Radelat (2002) para definir a la seguridad vial como reducción del riesgo de accidentes ocurridos en las carreteras, que se logra a través de enfoques multidisciplinarios abarcando ingeniería vial y gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las carreteras y diseño de los vehículos.

#### **Dimensiones de la seguridad vial**

Este nuevo proceso de diseño de carreteras contempla como objetivo medir la seguridad vial; por ser parte importante dentro de lo contemplado en el diseño geométrico; ya que gran parte de este se encuentra direccionado a brindarla y asegurarla. Existen cuatro dimensiones dentro de la seguridad vial, las cuales miden del grado de cumplimiento de estas normas ([García García, 2011](#))

#### **A. Seguridad legal.**

Es una parte constituyente de la seguridad nominal. Deja en el ámbito exclusivo del conductor la responsabilidad de la siniestralidad debida a una infraestructura con limitaciones. El cumplimiento de determinados preceptos legales no tiene por qué garantizar ningún nivel concreto de seguridad vial, ya que muchos de ellos están establecidos para limitar las repercusiones económicas.

#### **B. Seguridad sustantiva.**

Al contrario que las anteriores, está relacionada con la siniestralidad y no con la adaptación a la normativa de la solución proporcionada. Así pues, está asociada

a la cantidad de accidentes y a su gravedad. Mediante la consideración de esta dimensión de la seguridad, es posible llevar a cabo una estimación del impacto que un determinado diseño viario o actuación de mejora puede tener sobre la siniestralidad, empleando diversos métodos previamente calibrados. Esta dimensión presenta un carácter continuo, en el que se podrá estimar el impacto que la alteración de un factor del diseño tiene sobre la siniestralidad. Esto se corresponde con una interpretación de la seguridad más próxima a la realidad que las dimensiones nominal y legal, que tienen un carácter discreto (el diseño es o no es seguro)

### **C. Seguridad real.**

Viene determinada por la siniestralidad que se produce en una red viaria en explotación. Su análisis debe alimentar la búsqueda de soluciones locales efectivas; pero su investigación conjunta y rigurosa mejora el conocimiento de seguridad, para propiciar una seguridad sustantiva más eficiente

### **D. Seguridad nominal**

En la investigación de ([Sierra, Berardo, & Fissore, 2013, pág. 9](#)) tomaron como referencia los conceptos descritos por ([Harwood, Council, Houer, Hughes, & Vogt, 2000](#)), donde la seguridad nominal: Condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial.

La medida de la seguridad nominal es simplemente una comparación de las dimensiones de los elementos de diseño (ancho de carril, ancho de banquetas, la distancia visual, etc.) con los criterios de diseño adoptados. Es un "Sí - No"; una característica de diseño Sí cumple, o No cumple, con los criterios o rangos mínimos. Así, los caminos proyectados y construidos para satisfacer al menos los criterios mínimos de diseño pueden denominarse "nominalmente seguros". Una Excepción de Diseño es aceptar una condición que no cumple con la seguridad nominal. Para la presente investigación se utilizó la evaluación de la seguridad vial – nominal conforme a los parámetros establecidos por la normatividad (manual de diseño geométrico de carreteras).

## **2.3. Bases legales**

### **2.3.1. Manual de carreteras: diseño geométrico dg – 2018**

Este manual del ministerio de transportes y comunicaciones es un documento normativo La presente versión Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2018)”, es la actualización del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014), aprobado por R.D. N° 028 - 2014 - MTC/14.

en el capítulo I, nos brinda información de la clasificación de las vías, en el capítulo II, los criterios básicos para el diseño geométrico, y en el capítulo III en el cual nos enfocaremos ya que en este capítulo trata del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

### **2.3.2. Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras**

Este manual del ministerio de transportes y comunicaciones es un documento normativo La presente versión Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras 2016 fue aprobado por resolución directoral. n° 16 - 2016 - MTC/14 ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016](#)).

El manual brinda información acerca de los dispositivos de control de tránsito, como son las señales verticales, reguladoras, preventivas, informativas, y otros, las cuales nos basaremos a ello para la evaluación de dispositivos de control de tránsito en el tramo de estudio.

## **2.4. Definición de términos**

**Categoría de vía:** se clasifican en autopistas de primera y segunda clase, carretera de primera clase y carretera de segunda clase, según su longitud. ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018](#))

**Consistencia del diseño:** es el estudio en su totalidad conformadas por el estudio en partes del diseño geométricos como planta perfil y sección trasversal. ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018](#))

**Diseño geométrico:** permite evaluar y determinar valores geométricos para la elaboración y trazo de una determinada carretera, basándose en lo contemplado en la norma. ([Corredor Daza, 2015](#))

**Diseño geométrico en planta:** es la proyección del eje tridimensional sobre un plano horizontal, vendría a ser el eje de camino. (Altamira , Grafiggna, & Marcet, 2010)

**Diseño geométrico en perfil:** es el alineamiento vertical constituido por rectas y tangentes, controla la distancia de visibilidad. (Correa Saldaña, 2017)

**Diseño de sección transversal:** o plantilla base de la obra vial, que, junto con la velocidad de proyecto y el tipo de carretera seleccionados, forma base del diseño geométrico. (Montaño de León, Zúñiga de León, & Rodríguez Esparza, 2015)

**Seguridad real:** su análisis busca crear soluciones locales más efectivas propiciando una seguridad sustantiva más eficiente. (García García, 2011)

**Seguridad sustantiva:** es la seguridad cuantificable, contrastable y comparable, estimando el número de accidentes que pueden producirse en una carretera. (Alonso Pla, 2015)

**Seguridad vial – nominal:** Entendida como valores absolutos y discontinuos del riesgo procedentes de la aplicación de normas (Baamonde & Pérez, 2012).

**Velocidad de diseño:** es la máxima velocidad segura mantenida en la carretera, nunca es sobrepasada ni condicionada (Anderson, y otros, 2000)

## **CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **3.1. Hipótesis**

#### **3.1.1. Hipótesis general**

Un diseño geométrico basado en la DG-2018, mejora la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin

#### **3.1.2. Hipótesis nula**

**Ho:** Un diseño geométrico basado en la DG-2018, no mejora la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin

#### **3.1.3. Hipótesis específica**

**H1:** El diseño geométrico existente no cumple con la seguridad vial-nominal.

**H2:** El diseño geométrico propuesto en planta o alineamiento horizontal para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin cumple con la seguridad vial - Nominal.

**H3:** El diseño geométrico propuesto en perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin cumple con la seguridad vial - Nominal.

**H4:** El diseño geométrico propuesto de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin cumple con la seguridad vial - Nominal.

### **3.2. Variables**

#### **3.2.1. Variable independiente (X)**

##### ***Diseño Geométrico de Carreteras***

Definido como el grado en que los sistemas de carreteras están diseñados para evitar maniobras críticas de conducción y garantizar una operación segura del tráfico (Al-Masaeid, Hamed, Aboul-Ela, & Ghannam, 1995).

### **3.2.2. Variable dependiente (Y)**

#### *Seguridad Vial - Nominal*

Condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial ([Harwood, Council, Houer, Hughes, & Vogt, 2000](#)).

### 3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Cuadro de operacionalización de variables*

variables	Definición conceptual	Definición Operacional	dimensiones	indicador	valor final	tipo de variable
Diseño Geométrico de Carreteras ( <b>V. Independiente</b> )	Definido como el grado en que los sistemas de carreteras están diseñados para evitar maniobras críticas de conducción y garantizar una operación segura del tráfico (Al-Masaeid, Hamed, Aboul-Ela, & Ghannam, 1995).	Para establecer el diseño geométrico en carreteras se determinarán los valores de los diferentes parámetros que caracterizan el diseño en planta, perfil y sección transversal, para luego compararlo con el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.	Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal	Longitud de Tramos Tangente	m	Numérica
				Radio de Curva	m	Numérica
				pendiente	%	Numérica
			Diseño Geométrico de perfil	longitud de Curva Vertical	m	Numérica
				ancho de Berma	m	Numérica
				peraltes	%	Numérica
				Alto de cuneta	m	Numérica
Seguridad Vial-Nominal ( <b>V. Dependiente</b> )	Condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial (Harwood, Council, Houer, Hughes, & Vogt, 2000).	La seguridad nominal vial implica el cumplimiento de todos los parámetros o indicadores establecidos en el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018	cumplimiento con el manual DG 2018	Porcentajes de sitios seguros	%	Numérica

## **CAPITULO IV: ASPECTOS METODOLOGICOS**

### **4.1. Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación es no experimental transversal ([Hernandez-Sampieri & Torres, 2018](#)), , ya que no se manipulan las variables como el diseño y la seguridad vial, y solo se describen un momento determinado en el tiempo (2019).

### **4.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es Cuantitativo ([Hernandez-Sampieri & Torres, 2018](#)), ya que usa herramientas estadísticas como frecuencias absolutas (porcentaje) o relativas para interpretar los datos obtenidos de variables numéricas.

### **4.3. Nivel de la investigación**

Nivel de investigación es descriptivo, ya que pretende describir características o parámetros de la población de estudio para evaluar su cumplimiento con la Norma ([Hernandez-Sampieri & Torres, 2018](#)).

### **4.4. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es un diseño descriptivo, no experimental ([Abreu, 2014](#)).

### **4.5. Población y muestra**

#### **4.5.1. Población**

la carretera JU-107(Carhuamayo – Paucartambo)

#### **4.5.2. Muestra**

En este tipo de estudio la muestra es el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo - Junin.

### **4.6. Técnica e instrumentos de acopio de datos**

A continuación, se describen las técnicas e instrumentos que se utilizaron en este estudio:

### **Para el conteo y clasificación vehicular**

***Técnica:*** Observacional

***Instrumento:*** la observación misma (conteo)

Los datos fueron recopilados en la siguiente ficha de recolección de datos (ver figura 3)

**Figura 3**

*Ficha de Recolección de Datos para el Conteo y Clasificación Vehicular*

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS																								
VARIABLE INDEPENDIENTE :		DISEÑO GEOMETRICO																						
NOMBRE DE LA FICHA :		CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																						
METODO :		OBSERVACION																						
AUTOR :		ISAI AMERICO ALCANTARA VILLA																						
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS: CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																								
TRAMO DE LA CARRETERA										ESTACION														
SENTIDO										E ←					S →					CODIGO DE LA ESTACION				
UBICACIÓN										DIA Y FECHA														
HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER							
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIAGRA. VEH.																								
00	E																							
A																								
01	S																							
01	E																							
A																								
02	S																							

**Para la medición de pendientes transversales y longitudinales**

**Técnica:** Observacional

**Instrumento:** Estación Total

Los datos fueron recopilados en la siguiente ficha de recolección de datos

**Figura 4**

*Ficha de Recolección de Datos para la Orografía Transversal y Longitudinal*

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 02**

VARIABLE INDEPENDIENTE : DISEÑO GEOMETRICO  
 NOMBRE DE LA FICHA : OROGRAFIA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL  
 METODO : OBSERVACION  
 AUTOR : ISAI AMERICO ALCANTARA VILLA

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: OROGRAFIA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL**

Orografía trans		
% IZQ	KM (0+00 - 0+340)	% DER
3.11	9+000	3.02
3.03	9+020	18.13
12.85	9+040	13.62
12.92	9+060	13.62
0.63	9+080	2.27
0.63	9+100	7.51
1.54	9+120	37.32
12.63	9+140	37.32
19.95	9+160	24.24
8.37	9+180	24.24
68.36	9+200	24.22
21.25	9+220	16.58
21.19	9+240	16.54
11.47	9+260	7.4
12.92	9+280	4.9
7.68	9+300	6.25
41.89	9+320	15.78
10.48	9+340	11.26
21.5	9+360	12.43
29.23	9+380	19.57
10.37	9+400	34.55
10.37	9+420	35.89
10.53	9+440	16.58
10.53	9+460	14.14
6.8	9+480	9.8
18.27	9+500	2.39
8.81	9+520	3.85
69.52	9+540	38.17
42.02	9+560	14.2
16.96	9+580	18.38
10.08	9+600	6.29
57.07	9+620	31.98
18.49	9+640	22.78
21.44	9+660	22.82
27.91	9+680	1.9
30.4	9+700	1.44
63.15	9+720	8.68
47.93	9+740	13.79
27.27	9+760	13.79
27.44	9+780	12.86
16.44	9+800	7.48
16.44	9+820	13.22
15.1	9+840	14.27

Orografía longitudinal	
PROGRESIVA	PENDIENTE (%)
0+000.00m	
0+019.83m	-5.96%
0+047.23m	-3.88%
0+478.53m	-5.38%
0+548.61m	-4.66%
0+611.72m	-6.60%
0+708.04m	-4.33%
0+801.65m	-1.47%
0+999.98m	-3.56%
	<b>-4.48%</b>

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

Fuente: Elaboración propia

CLASIFICACIÓN	OROGRAFIA	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 DG-2018, p97

**Para determinar el número de accidentes de tránsito en nuestro tramo de estudio**

**Técnica:** Documental (ya que los datos no fueron medidos, si no recopilados de fuentes pasadas)

Para la determinación de los accidentes se utilizaron dos tipos de fichas de recolección de datos, una para recopilar datos del sistema de registro y control de denuncias (SIDPOL), y otra ficha para recopilar información de fuentes como páginas web de noticieros, ver las siguientes figuras.

## Figura 5

### Ficha de Recolección de datos del Número de Accidentes Registrados en el SIDPOL en el Tramo de Estudio

<b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS 03</b>				
VARIABLE DEPENDIENTE ACCIDENTES DE TRANSITO				
NOMBRE DE LA FICHA : ACCIDENTES REGISTRADOS EN EL SISTEMA DE REGISTRO Y CONTROL DE DENUNCIAS (SIDPOL)				
METODO : OBSERVACION				
AUTOR : ISAI AMERICO ALCANTARA VILLA				
<b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS : ACCIDENTES REGISTRADOS EN EL SISTEMA DE REGISTRO Y CONTROL DE DENUNCIAS (SIDPOL)</b>				
<b>N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>TIPO DE ACCIDENTE</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TIPO DE VEHICULO</b>
1	4-Oct-14	Despiste y volcadura	km 09+700 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa BGK-802
2	4-Jun-16	Despiste con daños y lesiones personales	km 08+200 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa A7I-650
3	2-Feb-17	Despiste con daños y lesiones personales	km 10+000 carretera de acceso a Paucartambo	camioneta de placa C5T-771
4	29-Abr-18	Despiste y volcadura	km 09+700 carretera de acceso a Paucartambo	stat. wagon de placa W3R-236
5	25-Ene-18	Despiste con daños y muerte	km 03+700 carretera de acceso a Paucartambo	moto lineal de placa 6908-9W
6	08AGT18	Despiste con daños y lesiones personales	km 09+500 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa B2V-534
7	23-May-19	Choque con daños materiales	km 10+500 carretera de acceso a Paucartambo	stat wagon de placa W1S-509
8	25AGT19	Atropello con lesiones	km 09+100 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa A7W-929
9	5-Jun-17	Despiste y volcadura y lesiones personales	km. 12+500 carretera de acceso a Paucartambo	stat.wagon de placa AXF-421
10	24AGT17	Despiste con daños y lesiones	km 03+200 carretera de acceso a Paucartambo	camioneta de placa A1A-228
11	25AGT19	Atropello con lesiones	km 09+000 carretera de acceso a Paucartambo	automóvil de placa A7W-929
12	6-Feb-20	Despiste y volcadura lesiones leves	km 09+500 carretera de acceso a Paucartambo	camioneta de placa A7U-235

**Figura 6**

*Ficha de Recolección de datos del Número de Accidentes Registrados en Páginas Web*

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS : ACCIDENTES REGISTRADOS EN REDES SOCIALES, REVISTAS Y PÁGINAS WEB 2014- 2019						
N°	FECHA	PORTADA	LUGAR	RESUMEN DEL CONTENIDO	VEHICULO	PAGINA WEB
1	30/01/2014	Auto que iba de Carhuamayo a Paucartambo se despistó dejando tres personas heridas	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 9+100)	quedando <b>heridos</b> su esposa Lidia Sandy Fernández Caso (47) y sus menores hijos Enrique P.C. (14) y Fernando P. C. (07) años.	auto Toyota yaris color plata metálico <b>placa: A9R-322</b>	agenda pasco.com
4	9/04/2014	Despiste de furgón cargado de gaseosas en Cutuchaca – Paucartambo deja tres heridos	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 32+000)	furgón cargado de gaseosas se despistó dejando <b>tres personas heridas</b> . Chofer Nilton Berrospi Castro (27), Jesús Saldarriaga Matías (21), Pedro Torres Chávez (23), según mencionan el chofer falla mecánica.	el camión marca Hyundai color rojo de <b>placa: B9I-948</b>	agenda pasco.com
3	30/05/2014	No todo es color de rosa durante la fiesta se produjo accidentes de tránsito	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 20+000)	se despistó un auto con las características que se observa y como saldo tres personas accidentadas y hasta el momento de nuestro reporte <b>no se reportó pérdidas de vidas humanas</b>	auto color plomo <b>placa: F6U-097</b>	Facebook - Elfer Janampa
2	4/10/2014	Despiste de camioneta en la vía Carhuamayo – Paucartambo deja cuatro heridos graves	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 9+500)	<b>cuatro personas heridas, tres</b> se encuentran en el hospital de Essalud Pasco y una fémina herida se encuentra en Carhuamayo. Los heridos son militantes del movimiento Concertación.	camioneta Toyota 4x4	agenda pasco.com
5	20/01/2015	Ex alcalde de Paucartambo se despista con su camioneta en una curva cerrada	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 9+500)	Ex alcalde Clayton Flavio Galván Vento, <b>presentaba lesiones en el brazo, en la mano</b> , "dijo que iba a una reunión y que el hecho se suscitó en una <b>curva cerrada</b> ".	camioneta marca Toyota color blanco de <b>placa: F1S-753</b>	agenda pasco.com
6	15/05/2016	Un accidente de tránsito se produjo en la carretera de penetración Carhuamayo – Paucartambo, en la región pasco, kilómetro 35	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 35+000)	El hecho dejó varios heridos y daños materiales, informó la policía de carreteras, el chofer Cirilo Eleuterio Villanueva León (47) sostuvo que el accidente ocurrió por <b>fallas mecánicas</b> , "perdí el control, despistándome y volcando a una altura de 120 metros".	camión de <b>placa: COA-919</b>	Facebook - MT Televisión
7	2/12/2016	un accidente de tránsito el día de hoy aproximadamente siendo 6:50 am en la ruta Carhuamayo Paucartambo exactamente en la <b>curva pastor taquiri</b> más conocido como la <b>curva del diablo</b> por los amigos del volante	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 9+500)	comentan que el peralte no es correcto, falta de señalización, reductores de velocidad.	auto color metálico	Facebook - el Observador
8	14/04/2019	Accidente de tránsito deja cinco policías heridos en tículo chico, distrito de Paucartambo - pasco	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 22+800)	se produjo accidente <b>por falla de frenos</b> , el vehículo impactó violentamente contra un cerro afectando a cinco efectivos policiales.	Patrullero de placa EPF-313	Facebook - el Observador
9	7/07/2019	accidente en la carretera Carhuamayo - Paucartambo km 9+570	Carretera Carhuamayo - Paucartambo (KM 9+570)	accidente de tránsito, el sub gerente de estudios del distrito de Paucartambo.	camioneta Toyota fortuneer	no registrado

#### 4.7. Procesamiento de información

El procesamiento de la información obtenida a través de técnicas e instrumentos de medición serán usados de la siguiente manera:

Con el conteo vehicular realizado se determinó el índice medio diario anual de tránsito (IMDA), para después identificar la clasificación de carreteras según su demanda, tal como lo establece el manual de diseño geométrico DG-2018.

Luego con los datos de las pendientes transversales y longitudinales obtenidas, se establecerá una clasificación por orografía según el manual de diseño geométrico DG-2018.

Una vez establecida la clasificación de la carretera por su demanda y orografía se procede a calcular la velocidad de diseño, para ello se usará la siguiente tabla obtenida del manual de diseño geométrico DG-2018.

**Tabla 4:**

*Velocidad de Diseño*

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo VTR (Km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopistas de Primera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopistas de Segunda Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carreteras de Primera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Segunda Clase	Escarpado												
	Plano												
	Ondulado												
Carreteras de Tercera Clase	Accidentado												
	Plano												
	Escarpado												

*Nota:* tomado de ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 97](#))

Con la velocidad de Diseño determinada, se establece:

**En primer lugar:** El análisis de diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales y su cumplimiento el manual de diseño geométrico DG-2018

***En segundo lugar:*** una vez identificados aquellos parámetros de diseño que incumplen la Norma, se propone un nuevo diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal que cumpla con todos los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico DG-2018.

#### **4.8. Técnica y análisis de datos**

El análisis de datos se hará a través de técnicas de descripción no inferenciales como las frecuencias absolutas o relativas, según sea el caso. Estas frecuencias estarán representadas en gráficos de barras o de tortas usando es software Excel.

## **CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Consideraciones generales**

El objetivo del siguiente capítulo consiste en identificar, evaluar, analizar las características del diseño geométrico del tramo en estudio, para poder proponer un diseño geométrico horizontal, vertical y en secciones transversales que cumpla con lo estipulado en el DG – 2018.

#### **5.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio**

La carretera Carhuamayo – Paucartambo pertenece a la red vial departamental ruta N° JU-107, el tramo en estudio fue desde el km 9+100 al 10+000 km.

##### **Ubicación política**

País : Perú  
Región : Junín  
Departamento : Junín  
Provincia : Junín.  
Distrito : Carhuamayo

##### **Ubicación geográfica**

- **El punto de inicio**

Se ubica en el km 9+000, en las coordenadas siguientes:

- Este: 392816.7661m
- Norte: 8794657.5434m
- Cota: 4399.3500 msnm

- **El punto de final:**

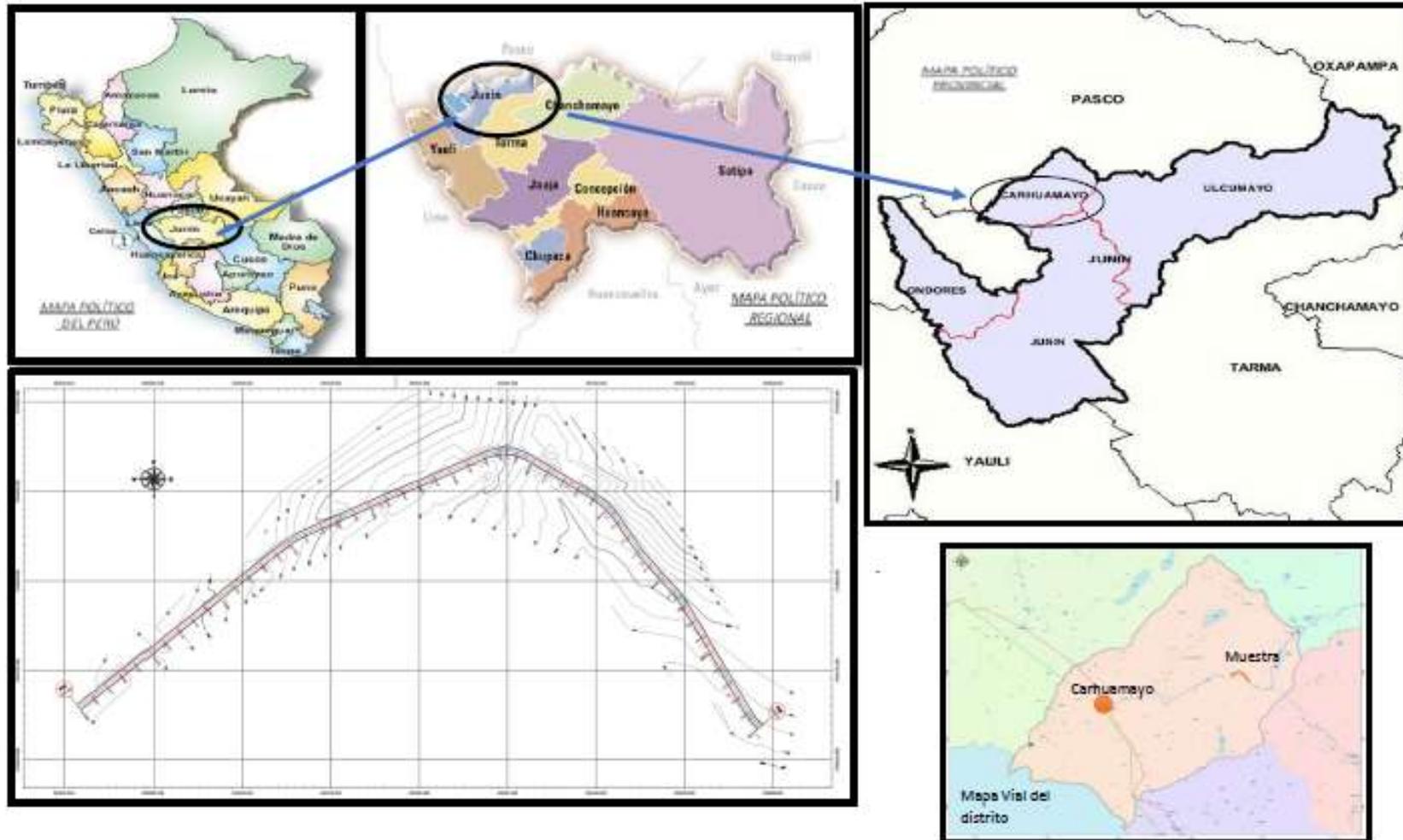
Se ubica en el km 10+000, en las coordenadas siguientes:

- Este: 393584.9493m
- Norte: 8794635.8085m
- Cota: 4353.8600 msnm

A continuación, en la siguiente figura se muestra la ubicación y localización del tramo.

**Figura 7**

*Ubicación y Localización de la Población de Estudio*



### 5.1.2. Datos topográficos

El presente estudio abarca desde el kilómetro 9+000 con una altura de 4399.35 m.s.n.m, hasta el kilómetro 10+000 con una altura de (4353.86 m.s.n.m), pertenece a la red vial departamental ruta N° JU-107.

### 5.2. Resultados del análisis del diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial-nominal.

A continuación, se muestra los resultados del análisis del diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial nominal según la norma DG – 2018, para ello en los siguientes apartados se muestra los resultados de las características del tránsito, la clasificación de la carretera, así como la velocidad de diseño.

#### 5.2.1. Características del tránsito

Para establecer las características del tránsito se determinó el índice medio diario anual de tránsito (IMDA) a partir de conteo vehicular.

##### A. Resultado del cálculo del índice medio diario anual de tránsito (IMDA)

El índice medio diario anual proyectado de la vía es de 235 veh/día, considerada una carretera de tercera clase según el manual de diseño geométrico DG-2018.

#### 5.2.2. Clasificación de la carretera

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

Ya que tenemos un IMDA de 235 veh/día, se clasifica como una carretera de tercera clase según la siguiente tabla.

**Tabla 5**

*Clasificación de carreteras por su demanda*

CLASIFICACIÓN POR DEMANDA				
Características	1° CLASE	2° CLASE	3° CLASE	TROCHAS CARROZABLES
IMDA (veh/día)	4000 -2001	2000 -400	< 400	< 200
N° carriles	2	2	2	1
Ancho mínimo(m)	3.6	3.3	3	3.5
Sup. Rodadura	PAVIMENTO	PAVIMENTO	PAVIMENTO	AFIRMADO

## B. Resultado de la clasificación por orografía

Para establecer la orografía del terreno se determinaron las pendientes transversales y longitudinales según se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla 6**

*Pendientes transversales de la carretera*

ITEM	%IZQ	KM (0+00 - 0+340)	% DER	ITEM	%IZQ	KM (0+340 - 0+700)	% DER
1	3.11	9+000	3.02	27	8.81	9+520	3.85
2	3.03	9+020	18.13	28	69.52	9+540	38.17
3	12.85	9+040	13.62	29	42.02	9+560	14.2
4	12.92	9+060	13.62	30	16.96	9+580	18.38
5	0.63	9+080	2.27	31	10.08	9+600	6.29
6	0.63	9+100	7.51	32	57.07	9+620	31.98
7	1.54	9+120	37.32	33	18.49	9+640	22.78
8	12.63	9+140	37.32	34	21.44	9+660	22.82
9	19.95	9+160	24.24	35	27.91	9+680	1.9
10	8.37	9+180	24.24	36	30.4	9+700	1.44
11	68.36	9+200	24.22	37	63.15	9+720	8.68
12	21.25	9+220	16.58	38	47.93	9+740	13.79
13	21.19	9+240	16.54	39	27.27	9+760	13.79
14	11.47	9+260	7.4	40	27.44	9+780	12.86
15	12.92	9+280	4.9	41	16.44	9+800	7.48
16	7.68	9+300	6.25	42	16.44	9+820	13.22
17	41.89	9+320	15.78	43	15.1	9+840	14.27
18	10.48	9+340	11.26	44	5.1	9+860	11.56
19	21.5	9+360	12.43	45	10.81	9+880	11.56
20	29.23	9+380	19.57	46	15.29	9+900	15.87
21	10.37	9+400	34.55	47	15.29	9+920	20.81
22	10.37	9+420	35.89	48	15.23	9+940	22.05
23	10.53	9+440	16.58	49	15.23	9+960	19.86
24	10.53	9+460	14.14	50	23.75	9+980	19.86
25	6.8	9+480	9.8	51	20.31	10+000	19.64
26	18.27	9+500	2.39				

Según la tabla 6, la pendiente promedio de las secciones transversales dio como resultado:

- Promedio izquierdo: 37.99%,
- Promedio derecho: 30.24%,

- Promedio de ambos: 34.12%,

La pendiente promedio obtenida de 34.12%, se clasifica como una carretera tipo 2 según la tabla 8.

A continuación, en la siguiente tabla se presentan las pendientes longitudinales del tramo en estudio.

**Tabla 7**

*Pendientes longitudinales de la carretera*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
9+000.00m	
9+019.83m	-5.96%
9+047.23m	-3.88%
9+478.53m	-5.38%
9+548.61m	-4.66%
9+611.72m	-6.60%
9+708.04m	-4.33%
9+801.65m	-1.47%
9+999.98m	-3.56%

De la tabla anterior se puede obtener a pendiente promedio de las secciones Longitudinales:

- Valor mínimo:1.47%,
- Valor máximo:6.60%,
- Promedio de ambos: 4.48%

Con una pendiente promedio de 4.48%, se clasifica como una carretera tipo 2 según la siguiente tabla:

**Tabla 8**

*Clasificación de carreteras por orografía*

<b>CLASIFICACIÓN POR OROGRAFIA</b>				
	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>	<b>TIPO 4</b>
TERRENO	PLANO	ONDULADO	ACCIDENTADO	ESCARPADO
% LONGITUDINAL	< 3%	3 y 6	6 y 8	> 8%
% TRANSVERSAL	≤ A 10%	11 y 50	51 y 100	>100%

### 5.2.3. Velocidad de Diseño

Una vez determinada la clasificación por demanda y la clasificación por orografía, se procede a determinar la velocidad de diseño según la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Velocidad de Diseño*

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo VTR (Km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopistas de Primera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Autopistas de Segunda Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Primera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Segunda Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Tercera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Nota: tomado de ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 97](#))

En la tabla anterior se establece que la velocidad de diseño para el tramo en estudio es de 40 - 90 km/h, por lo cual se toma a criterio la velocidad de diseño de 50 km/h.

#### 5.2.4. Análisis del diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los elementos de curva:

**Tabla 10**

*Elementos de curva*

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA														
P.I. #	DELTA (° ' )"	SENTIDO	R (m)	T (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I	P.C.	P.T.	PERALTE (%)	SOBRE ANCHO	ESTE	NORTE
PI:1	0°24'40"	DER	500	1.794	3,59	3.59	0,00	9+232.27	9+230.47	9+234.06	1.00	0 m	392998,9385	8794801,6312
PI:2	13°50'50"	DER	90	9.715	19,33	19.29	0,59	9+305.32	9+295.60	9+314.94	4.00	0 m	393056,5577	8794846,5363
PI:3	1°09'03"	DER	500	5.021	10,04	10.04	0,03	9+367.98	9+362.96	9+373.00	0.00	0 m	393113,8513	8794872,1452
PI:4	53°24'39"	DER	55	27.669	51,27	49.43	6,57	9+570.67	9+543.00	9+594.27	5.00	0 m	393300,5231	8794951,1245
PI:5	25°18'28"	DER	90	20.206	39,75	39.43	2,24	9+697.03	9+676.82	9+716.57	6.00	0 m	393412,9244	8794884,9730
PI:6	7°17'27"	IZQ	100	6.371	12,72	12.72	0,20	9+757.21	9+750.84	9+763.56	2.00	0 m	393447,1331	8794834,6633
PI:7	10°04'36"	DER	100	8.816	17,59	17.56	0,39	9+829.45	9+820.63	9+838.22	4.00	0 m	393495,0162	8794780,5508
PI:8	1°09'38"	DER	500	5.064	10,13	10.13	0,03	9+928.75	9+923.68	9+933.81	1.00	0 m	393546,8190	8794695,7785
PI:9	11°29'34"	IZQ	80	8.05	10,03	16.02	0.4	9+986.45	9+977.89	9+994.94	2.00	0 m	393575,9073	8794645,9355

## A. Tramos en tangente

Para poder comparar si los tramos en tangente tienen las longitudes adecuadas según el Manual De Diseño Geométrico De Carreteras DG-2018, se establecerán los criterios mínimos a través de las siguientes ecuaciones que son tomadas de la sección 302.01 del referido manual.

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

Para hallar esta longitud se utiliza la siguiente formula:

$$L(\text{min. S}) = 1.39V_d$$

Donde  $V_d$  es la velocidad de diseño; reemplazando obtenemos:

$$L(\text{min. S}) = 1.39 * 50$$

$$L(\text{min. S}) = 69.5m$$

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

Para hallar esta longitud se utiliza la siguiente formula:

$$L(\text{min. O}) = 2.78V_d$$

Donde  $V_d$  es la velocidad de diseño; reemplazando obtenemos:

$$L(\text{min. O}) = 2.78 * 50$$

$$L(\text{min. O}) = 139m$$

- Longitud máxima en tramo recto:

Para hallar esta longitud se utiliza la siguiente formula:

$$L_{max} = 16.70V_d$$

$$L_{max} = 16.70 * 50$$

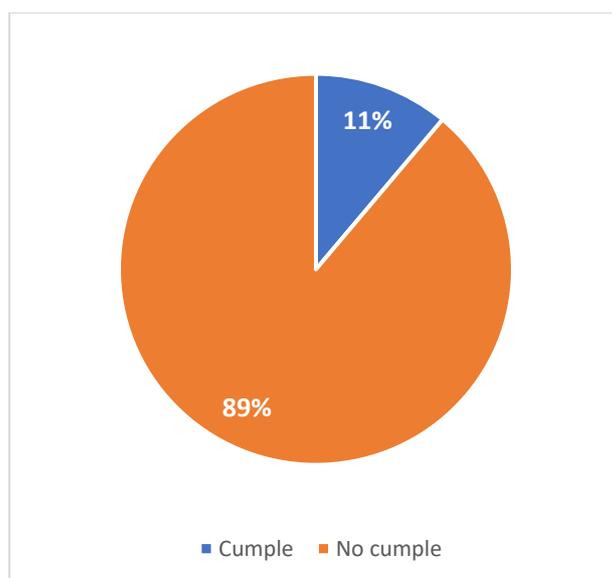
$$L_{max} = 835m$$

Una vez determinados estas longitudes, en la siguiente tabla se comparan con la longitud de los tramos en tangente del tramo de carretera en estudio, para verificar su cumplimiento:

**Tabla 11***Verificación de la longitud en tramos en tangentes*

N° P. I	RADIO (m)	DEFLEXION	SENT.	TRAMO EN TANGENTE	L.T.T (m)	CLASIF. "S", "O"	L. min. (m)	VERIFICACIÓN
INICIO	-----	-----	-----	INICIO-PI 01	230.473	-----	-----	-----
PI 01	500	0°24'40"	D	PI 01- PI 02	60.328	Lmin.o	139	no cumple
PI 02	90	13°50'50"	D	PI 02- PI 03	46.806	Lmin.o	139	no cumple
PI 03	500	1°09'03"	D	PI 03- PI 04	170.002	Lmin.o	139	Cumple
PI 04	55	53°24'39"	D	PI 04- PI 05	82.548	Lmin.o	139	no cumple
PI 05	90	25°18'28"	D	PI 05- PI 06	34.261	Lmin.s	69.5	no cumple
PI 06	100	7°17'27"	I	PI 06- PI 07	57.069	Lmin.s	69.5	no cumple
PI 07	100	10°04'36"	D	PI 07- PI 08	85.467	Lmin.o	139	no cumple
PI 08	500	1°09'38"	D	PI 08- PI 09	44.092	Lmin.s	69.5	no cumple
PI 09	80	11°29'34"	I	PI 09- PI 10	5.023	Lmin.o	139	no cumple

En la tabla anterior se puede observar que, de los 09 tramos en tangente, solo 01 cumple con la longitud mínima exigida por la norma DG 2018, a continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 11.

**Figura 8***Verificación de la longitud en tramos en tangente*

**Interpretación:** El 89% de los tramos en tangente evaluados no cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

## B. Curvas circulares

A continuación, se comparan los radios de las curvas circulares en el tramo de estudio con los radios mínimos establecidos en el Manual De Diseño Geométrico De Carreteras DG-2018, para ello se determinan los radios mínimos de la siguiente forma:

- **Radio mínimos**

Para el cálculo de radio mínimo se tiene en cuenta una velocidad de diseño de 50 km/h, peralte máximo de 8%, y un valor de fricción de 0.16, y se usa la siguiente ecuación:

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

$$R_{min} = \frac{50^2}{127(0.01 * 8 + 0.16)}$$

$$R_{min} = 82.02m$$

Según el manual de Diseño Geométrico DG-2018 se asume un radio redondeado de:

$$R_{min} = 85m$$

**Para curvas de vuelta**, el radio mínimo será calculado con la siguiente ecuación:

$$R_{min} = 15 + \frac{(ancho\ de\ calzada)}{2}$$

$$R_{min} = 15 + \frac{6.00}{2}$$

$$R_{min} = 18$$

**Tabla 12**

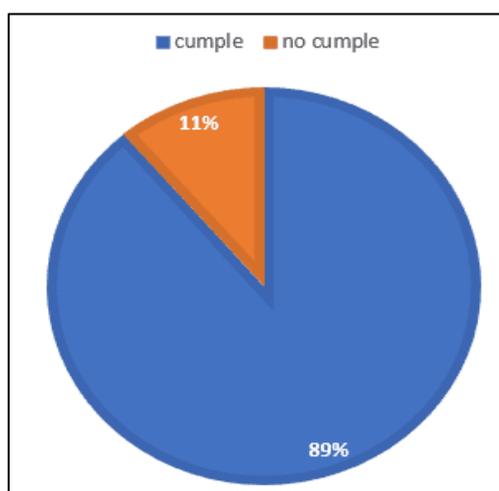
*Verificación del radio mínimo*

N° PI	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE CURVA	RADIO (m)	Rmin (m)	Verificación
PI - 01	9+230.47	9+234.06		500	85	Cumple
PI - 02	9+295.60	9+314.94		90	85	Cumple
PI - 03	9+362.96	9+373.00		500	85	Cumple
PI - 04	9+543.00	9+594.27		55	85	no cumple
PI - 05	9+676.82	9+716.57		90	85	Cumple
PI - 06	9+750.84	9+763.56		100	85	Cumple
PI - 07	9+820.63	9+838.22		100	85	Cumple
PI - 08	9+923.68	9+933.81		500	85	Cumple
PI - 09	9+977.89	9+994.94		90	85	Cumple

En la tabla anterior se puede observar que, de los 09 tramos en tangente, solo 01 cumplen con la longitud d radio mínima exigida por la norma DG 2018, a continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 12.

**Figura 9**

*verificación del radio mínimo*



**Interpretación:** El 11% de los radios evaluados, no cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 y 89% si cumplen.

### 5.2.5. Análisis del diseño Geométrico en Perfil

#### A. Pendiente

según el Manual de Diseño Geométrico (DG-2018) los valores de la pendiente serán:

- La pendiente mínima no deberá ser menor que 0.5%.
- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existe bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendiente mínima de hasta 0.2%.

**Tabla 13**

*Pendiente de Diseño y elementos del Alineamiento Vertical*

N° de Curva	Tipo de Curva	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de Salida (%)	Longitud de la curva	Progr. Piv	Elev. (msnm)	Piv	Progr. PTV
Piv - 01	cóncava	-5.96	-3.88	25	9+019.83m	4398.169m		9+007.73
Piv - 02	convexa	-3.88	-5.38	25	9+047.23m	4397.105m		9+034.73
Piv - 03	cóncava	-5.38	-4.66	50	9+478.53m	4373.891m		9+453.53
Piv - 04	convexa	-4.66	-6.6	20	9+548.61m	4370.623m		9+538.61
Piv - 05	cóncava	-6.6	-4.33	50	9+611.72m	4366.460m		9+586.72
Piv - 06	cóncava	-4.33	-1.47	50	9+708.04m	4362.288m		9+683.04
Piv - 07	convexa	-1.47	-3.56	20	9+801.65m	4360.915m		9+791.65

## B. Curvas verticales

Para el diseño de las curvas verticales se consideró todos aquellos tramos consecutivos que tienen como diferencia algebraica de sus pendientes igual o mayor a 1% por ser una carretera asfaltada

Con el programa AUTOCAD CIVIL 3D, se diseñó curvas verticales cóncavas, convexas simétricas para verificar si estas cumplen con los parámetros establecidos donde se calculó la distancia de visibilidad para cada una de ellas usando la pendiente más crítica.

- **Curva vertical convexas**

Para contar con la visibilidad de parada ( $D_p$ ), se utilizó los valores de la altura de ojo ( $h_1$ ) = 1.07m y altura de objeto ( $h_2$ ) = 0.15m, estipulado en el Manual de Diseño Geométrico (DG-2018) y se utilizara las ecuaciones

**Cuando  $D_p < L$**

$$L = \frac{ADp^2}{404}$$

**Cuando  $DP > L$**

$$L = 2Dp - \frac{404}{A}$$

- **Curva vertical cóncavas**

Para realizar el cálculo de visibilidad de parada, para las curvas cóncavas se utilizaron las siguientes ecuaciones y se consideró como el valor  $D = D_p$  para mayor seguridad.

**Cuando  $D_p < L$**

$$L = \frac{AD_a^{2x}}{946}$$

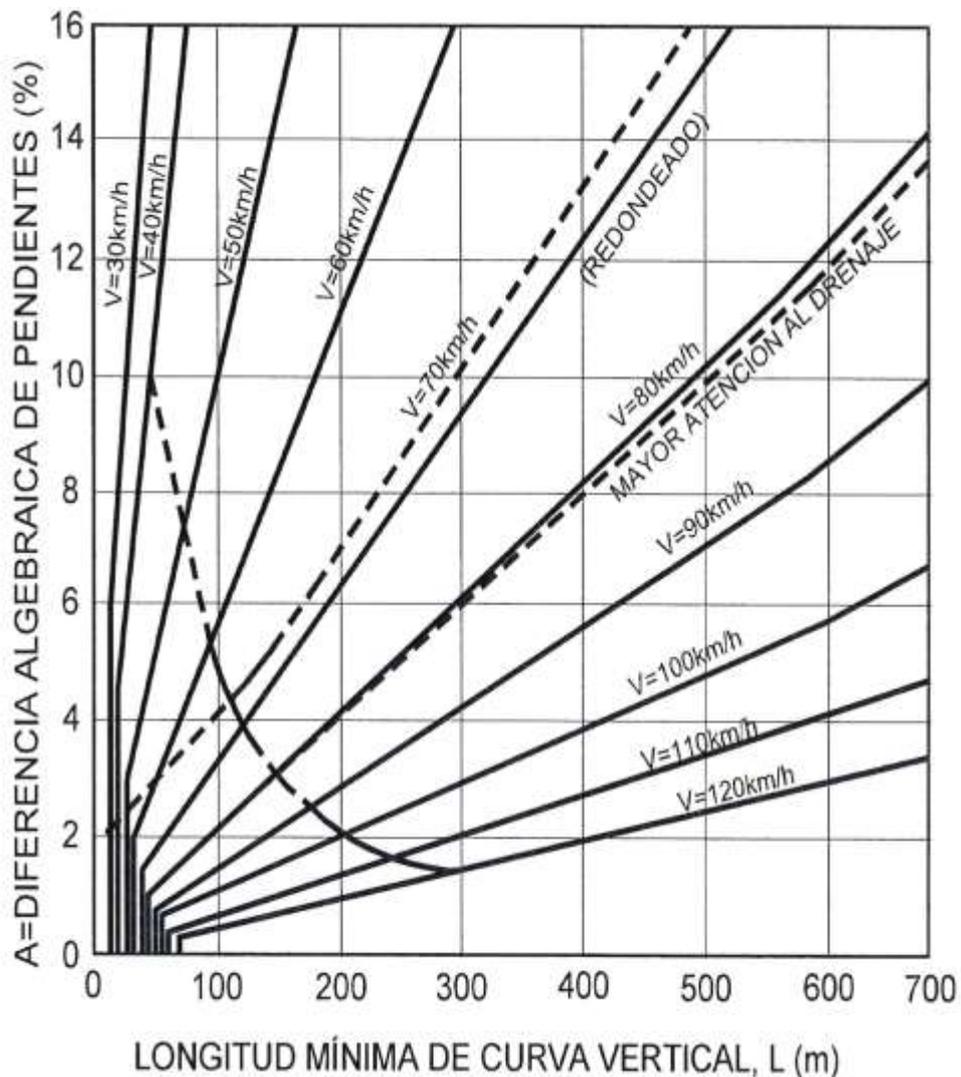
**Cuando  $DP > L$**

$$L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales, es decir necesitarán curvas solo si la diferencia algebraica de sus pendientes es mayor al 1% (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 202), así también la longitud mínima de curva vertical cóncava y la longitud mínima de curva vertical convexa se hallara a partir de la figura 10 y 11, respetivamente:

**Figura 10**

*Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa con Distancias de Visibilidad de Parada de Parada*

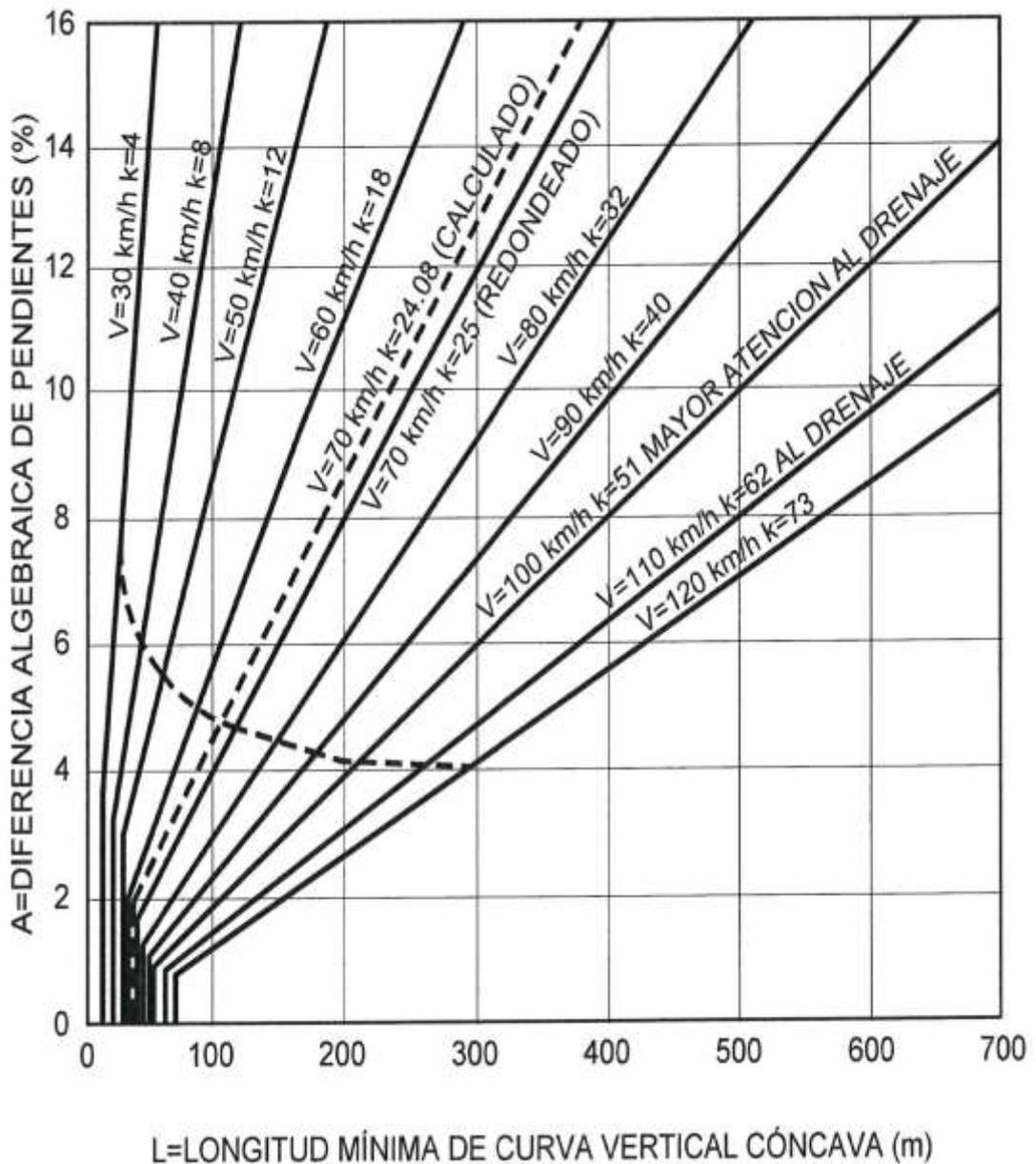


*Nota: Adaptado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 178)*

En la figura anterior se observa que a una diferencia algebraica de pendientes de entre 0 y 2,5 a una velocidad de diseño de 50 km/h, la longitud mínima de curva vertical convexa permanece constante y toma un valor de aproximadamente 25 m.

**Figura 11**

*Longitudes Mínimas de Curvas Verticales*



*Nota: Adaptado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 181)*

En la figura anterior se observa que a una diferencia algebraica de pendientes de entre 0 y 2,5 a una velocidad de diseño de 50 km/h, la longitud mínima de curva vertical convexa permanece constante y toma un valor de aproximadamente 25 m.

Con las longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas determinadas, se procede a evaluar en la siguiente tabla los elementos de alineamiento vertical en el tramo de estudio.

**Tabla 14**

*Pendientes de Diseño y elementos de alineamiento vertical*

N° CURVA	TIPO DE CURVA	P1	P2	DIFERENCIA ALGEBRAICA "A"	¿NECESITA CURVA?	L.CURVA (m) MINIMO	L.CURVA (m) DEL PROYECTO	EVALUACION
		(%)	(%)					
1	cóncava	<b>5.96</b>	<b>3.88</b>	2.08	SI	25.00	25.00	<i>cumple</i>
2	convexa	<b>3.88</b>	<b>5.38</b>	1.50	SI	25.00	25.00	<i>cumple</i>
3	cóncava	<b>5.38</b>	<b>4.66</b>	0.72	NO	-	50.00	<i>cumple</i>
4	convexa	<b>4.66</b>	<b>6.60</b>	1.94	SI	25.00	20.00	<i>no cumple</i>
5	cóncava	<b>6.60</b>	<b>4.33</b>	2.27	SI	25.00	50.00	<i>cumple</i>
6	cóncava	<b>4.33</b>	<b>1.47</b>	2.86	SI	25.00	50.00	<i>cumple</i>
7	convexa	<b>1.47</b>	<b>3.56</b>	2.09	SI	25.00	20.00	<i>no cumple</i>

Según la tabla anterior solo 5 de las 7 longitudes de curvas verticales superan las longitudes de curvas mínimas calculadas según el manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018.

### 5.2.6. Análisis del diseño Geométrico en las secciones transversales

A continuación, se realiza el análisis de los parámetros de diseño de las secciones transversales y su cumplimiento con la seguridad vial – nominal estipulada en la norma DG 2018.

#### A. Calzada o superficie de rodadura

De acuerdo con la Tabla 15 de anchos mínimos de calzada de tangentes, el ancho mínimo de la calzada para esta clase de carreteras es de 6.6 m y además tendrá 2 carriles.

**Tabla 15**

*Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
	4,000 - 2,001				2,000 - 400				< 400			
Tráfico vehículos/día												
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:												
30 km/h											6.00	6.00
40 km/h									6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h	7.20 7.20				6.60 6.60 6.60				6.60	6.00		
60 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60		6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20 7.20		6.60			6.60			
90 km/h	7.20	7.20	7.20		6.60				6.60			
100 km/h	7.20	7.20			6.60							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

*Nota: Adaptado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 223)*

## B. Bermas

Según nuestra clasificación de carretera en función de la velocidad de diseño y orografía el ancho de la berma debe de 0.90 m en cada lado, esto según la siguiente tabla

**Tabla 16**

*Ancho de Bermas*

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
	4,000 - 2,001				2,000 - 400				< 400			
Tráfico vehículos/día												
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:												
30 km/h											0.5	0.5
											0	0
40 km/h									1.2	1.2	0.9	0.5
									0	0	0	0
50 km/h	2.6				1.2				1.2			
	0				0				0			
60 km/h	3.0	3.0	2.6	2.6	2.0	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
60 km/h	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.2		1.2	1.2		
	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
50km/h	3.0	3.0	3.0		2.0	2.0			1.2	1.2		
	0	0	0		0	0			0	0		
70 km/h	3.0				2.0				1.2	1.2		
	0				0				0	0		
80 km/h	3.0				2.0							
	0				0							
50km/h												
90 km/h												
100 km/h												
110 km/h												
120 km/h												
130km/h												

*Nota: Adaptado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 225)*

A continuación, en la tabla 17 se presenta el análisis de las bermas y calzadas en el tramo de estudio y su cumplimiento con lo establecido en la Norma DG 2018.

**Tabla 17***Ancho y calzada de bermas*

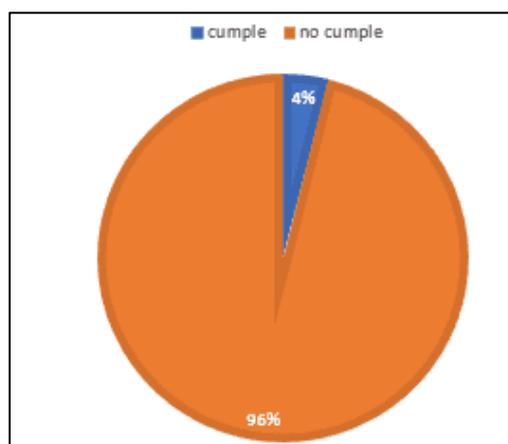
PROG.	TIPO DE SECCIÓN	ANCHO DE CORONA MEDIDO (m)	SEGÚN NORMA				EVALUACION
			ANCHO DE CALZADA	ANCHO DE BERMAS	Nº DE BERMAS	ANCHO DE CORONA (m)	
9+000.00	A media Ladera	7.95	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+020.00	A media Ladera	7.95	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+040.00	A media Ladera	7.80	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+060.00	A media Ladera	7.72	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+080.00	A media Ladera	7.75	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+100.00	A media Ladera	7.82	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+120.00	Corte cerrado	7.80	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+140.00	Corte cerrado	7.70	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+160.00	A media Ladera	7.70	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+180.00	A media Ladera	7.73	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+200.00	A media Ladera	7.68	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+220.00	A media Ladera	7.61	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+240.00	A media Ladera	7.84	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+260.00	Corte cerrado	7.81	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+280.00	A media Ladera	7.93	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+300.00	A media Ladera	7.56	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+320.00	A media Ladera	7.56	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+340.00	corte abierto	7.80	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+360.00	corte abierto	7.97	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+380.00	corte abierto	7.71	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+400.00	corte abierto	7.51	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+420.00	corte abierto	7.53	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+440.00	corte abierto	7.81	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+460.00	corte abierto	7.98	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+480.00	A media Ladera	7.98	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+500.00	A media Ladera	7.95	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+520.00	Corte cerrado	7.95	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+540.00	Corte cerrado	7.90	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+560.00	Corte cerrado	8.50	6.60	0.90	2	8.40	cumple
9+580.00	corte abierto	8.48	6.60	0.90	2	8.40	cumple
9+600.00	corte abierto	7.81	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+620.00	corte abierto	7.80	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+640.00	corte abierto	7.74	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+660.00	corte abierto	8.15	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+680.00	A media Ladera	8.24	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+700.00	A media Ladera	8.12	6.60	0.90	2	8.40	no cumple

PROG.	TIPO DE SECCIÓN	ANCHO DE CORONA MEDIDO (m)	SEGÚN NORMA				EVALUACION
			ANCHO DE CALZADA	ANCHO DE BERMAS	Nº DE BERMAS	ANCHO DE CORONA (m)	
9+720.00	Corte cerrado	7.87	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+740.00	Corte cerrado	7.58	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+760.00	Corte cerrado	7.87	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+780.00	A media Ladera	7.8	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+800.00	A media Ladera	7.98	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+820.00	A media Ladera	8.3	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+840.00	A media Ladera	8.29	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+860.00	A media Ladera	8.14	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+880.00	A media Ladera	7.96	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+900.00	A media Ladera	7.67	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+920.00	A media Ladera	7.7	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+940.00	A media Ladera	7.86	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+960.00	A media Ladera	7.93	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
9+980.00	A media Ladera	7.43	6.60	0.90	2	8.40	no cumple
10+000.00	A media Ladera	7.32	6.60	0.90	2	8.40	no cumple

En la tabla anterior se puede observar que del ancho de corona (2 veces la berma + calzada) medido en el tramo de estudio, solo 2 progresivas cumplen con ancho de corona exigida por la norma DG 2018, a continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 17.

**Figura 12**

*Verificación del ancho de calzada y bermas*



**Interpretación:** de la evaluación sobre el ancho final de corona, el 4% del total de secciones evaluadas cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 y 96% no cumplen.

### C. Bombeo

La vía tiene un bombeo de entre 2 y 3% teniendo en cuenta la siguiente tabla, donde el bombeo para pavimentos y con una precipitación mayor a 500mm/año es de 2.5%.

**Tabla 18**

*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 Afirmado	2.5 3.0 - 3.5	2.5 - 3.0 3.0 - 4.0

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 228)*

**Tabla 19**

*Evaluación de Bombeos*

PROGRESIVA	BOMBEO		EVALUACION	
	LADO IZQ	LADO DERECHO	LADO IZQ	LADO DERECHO
9+000.00	2.00%	2.50%	NO CUMPLE	CUMPLE
9+020.00	2.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+040.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+060.00	3.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+080.00	2.00%	2.50%	NO CUMPLE	CUMPLE
9+100.00	2.50%	3.50%	CUMPLE	NO CUMPLE
9+120.00	3.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+140.00	2.50%	2.00%	CUMPLE	NO CUMPLE
9+160.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+180.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+200.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+220.00	2.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+240.00	2.50%	3.00%	CUMPLE	NO CUMPLE

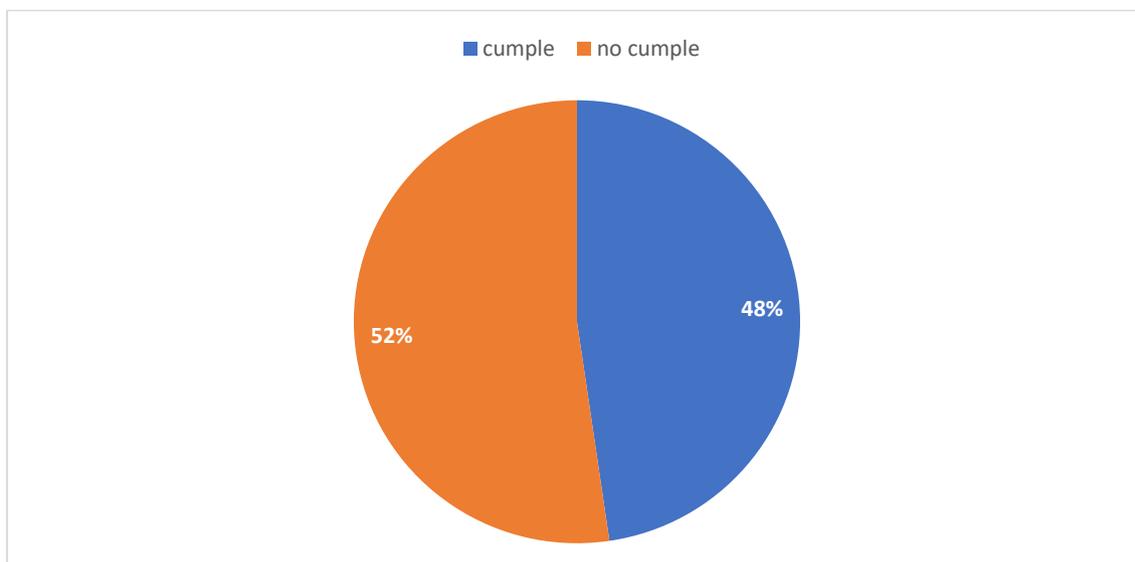
BOMBEO			EVALUACION	
PROGRESIVA	LADO IZQ	LADO DERECHO	LADO IZQ	LADO DERECHO
9+260.00	3.00%	2.50%	NO CUMPLE	CUMPLE
9+280.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+320.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+340.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+360.00	3.00%	2.50%	NO CUMPLE	CUMPLE
9+380.00	3.00%	2.50%	NO CUMPLE	CUMPLE
9+400.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+420.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+440.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+460.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+480.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+500.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+520.00	2.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+540.00	2.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+600.00	2.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+620.00	2.00%	2.50%	NO CUMPLE	CUMPLE
9+640.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+660.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+720.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+740.00	2.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+780.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+800.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+840.00	3.50%	3.50%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+860.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+880.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+900.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+920.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE
9+940.00	2.00%	2.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
9+960.00	3.00%	3.00%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
10+000.00	2.50%	2.50%	CUMPLE	CUMPLE

En la tabla anterior se puede observar que el bombeo en el lado izquierdo de la calzada 19 secciones cumplen con tener un bombeo de 2.5%, mientras que 24 no cumplen con este requisito; así también para el lado derecho de la calzada 22 secciones cumplen con tener un bombeo de 2.5%, mientras que 21 no

cumplen con lo exigido en la norma DG 2018. A continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 19.

**Figura 13**

*Evaluación de Bombeo*



**Interpretación:** de la evaluación sobre el bombeo en la calzada, el 48% del total de secciones evaluadas cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 y 52% no cumplen.

#### **D. Peralte**

Según la siguiente tabla, todas las curvas deben de tener peraltes

**Tabla 20.**

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

<b>Velocidad (km/h)</b>	40	60	80	≥ 100
<b>Rdio (m)</b>	3,500	3,500	3,500	7,500

*Nota: Tomado del Manual Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 229)*

De la misma forma en la siguiente tabla se puede observar que el el peralte máximo para una zona rural con terreno accidentado o escarpado es 8%

**Tabla 21***Valores de peralte máximo*

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	8.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0%	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0%	6.0%	302.05

*Nota: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 229)*

Para el cálculo de los peraltes de las curvas en cada PI del tramo de estudio se usó la siguiente formula.

$$P = \frac{V^2}{127R} - f$$

Donde:

P: peralte máximo asociado a V

V: Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

f : Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los peraltes existentes medidos en campo.

**Tabla 22***Peraltes existentes*

PERALTES EXISTENTE DEL TRAMO EN ESTUDIO	
DESCRIPCIÓN	%
PI - 01	0.84
PI - 02	4.30
PI - 03	0.15
PI - 04	4.62
PI - 05	6.24
PI - 06	2.26
PI - 07	3.82
PI - 08	1.10
PI - 09	1.87

Luego de calculado los peraltes en campo se realiza la evaluación según la Norma DG 2018.

**Tabla 23**

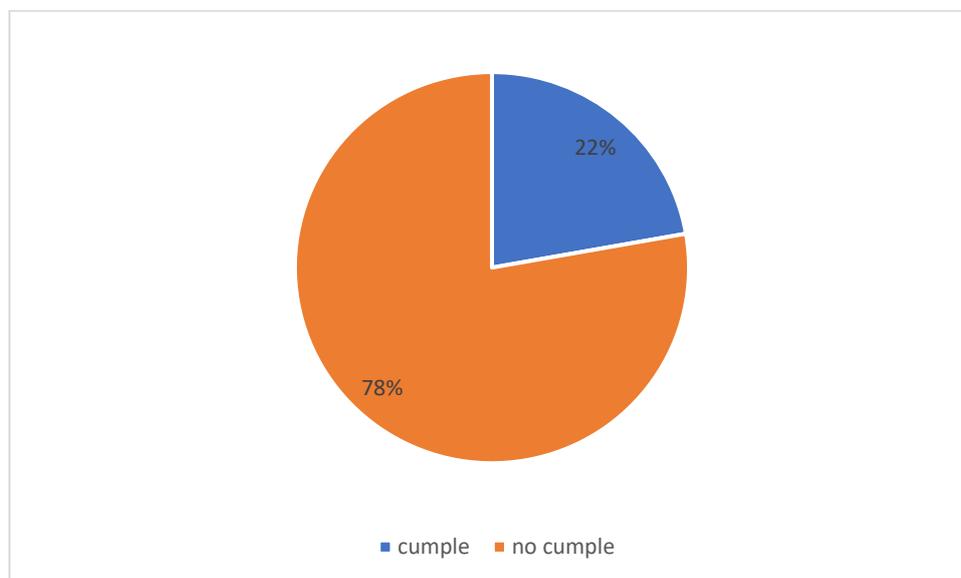
*Evaluación de Peraltes*

Descripción	Peralte Calculado		Peralte Absoluto Según Norma	Peralte en Campo	Evaluación
	Radio	%			
PI - 01	500	3.10	8	1.00	Cumple
PI - 02	90	8.00	8	4.00	No cumple
PI - 03	500	3.10	8	0.00	No cumple
PI - 04	55	19.79	8	5.00	No cumple
PI - 05	90	8.00	8	6.00	No cumple
PI - 06	100	3.70	8	2.00	No cumple
PI - 07	100	3.70	8	4.00	Cumple
PI - 08	500	3.10	8	1.00	No cumple
PI - 09	90	8.00	8	2.00	No cumple

En la tabla anterior se puede observar que existen 02 curvas que cumplen y 07 curvas que no cumplen con el peralte exigido por la norma DG 2018, a continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 23.

**Figura 14**

Verificación de Peraltes



**Interpretación:** de la evaluación sobre el peralte en 9 curvas, el 22% del total de curvas evaluadas cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 y el 77.5% no cumplen.

**E. Cunetas**

Las cunetas encontradas en campo son triangulares y revestidas, la sección que debería tener la cuneta en el tramo es de 0.30\* 0.75 m, según la siguiente tabla del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012](#))

**Tabla 24**

*Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica*

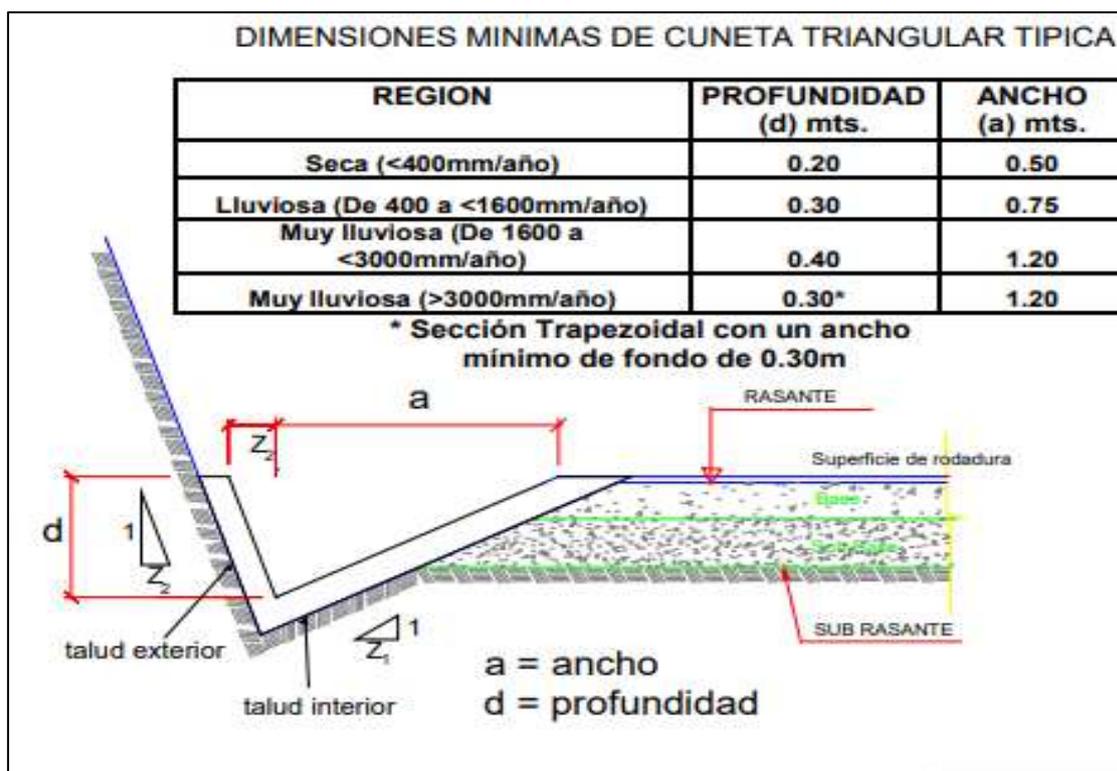
Región	Profundidad (M)	(D)	Ancho (M)	(A)
Seca (<400mm/año)	0.20		0.50	
Lluviosa (De 400 a < 1600 mm/año)	0.30		0.75	
Muy lluviosa (De 1600 a < 3000 mm/año)	0.40		1.20	
Muy lluviosa > (3000 mm/año)	0.30*		1.20	

\*Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

*Nota:* manual de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012, pág. 178](#)), tabla N°34.

**Figura 15**

*Cuneta de sección triangular*



Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012, pág. 179), figura N°28.

Las cunetas del tramo de estudio tienen diferentes medidas, además para la evaluación se tendrá en cuenta la sección de 0.30m y ancho 0.75 m.

**Tabla 25**

*Dimensiones de Cuneta Lado Izquierdo*

LADO IZQUIERDO					
PROGRESIVA	TIPO DE SECCION	ANCHO DE CUNETA	SEGÚN CRITERIO	ALTO DE CUENTA	SEGÚN CRITERIO
9+000.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.37	Cumple
9+020.00	A media Ladera	0.88	Cumple	0.35	Cumple
9+040.00	A media Ladera	0.87	Cumple	0.35	Cumple
9+060.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.34	Cumple
9+080.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+100.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.34	Cumple
9+120.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.35	Cumple

LADO IZQUIERDO					
PROGRESIVA	TIPO DE SECCION	ANCHO DE CUNETA	SEGÚN CRITERIO	ALTO DE CUENTA	SEGÚN CRITERIO
9+140.00	Corte cerrado	0.91	Cumple	0.38	Cumple
9+160.00	A media Ladera	0.88	Cumple	0.37	Cumple
9+180.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.37	Cumple
9+200.00	A media Ladera	0.88	Cumple	0.33	Cumple
9+220.00	A media Ladera	0.88	Cumple	0.3	Cumple
9+240.00	A media Ladera	0.91	Cumple	0.56	Cumple
9+260.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+280.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.38	Cumple
9+300.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.39	Cumple
9+320.00		no tiene			
9+340.00		no tiene			
9+360.00		no tiene			
9+380.00		no tiene			
9+400.00		no tiene			
9+420.00		no tiene			
9+440.00	corde abierto	0.89	Cumple	0.35	Cumple
9+460.00	corde abierto	0.90	Cumple	0.39	Cumple
9+480.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.4	Cumple
9+500.00	A media Ladera	0.91	Cumple	0.33	Cumple
9+520.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+540.00	Corte cerrado	0.89	Cumple	0.36	Cumple
9+560.00	Corte cerrado	0.88	Cumple	0.34	Cumple
9+580.00	corde abierto	0.90	Cumple	0.39	Cumple
9+600.00		no tiene			
9+620.00		no tiene			
9+640.00		no tiene			
9+660.00	corde abierto	0.90	Cumple	0.33	Cumple
9+680.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.34	Cumple
9+700.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.35	Cumple
9+720.00	Corte cerrado	0.89	Cumple	0.38	Cumple
9+740.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.37	Cumple
9+760.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.39	Cumple
9+780.00	A media Ladera	0.91	Cumple	0.37	Cumple
9+800.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.36	Cumple

LADO IZQUIERDO					
PROGRESIVA	TIPO DE SECCION	ANCHO DE CUNETA	SEGÚN CRITERIO	ALTO DE CUENTA	SEGÚN CRITERIO
9+820.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.34	Cumple
9+840.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+860.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.45	Cumple
9+880.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.33	Cumple
9+900.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+920.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.39	Cumple
9+940.00		no tiene			
9+960.00		no tiene			
9+980.00		no tiene			
10+000.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.36	Cumple

**Tabla 26**

*Dimensiones de Cuneta Lado Derecho*

LADO DERECHO					
PROGRESIVA	TIPO DE SECCION	ANCHO DE CUNETA	SEGÚN CRITERIO	ALTO DE CUENTA	SEGÚN CRITERIO
9+00.00		no tiene			
9+20.00		no tiene			
9+40.00		no tiene			
9+60.00		no tiene			
9+80.00		no tiene			
9+100.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.36	Cumple
9+120.00	Corte cerrado	0.89	Cumple	0.35	Cumple
9+140.00	Corte cerrado	0.91	Cumple	0.35	Cumple
9+160.00	A media Ladera	0.91	Cumple	0.37	Cumple
9+180.00		no tiene			
9+200.00		no tiene			
9+220.00		no tiene			
9+240.00		no tiene			
9+260.00		no tiene			
9+280.00		no tiene			
9+300.00		no tiene			
9+320.00		no tiene			
9+340.00		no tiene			
9+360.00		no tiene			

LADO DERECHO					
PROGRESIVA	TIPO DE SECCION	ANCHO DE CUNETAS	SEGÚN CRITERIO	ALTO DE CUENTA	SEGÚN CRITERIO
9+380.00		no tiene			
9+400.00		no tiene			
9+420.00		no tiene			
9+440.00		no tiene			
9+460.00		no tiene			
9+480.00		no tiene			
9+500.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+520.00	Corte cerrado	0.91	Cumple	0.35	Cumple
9+540.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+560.00	Corte cerrado	0.89	Cumple	0.35	Cumple
9+580.00	corte abierto	0.89	Cumple	1.00	Cumple
9+600.00		no tiene			
9+620.00		no tiene			
9+640.00		no tiene			
9+660.00	corte abierto	0.89	Cumple	0.36	Cumple
9+680.00	A media Ladera	0.89	Cumple	0.36	Cumple
9+700.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+720.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.36	Cumple
9+740.00	Corte cerrado	0.90	Cumple	0.35	Cumple
9+760.00	Corte cerrado	0.89	Cumple	0.36	Cumple
9+780.00	A media Ladera	0.90	Cumple	0.36	Cumple
9+800.00	A media Ladera	0.91	Cumple	0.36	Cumple
9+820.00		no tiene			
9+840.00		no tiene			
9+860.00		no tiene			
9+880.00		no tiene			
9+900.00		no tiene			
9+920.00		no tiene			
9+940.00		no tiene			
9+960.00		no tiene			
9+980.00		no tiene			
10+000.00		no tiene			

**Interpretación:** de la evaluación sobre el diseño de cunetas, todos cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

Como síntesis de lo establecido anteriormente, en las siguientes tablas se presenta el resumen de los parámetros de diseño y los resultados de la evaluación de parámetros en el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

**Tabla 27**

*Tabla de Resúmenes de Parámetros de Diseño*

Parámetros de diseño	
IMDA(Veh/día)	235 veh/día
Clasificación de Carretera	Tercera clase
Orografía	Ondulada (tipo 2)
Vehículo de Diseño	T3S3
velocidad de Diseño	50 km/h

**Tabla 28**

*Tabla Resumen de Resultados de la Evaluación*

Resultados de la evaluación					
parámetros de diseño		DG-2018 y Cálculo	Evaluación		
			Cumple	No Cumple	No Necesita
<b>PLANTA</b>	Longitud tramo en tangente (LTT)	69.50 m 139.00 m	1	8	-
	Radios mínimos (Rmin)	85.00 m	8	1	-
	Longitud de Curva Min	25	5	2	-
<b>PERFIL</b>	Pendiente	1.47% - 6.60%	6	-	1
	Ancho de Corona	8.40 m	2	51	-
	Bombeo de calzada (Lado Derecho)	2.5%	22	21	-
	Bombeo de calzada (Lado Izquierdo)	2.5%	19	24	-
<b>TRANSVER SAL</b>	Peraltes	8%	2	7	3
	Alto de Cuneta (Lado Derecho)	0.75 m	17	-	-
	Alto de Cuneta (Lado Izquierdo)	0.75 m	39	-	-
	Ancho de Cuneta (Lado Derecho)	0.30 m	17	-	-
	Ancho de Cuneta (Lado Izquierdo)	0.30 m	39	-	-

### 5.3. Propuesta de Diseño Geométrico

Una vez conocido el diseño geométrico existente y sabiendo que parámetros no cumple con lo estipulado en el DG-2018 se ha procedido a realizar el diseño geométrico, obteniendo los siguientes resultados.

### 5.3.1. Características del tránsito

#### A. Cálculo del índice medio anual diario (IMDA)

Del conteo vehicular resulta que el índice medio diario anual proyectado de la vía es de 235 veh/día, considerada una carretera de tercera clase según el manual de diseño geométrico DG-2018.

### 5.3.2. Clasificación de carretera

#### A. Clasificación por demanda

Ya que tenemos un IMDA de 235 veh/día, se clasifica como una carretera de tercera clase según la siguiente tabla

**Tabla 29**

*Clasificación de Carreteras por su Demanda del Diseño Propuesto*

<b>CLASIFICACIÓN POR DEMANDA</b>				
<b>Características</b>	<b>1° CLASE</b>	<b>2° CLASE</b>	<b>3° CLASE</b>	<b>TROCHAS CARROZABLES</b>
IMDA (veh/día)	4000 -2001	2000 -400	< 400	< 200
N° carriles	2	2	2	1
Ancho mínimo(m)	3.6	3.3	3	3.5
Sup. Rodadura	PAVIMENTO	PAVIMENTO	PAVIMENTO	AFIRMADO

#### B. Resultado de la clasificación por orografía

Para establecer la orografía del terreno se determinaron las pendientes transversales y longitudinales según se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla 30***Pendientes Transversales de la Carretera del Diseño Propuesto*

ITEM	%IZQ	KM (0+00 - 0+340)	% DER	ITEM	%IZQ	KM (0+340 - 0+700)	% DER
1	3.11	9+000	3.02	27	8.81	9+520	3.85
2	3.03	9+020	18.13	28	69.52	9+540	38.17
3	12.85	9+040	13.62	29	42.02	9+560	14.2
4	12.92	9+060	13.62	30	16.96	9+580	18.38
5	0.63	9+080	2.27	31	10.08	9+600	6.29
6	0.63	9+100	7.51	32	57.07	9+620	31.98
7	1.54	9+120	37.32	33	18.49	9+640	22.78
8	12.63	9+140	37.32	34	21.44	9+660	22.82
9	19.95	9+160	24.24	35	27.91	9+680	1.9
10	8.37	9+180	24.24	36	30.4	9+700	1.44
11	68.36	9+200	24.22	37	63.15	9+720	8.68
12	21.25	9+220	16.58	38	47.93	9+740	13.79
13	21.19	9+240	16.54	39	27.27	9+760	13.79
14	11.47	9+260	7.40	40	27.44	9+780	12.86
15	12.92	9+280	4.90	41	16.44	9+800	7.48
16	7.68	9+300	6.25	42	16.44	9+820	13.22
17	41.89	9+320	15.78	43	15.1	9+840	14.27
18	10.48	9+340	11.26	44	5.1	9+860	11.56
19	21.5	9+360	12.43	45	10.81	9+880	11.56
20	29.23	9+380	19.57	46	15.29	9+900	15.87
21	10.37	9+400	34.55	47	15.29	9+920	20.81
22	10.37	9+420	35.89	48	15.23	9+940	22.05
23	10.53	9+440	16.58	49	15.23	9+960	19.86
24	10.53	9+460	14.14	50	23.75	9+980	19.86
25	6.8	9+480	9.80	51	20.31	10+000	19.64
26	18.27	9+500	2.39				

Según la tabla 30, la pendiente promedio de las secciones transversales dio como resultado:

- Promedio izquierdo: 37.99%,
- Promedio derecho: 30.24%,
- Promedio de ambos: 34.12%,

Según el pendiente promedio obtenida de 34.12%, se clasifica como una carretera tipo 2 según la tabla 32.

**Tabla 31***Pendientes Longitudinales de la Carretera del Diseño Propuesto*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
9+000.00m	
9+019.83m	-5.96%
9+047.23m	-3.88%
9+478.53m	-5.38%
9+548.61m	-4.66%
9+611.72m	-6.60%
9+708.04m	-4.33%
9+801.65m	-1.47%
9+999.98m	-3.56%

De la tabla anterior se puede obtener a pendiente promedio de las secciones Longitudinales:

- Valor mínimo:1.47%,
- Valor máximo:6.60%,
- Promedio de ambos: 4.48%

Con una pendiente promedio de 4.48%, se clasifica como una carretera tipo 2 según la siguiente tabla:

**Tabla 32***Clasificación de carreteras por orografía del Diseño Propuesto*

<b>CLASIFICACIÓN POR OROGRAFIA</b>				
	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>	<b>TIPO 4</b>
TERRENO	PLANO	ONDULADO	ACCIDENTADO	ESCARPADO
% LONGITUDINAL	< 3%	3 y 6	6 y 8	> 8%
% TRANSVERSAL	≤ A 10%	11 y 50	51 y 100	>100%

**5.3.3. Velocidad de Diseño**

Una vez determinada la clasificación por demanda y la clasificación por orografía, se procede a determinar la velocidad de diseño según la siguiente tabla:

**Tabla 33***Velocidad de Diseño del Diseño Propuesto*

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo VTR (Km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopistas de Primera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopistas de Segunda Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Primera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Segunda Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
Carreteras de Tercera Clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

*Nota:* tomado de ([Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 200](#))

En la tabla anterior se establece que la velocidad de diseño para el tramo en estudio es de 30 - 90 km/h, por lo cual se toma a criterio la velocidad de diseño de 50 km/h.

### 5.3.4. Propuesta de Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los elementos de curva:

**Tabla 34**

*Elementos de Curva del Diseño Propuesto*

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA														
P.I. #	DELTA (° ' )"	SENTIDO	R (m)	T (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I	P.C.	P.T.	PERALTE (%)	SOBRE ANCHO	ESTE	NORTE
PI:1	15°03'07"	DER	90	11.890	23.64	23.58	0.78	0+305.91	0+294.02	0+317.66	8.00	1.80 m	393056.9269	8794847.0215
PI:2	76°00'52"	DER	150	117.223	199.01	184.73	40.37	0+621.83	0+504.61	0+703.62	6.50	1.20 m	393347.3890	8794971.6346
PI:3	6°29'54"	DER	150	8.515	17.01	17.00	0.24	0+852.86	0+844.34	0+861.35	6.50	1.20 m	393508.5143	8794759.4042
PI:4	11°24'56"	IZQ	90	8.995	17.93	17.90	0.45	0+984.81	0+975.82	0+993.75	8.00	1.80 m	393575.9073	8794645.9355

## A. Tramos en tangente

Para poder comparar si los tramos en tangente tienen las longitudes adecuadas según el Manual De Diseño Geométrico De Carreteras DG-2018, se establecerán los criterios mínimos a través de las siguientes ecuaciones que son tomadas de la sección 302.01 del referido manual.

- Longitud recta mínima entre dos curvas de sentido contrario “S”  
Para hallar esta longitud se utiliza la siguiente formula:

$$L(\text{min. S}) = 1.39V_d$$

Donde  $V_d$  es la velocidad de diseño; reemplazando obtenemos:

$$L(\text{min. S}) = 1.39 * 50$$

$$L(\text{min. S}) = 69.5m$$

- Longitud recta mínima entre dos curvas del mismo sentido “O”  
Para hallar esta longitud se utiliza la siguiente formula:

$$L(\text{min. O}) = 2.78V_d$$

Donde  $V_d$  es la velocidad de diseño; reemplazando obtenemos:

$$L(\text{min. O}) = 2.78 * 50$$

$$L(\text{min. O}) = 139m$$

- Longitud máxima en tramo recto:  
Para hallar esta longitud se utiliza la siguiente formula:

$$L_{max} = 16.70V_d$$

$$L_{max} = 16.70 * 50$$

$$L_{max} = 835m$$

Una vez determinados estas longitudes, en la siguiente tabla se comparan con la longitud de los tramos en tangente del tramo de carretera en estudio, para verificar su cumplimiento:

**Tabla 35**

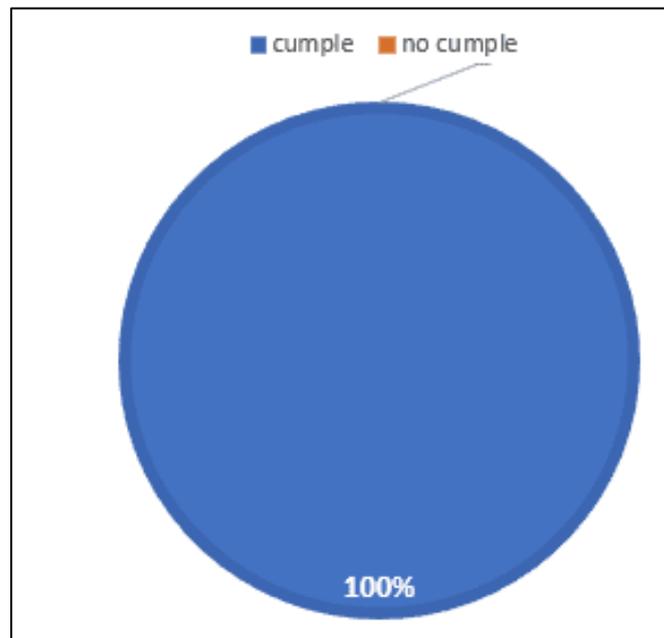
*Verificación de la Longitud en Tramos en Tangentes del Diseño Propuesto*

N° P. I	RADIO (m)	DEFLEXION	SENT.	TRAMO EN TANGENTE	L.T.T (m)	CLASIF. "S", "O"	L. min. (m)	VERIFICACIÓN
INICIO	-----	-----	-----	INICIO-PI 01	294.017	Lmin.o	139	Cumple
PI 01	90	15°03'07"	DER	PI 01- PI 02	186.951	Lmin.o	139	Cumple
PI 02	150	76°00'52"	DER	PI 02- PI 03	140.726	Lmin.o	139	Cumple
PI 03	150	6°29'54"	DER	PI 03- PI 04	114.75	Lmin.s	69.5	Cumple
PI 04	90	11°03'11"	IZQ	PI 04- PI 05	4.868	proyección	-	-

En la tabla anterior se puede observar que, de los 04 tramos en tangente todos cumplen con la longitud mínima exigida por la norma DG 2018, a continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 35.

**Figura 16**

*Verificación de la Longitud en Tramos en Tangentes del Diseño Propuesto*



**Interpretación:** El 100% de los tramos en tangente planteados en el nuevo diseño cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

## B. Curvas circulares

Se ha diseñado curvas horizontales o circulares teniendo en cuenta los radios mínimos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico De Carreteras DG-2018, para ello se determinan los radios mínimos de la siguiente forma:

- **Radio mínimo**

Para el cálculo de radio mínimo se tiene en cuenta una velocidad de diseño de 50 km/h, peralte máximo de 8%, y un valor de fricción de 0.16, y se usa la siguiente ecuación:

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

$$R_{min} = \frac{50^2}{127(0.01 * 8 + 0.16)}$$

$$R_{min} = 82.02m$$

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

$$R_{min} = 85m$$

**Para curvas de vuelta**, el radio mínimo será calculado con la siguiente ecuación:

$$R_{min} = 15 + \frac{(ancho\ de\ calzada)}{2}$$

$$R_{min} = 15 + \frac{6.00}{2}$$

$$R_{min} = 18$$

**Tabla 36**

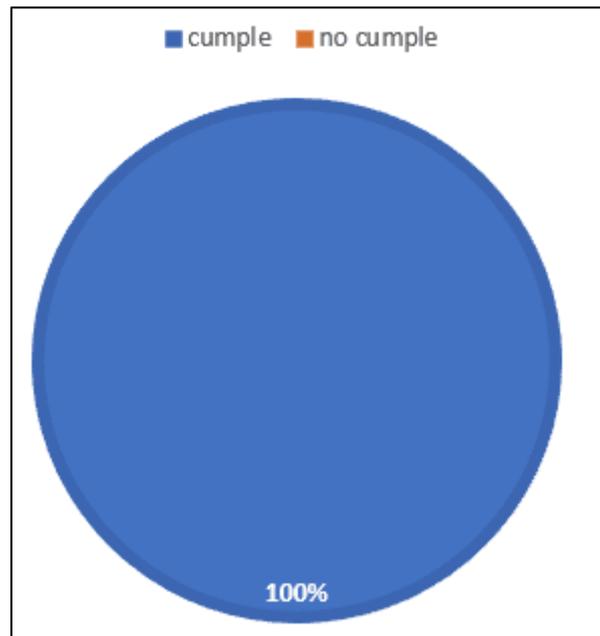
*Verificación del Radio Mínimo del Diseño Propuesto*

N° PI	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE CURVA	RADIO (m)	Rmin (m)	Verificación
PI - 01	9+294.02	0+317.66		90	85	Cumple
PI - 02	9+504.61	0+703.62		150	85	Cumple
PI - 03	9+844.34	0+861.35		150	85	Cumple
PI - 04	9+976.10	0+993.47		90	85	Cumple

En la tabla anterior se puede observar que el 100% de las radios planteadas cumplen con la mínima exigida por la norma DG 2018, a continuación, se presenta un gráfico en donde se representan los resultados descritos en la tabla 36.

**Figura 17**

*Verificación del Radio Mínimo del Diseño Propuesto*



**Interpretación:** El 100% de los radios para el diseño propuesto, cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

### 5.3.5. Propuesta de Diseño Geométrico en Perfil

#### A. Pendiente

según el Manual de Diseño Geométrico (DG-2018) los parámetros de la pendiente serán:

- La pendiente mínima no deberá ser menor que 0.5%.
- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existe bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendiente mínima de hasta 0.2%.

**Tabla 37**

*Pendiente de Diseño y elementos del Alineamiento Vertical del Diseño Propuesto*

N° de Curva	Tipo de Curva	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de Salida (%)	Longitud de la curva	Progr. Piv	Elev. (msnm)	Piv	Progr. PTV
Piv - 01	cóncava	-5.96	-3.88	25	0+019.83m	4398.169m		0+007.73
Piv - 02	convexa	-3.88	-5.38	25	0+047.23m	4397.106m		0+034.73
Piv - 03	cóncava	-5.38	-2.7	80	0+658.01m	4364.245m		0+618.01
Piv - 04	convexa	-2.7	-3.5	50	0+848.33m	4359.108m		0+823.33

## B. Curvas verticales

Para el diseño de las curvas verticales se consideró todos aquellos tramos consecutivos que tienen como diferencia algebraica de sus pendientes igual o mayor a 1% por ser una carretera asfaltada

Con el programa AUTOCAD CIVL 3D, se diseñó curvas verticales cóncavas, convexas simétricas para verificar si estas cumplen con los parámetros establecidos donde se calculó la distancia de visibilidad para cada una de ellas usando la pendiente más crítica.

- **Curva vertical convexas**

Para contar con la visibilidad de parada ( $D_p$ ), se utilizó los valores de la altura de ojo ( $h_1$ ) =1.07m y altura de objeto ( $h_2$ ) =0.15m, estipulado en el Manual de Diseño Geométrico (DG-2018) y se utilizara las ecuaciones

**Cuando  $D_p < L$**

$$L = \frac{ADp^2}{404}$$

**Cuando  $DP > L$**

$$L = 2Dp - \frac{404}{A}$$

- **Curva vertical cóncavas**

Para realizar el cálculo de visibilidad de parada, para las curvas cóncavas se utilizaron las siguientes ecuaciones y se consideró como el valor  $D = D_p$  para mayor seguridad.

**Cuando  $D_p < L$**

$$L = \frac{AD_a^{2x}}{946}$$

**Cuando  $DP > L$**

$$L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Calculando con las ecuaciones anteriores, se obtuvo el siguiente cuadro

**Tabla 38**

*Evaluación de las Pendientes de Diseño y Elementos de Alineamiento Vertical del Diseño Propuesto*

N° CURVA	I 1(%)	I 2(%)	DIFERENCIA ALGEBRAICA "A"	NECESITA CURVA	TIPO DE CURVA	PENDIENTE CRÍTICA (%)	Dp(m)	L.CURVA(m)	K	Lcv min	EVALUACIÓN
<i>Piv - 01</i>	5.96	3.88	2.08	SI	cóncava	5.96	65	25	13.00	25	<i>Cumple</i>
<i>Piv - 02</i>	3.88	5.38	1.5	SI	convexa	5.38	65	25	138.00	15.65	<i>Cumple</i>
<i>Piv - 03</i>	5.38	2.7	2.68	SI	cóncava	5.38	65	80	13.00	32.58	<i>Cumple</i>
<i>Piv - 04</i>	2.7	3.5	0.8	NO	convexa	3.5	65	50	138.00	8.35	<i>Cumple</i>

De la tabla anterior se puede observar que todos pendientes de diseño y elementos de alineamiento vertical cumplen con lo especificado en el manual de Diseño Geométrico DG-2018.

### 5.3.6. Propuesta de Diseño Geométrico de las secciones transversales

A continuación, se realiza el análisis de los parámetros de diseño de las secciones transversales y su cumplimiento con la seguridad vial – nominal estipulada en la norma DG 2018.

#### A. Calzada o superficie de rodadura

De acuerdo con la Tabla 39 de anchos mínimos de calzada de tangentes, el ancho mínimo de la calzada para esta clase de carreteras es de 6.6 m y además tendrá 2 carriles.

**Tabla 39**

*Anchos mínimos de calzada en tangente del Diseño Propuesto*

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos /día	4,000 - 2,001				2,000 - 400				< 400			
Tipo Orografía	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:												
30 km/h											6.00	6.00
40 km/h								6.60	6.60	6.60	6.00	
50 km/h			7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
60 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20				7.20							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

*Nota: Adaptado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 223)*

#### B. Bermas

De acuerdo con la Tabla 40 de anchos mínimos de calzada de tangentes, el ancho mínimo de la calzada para esta clase de carreteras es de 6.6 m y además tendrá 2 carriles.

**Tabla 40***Anchos mínimos de calzada en tangente del Diseño Propuesto*

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
	4,000 - 2,001				2,000 - 400				< 400			
Tráfico vehículos/día												
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:												
30 km/h											6.00	6.00
40 km/h									6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h	7.20 7.20				6.60 6.60				6.60	6.60	6.00	
60 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20				7.20							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

*Nota: Adaptado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 223)*

### C. Bombeo

Teniendo en cuenta la siguiente tabla, donde el bombeo para pavimentos y con una precipitación mayor a 500mm/año es de 2.5%, en la propuesta la via cumple con este valor especificado.

**Tabla 41***Valores del bombeo de la calzada del Diseño Propuesto*

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 de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 228)*

## D. Peralte

Según la siguiente tabla, todas las curvas deben de tener peraltes

**Tabla 42**

*Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte para el Diseño Propuesto*

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥ 100
Rdio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

*Nota: Tomado del Manual Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 229)*

De la misma forma en la siguiente tabla se puede observar que el el peralte máximo para una zona rural con terreno accidentado o escarpado es 8%

**Tabla 43**

*Valores de peralte máximo del Diseño Propuesto*

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	8.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0%	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0%	6.0%	302.05

*Nota: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2018, pág. 229)*

Para el cálculo de los peraltes de las curvas en cada PI del tramo de estudio se usó la siguiente formula.

$$P = \frac{V^2}{127R} - f$$

Donde:

P: peralte máximo asociado a V

V: Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

f: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los peraltes propuestos.

**Tabla 44**

*Peraltes para el Diseño Popuesto*

PERALTES PROPUESTOS DEL TRAMO EN ESTUDIO	
DESCRIPCIÓN	%
PI - 01	8.00
PI - 02	6.50
PI - 03	6.50
PI - 04	8.00

**Tabla 45**

*Evaluación de Peraltes del Diseño Propuesto*

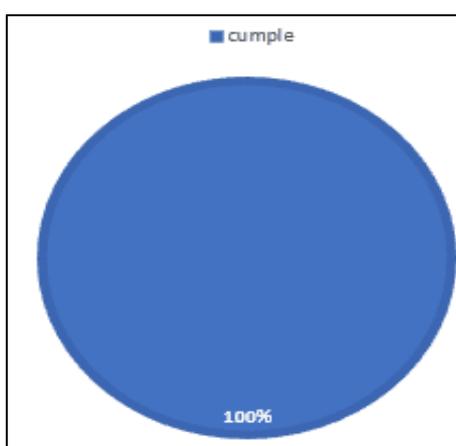
Descripción	Peralte Calculado		Peralte Absoluto Según Norma	Evaluación
	Radio	%		
PI - 01	90	8.00	8	Cumple
PI - 02	150	6.50	8	Cumple
PI - 03	150	6.50	8	Cumple
PI - 04	90	8.00	8	Cumple

De la tabla anterior se puede observar que todos los perales propuestos cumplen con lo especificado en el manual de Diseño Geométrico DG-2018.

En la siguiente figura se representan los resultados:

**Figura 18**

*Evaluación de Peraltes del Diseño Propuesto*



Interpretación: de la evaluación sobre el peralte en 4 curvas, el 100% del total de curvas diseñadas cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

## E. Cunetas

Las cunetas propuestas en campo son triangulares y revestidas, la sección que debería tener la cuneta en el tramo son de  $0.30 \times 0.75$  m, según la siguiente tabla del manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC.

**Tabla 46**

*Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica*

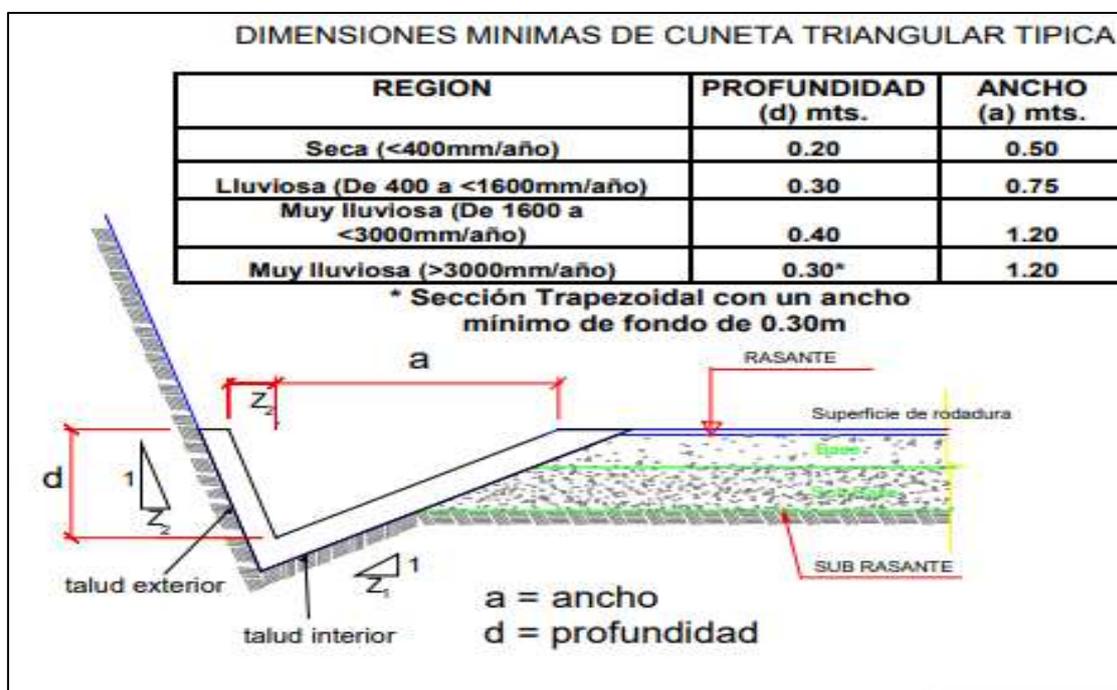
Región	Profundidad (M)	(D)	Ancho (M)	(A)
Seca (<400mm/año)	0.20		0.50	
Lluviosa (De 400 a < 1600 mm/año)	0.30		0.75	
Muy lluviosa (De 1600 a < 3000 mm/año)	0.40		1.20	
Muy lluviosa > (3000 mm/año)	0.30*		1.20	

\*Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

*Nota:* Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del . (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012, pág. 178), tabla N°34.

**Figura 19**

*Cuneta de Sección Triangular*



*Nota:* Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del . (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012, pág. 179), figura N°28.

Las cunetas propuestas cumplen todas las secciones, es por ello que se considera una sección de 0.30m y ancho 0.75 m.

**Tabla 47**

*Tabla Resumen de Resultados de la Evaluación de la Propuesta*

<b>Resultados de la evaluación</b>						
<b>Parámetros de Diseño</b>		<b>DG 2018 y cálculo</b>	<b>Evaluación</b>			
			<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>	<b>No necesita</b>	
PLANTA	Longitud tramo tangente (LTT)	en 69.50 m 139.00 m	4	-	-	
	Radios mínimos (R min)	85.00 m	4			
PERFIL	Longitud Curva Min	de 25	4	-	-	
	Pendiente	0.5% 8%	- 4	-	-	
TRANSVERSAL	Ancho Corona	de 8.40 m	56	-	-	
	Peraltes	8%	4			
	Alto de Cuneta	0.75 m	56	-	-	
	Ancho Cuneta	de 0.75 m	56	-	-	

## CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según los resultados obtenidos en el análisis del diseño geométrico existente se establece que:

- Del 100% (9) de las longitudes de tramos tangentes (LTT) y del 100% (9) de los radios de curvas horizontales, solo el 11% (1) de LTT y el 89% (1) de los radios de curvas horizontales cumplen con lo exigido en el manual de diseño geométrico DG 2018, estableciendo así que el diseño geométrico en planta existente no cuenta con la seguridad vial- nominal adecuada. Estos hallazgos concuerdan con otros estudios como los de ([Correa Saldaña, 2017](#)), que evidencian el deficiente diseño geométrico en planta de carreteras en el Perú.
- Del 100% (7) longitudes de curva verticales, solo el 71% (5) de curvas cumplen con la longitud mínima de curva vertical especificada en el manual, sin embargo, del 100% (6) de las pendientes de diseño todas cumplen con lo exigido para el diseño geométrico en perfil en el manual de diseño geométrico DG 2018, respectivamente.
- Del 100% (53) de los anchos de corona de curva, solo el 4% (2) cumplen con lo especificado con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018, del 100% (43) del bombeo en calzada en el lado derecho solo el 51% (22) cumplen con el bombeo de 2,5% especificado en el manual, de la misma forma del del 100% (43) del bombeo en calzada en el lado izquierdo solo el 44% (19) cumplen con el bombeo de 2,5% especificado en el manual; además del 100% de peraltes evaluados solo el 22% (2) cumple con lo establecido en el manual. Con respecto a las cunetas, en las secciones donde se hallaron, todas cumplen con las dimensiones especificadas por el Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Debido a esto se establece que el diseño geométrico en sección transversal existente no cuenta con la seguridad vial-nominal adecuada. Estos hallazgos concuerdan con otros estudios como los de ([Cueva Rodriguez, 2018](#)), que evidencian la mala calidad de las carreteras en el Perú, debido a no cumplir con todos los parámetros del diseño geométrico en sección transversal.

Es indispensable que análisis de todos los elementos de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, coincidan con los parámetros exigidos en el

manual de diseño geométrico de carreteras para lograr una carretera completa y funcional, que cumpla con la seguridad vial-nominal adecuada. (Laurna, 2009)

De los resultados obtenidos en el análisis del diseño geométrico propuesto encontramos que:

- Del 100% (4) de las longitudes de tramos tangentes y del 100% de los radios de curvas horizontales, todas cumplen con lo exigido en el manual de diseño geométrico DG 2018, respectivamente, estableciendo así que el diseño geométrico en planta propuesto cumple con la seguridad vial- nominal adecuada.
- Del 100% (4) de las longitudes de curva mínimos y del 100% (4) de las pendientes de diseño, todas cumplen con lo exigido para el diseño geométrico en perfil en el manual de diseño geométrico DG 2018, respectivamente, estableciendo así que el diseño geométrico en perfil propuesto cumple con la seguridad vial- nominal adecuada.
- Del 100% (56) anchos de corona de curva, del 100% (4) de peraltes, el 100% (56) alturas de cuneta y 100% (56) anchos de cuneta, todos cumplen con lo exigido en el manual de diseño geométrico DG 2018, respectivamente, estableciendo así que el diseño geométrico en sección transversal propuesto cuenta con la seguridad vial-nominal adecuada.

## CONCLUSIONES

La evaluación realizada a la carretera concluye que el actual diseño geométrico de la carretera existente de Carhuamayo-Junín, no cumple con lo establecido en el manual de DG-2018, y en consecuencia no cumple con la seguridad vial – nominal necesaria.

Para el diseño geométrico propuesto en planta o alineamiento horizontal en el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín, se evaluó que el 100 % de la longitud en tramos en tangente y radios mínimos cumplen con lo establecido en el Manual DG-2018 y con la seguridad vial - nominal.

Según el diseño geométrico propuesto en perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín, las longitudes mínimas de curvas verticales y la pendiente de diseño cumple con lo indicado en el Manual DG-2018, y con la seguridad vial - nominal.

Para el diseño geométrico propuesto de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin, los indicadores ancho final de corona, bombeo de la calzada, peraltes y dimensiones de las cuneas cumplen con lo indicado en el Manual DG-2018, y con la seguridad vial - nominal.

Por lo tanto, se concluye que la propuesta de un nuevo diseño geométrico de planta, perfil y sección transversal, que cumple con lo estipulado en el Manual del DG-2018 y mejora la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junín.

## **RECOMENDACIONES**

Debido al incumplimiento con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018, Se recomienda como una solución a corto plazo colocar dispositivos de control más eficaces y seguros, Tal como se plantea en el Plano de Señalización para la geometría existente, pero hay que tener en cuenta que al colocar los dispositivos de control de tránsito no se están corrigiendo los parámetros que no cumplen con lo estipulado en el DG- 2018, pero lo que se busca es restringir las altas velocidades y con ello evitar accidentes, en especial en el PI N°04 (denominado curva del diablo), donde se plantea implementar la señalización vial A partir de una velocidad específica de 30km/hora. Por otro lado, como se demostró que el diseño propuesto si cumple con lo establecido en la norma, como una solución a largo plazo se recomienda la aplicación del diseño geométrico propuesto donde se ve claramente que modificando el diseño geométrico se estaría corrigiendo los parámetros que no cumplen, en relación con lo estipulado en el DG-2018, así reducir la posibilidad de accidentes de tránsito en el km 9+100 – 10+000.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A policy on geometric design of highways and streets. HANCOCK, Michael W y WRIGHT, Bud. 2013. Washington, DC, USA : s.n., 2013, American Association of State Highway and Transportation Officials: Washington, DC, USA.

Agenda Pasco. 2014. Portal de Noticias. Auto que iba de Carhuamayo a Paucartambo se despistó dejando tres personas heridas. [En línea] 2014. <https://agendapasco.com/auto-que-iba-de-carhuamayo-a-paucartambo-se-despisto-dejando-tres-personas-heridas/>.

Alonso Pla, Mónica Laura. 2015. La integración del factor humano en el ámbito técnico de la gestión de las carreteras y la seguridad vial: un enfoque investigativo. Valencia : Universidad de Valencia, 2015.

Anderson, Ingrid, y otros. 2000. Alternative design consistency rating methods for two-lane rural highways. United States : Federal Highway Administration, 2000.

Benalia, Mohammed. 2017. Diseño geométrico de un enlace de carreteras con CLIP entre los términos de Alcira-Corbera. s.l. : Universitat Politècnica de València, 2017.

Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización. Montañón de León, Jorge A, Zúñiga de León, David y Rodríguez Esparza, Alberto. 2015. 2015, CULCyT, pág. 11.

Consistency of horizontal alignment for different vehicle classes. Al-Masaeid, Hashem R, y otros. 1995. 1500, 1995, Transportation Research Record.

Correa Saldaña, Kathia Yovana. 2017. Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173-km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013. s.l. : Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Corredor Daza, Juan Guillermo. 2015. Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tuluá–Rio Frio. Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2015.

Criterios para el análisis de consistencia del diseño geométrico: velocidad, aceleración, visibilidad y confiabilidad. Echaveguren, Tomás, y otros. 2009. 2009, Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, pág. 27.

Cueva Rodriguez, Oscar Berly. 2018. Evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha Iglesia Pampa centro poblado Laurel Pampa km 00.0+ 00-km 05.5+ 00 de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG 2013. s.l. : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study. Farahmand, Behzad y Boroujerdian, Amin Mirza. 2018. s.l. : Elsevier, 2018, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, Vol. 58, págs. 640-651.

Farahmand, Behzad; Boroujerdian, Amin Mirza. 2018. s.l. : Elsevier, 2018, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, Vol. 58, págs. 640-651.

El Método de la Investigación Research Method. Abreu, José Luis. 2014. 3, 2014, Daena: International Journal of Good Conscience, Vol. 9, págs. 195--204.

European Countries' Road Safety Evaluation by Taking Into Account Multiple Classes of Fatalities. Nikolaou, Paraskevas, y otros. 2021. s.l. : Elsevier, 2021, Transportation research procedia, Vol. 52, págs. 284-291.

Future of road safety and SDG 3.6 goals in six Indian cities. Mohan, Dinesh, Jha, Abhaya y Chauhan, Samradh S. 2021. 1, s.l. : Elsevier, 2021, IATSS research, Vol. 45, págs. 12-18.

Hernandez-Sampieri, Roberto y Torres, Christian Paulina Mendoza. 2018. Metodología de la investigación. s.l. : cGraw-Hill Interamericana México eD. F DF, 2018. Vol. 4.

Herramienta para la Evaluación del Diseño Geométrico de Caminos Rurales. Altamira , Aníbal A., Grafignna, Alberto B. y Marcet, Juan E. 2010. 2010, I Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial, pág. 26.

Ingeniería de Seguridad Vial: Puntos negros de concentración de muertes en accidentes viales. Sierra, Francisco Justo, Berardo, Maria Graciela y Fissore, Alejandra Débora. 2013. 2013, Academia Nacional de Ingeniería, pág. 34.

Inter-national benchmarking of road safety: State of the art. Shen, Yongjun, y otros. 2015. s.l. : Elsevier, 2015, Transportation research part C: Emerging technologies, Vol. 50, págs. 37-50.

La seguridad vial en el Perú. Gallardo Zevallos, Germán. 2017. s.l. : Universidad de Piura, 2017.

Lamm, Rudiger y Choueiri, Elias M. 1991. TRAFFIC SAFETY ON TWO CONTINENTS. A TEN-YEAR ANALYSIS OF HUMAN AND VEHICULAR INVOLVEMENTS. 1991.

Las cuatro dimensiones de la seguridad vial. García García, Alfredo. 2011. 2011, RUTAS, pág. 76.

Laurina, Raoul. 2009. Evaluación de la seguridad vial a partir de la consistencia del trazado de la carretera. Cuba : Universidad Central" Marta Abreu" de las Villas, 2009.

Mayor Gil, Ana Isabel. 2016. Proyecto constructivo de la variante de las carreteras CV-35 y CV-345 a su paso por el municipio de Titaguas (provincia de Valencia). Diseño geométrico y firmes. s.l. : Universitat Politècnica de València, 2016.

Medina Cruzado, Gerson Kelvin. 2016. Estudio de los efectos del diseño geométrico sobre la seguridad vial utilizando la norma dg 2013 en la carretera Cajamarca-Bambamarca en el tramo del km 1+ 000 hasta el km 5+ 000 (Tesis parcial). s.l. : Universidad Privada del Norte, 2016.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2008. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima : MTC, 2008.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones . 2018. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018. Lima : s.n., 2018.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016. Aprueban la actualización del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y Carreteras. s.l. : El peruano, 2016.

—. 2012. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima : MTC, 2012.

New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation. Camacho-Torregrosa, Francisco J, y otros. 2013. s.l. : Elsevier, 2013, Accident Analysis & Prevention, Vol. 61, págs. 33-42.

OPS. 2013. Organización Panamericana de la Salud. Accidentes de tránsito son la primera causa de carga de enfermedad que afecta a población joven. [En línea] 2013.

Parámetros de Seguridad Vial para el Diseño Geométrico de Carreteras. Barrera Ardilla, Liz Maydolly. 2012. 2012, Revista Digital Apuntes de Investigación, pág. 14.

Parrales Sornoza, Ángel Miguel. 2017. Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo--El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa. ECUADOR : JIPIJAPA-UNESUM, 2017.

Predicción de la seguridad vial en el manual de de seguridad vial Norteamericano. Baamonde, Antonio y Pérez, Ignacio. 2012. 2012, Carreteras.

Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways. Harwood, Douglas W, y otros. 2000. 2000, ROSA P, pág. 204.

Probabilistic geometric design of highways: a review. Kalita, Kuldeep y Maurya, Akhilesh K. 2020. 48, s.l. : Elsevier, 2020, Transportation research procedia, págs. 1244-1253.

Quispe Mejía, José Luis y Gómez Allende, Gary Rossano. 2017. Evaluación de la seguridad vial-nominal de la carretera Enaco-Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico. s.l. : Universidad Andina del Cusco, 2017.

SIDPOL. 2020. Informe N° 18-2020-VI-MACREPOL-JUNIN.DIVOPOS/HYO/CRJ.CCYO.SEC. Sobre accidentes de tránsito registrados en la jurisdicción del Distrito de Carhuamayo. Junín : Ministerio del Interior, 2020.

State of the art of highway geometric design consistency. Gibreel, GM, y otros. 1999. 4, s.l. : American Society of Civil Engineers, 1999, Journal of transportation engineering, Vol. 125, págs. 305-313.

## **ANEXOS**

### **Anexo I: Matriz de consistencia**

Propuesta de diseño geométrico basado en la DG-2018 para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin								
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	variables	dimensiones	indicador	valor final	tipo de variable	
<p><b>Problema general</b> ¿De qué manera se establece un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin?</p> <p><b>Problemas específicos</b> <b>P1:</b> ¿Cuál es el resultado de analizar el diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial-nominal? <b>P2:</b> ¿De qué manera se establece un diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal? <b>P3:</b> ¿De qué manera se establece un diseño geométrico de perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal? <b>P4:</b> ¿De qué manera se establece un diseño geométrico de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal?</p>	<p>Establecer un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin</p> <p><b>Objetivos específicos</b> <b>O1:</b> Analizar del diseño geométrico existente y su cumplimiento con la seguridad vial-nominal. <b>O2:</b> Establecer el diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal. <b>O3:</b> Establecer el diseño geométrico de perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal. <b>O4:</b> Establecer el diseño geométrico de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin que cumpla con la seguridad vial - Nominal.</p>	<p>Un diseño geométrico basado en la DG-2018, para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> <b>H1:</b> El diseño geométrico existente no cumple con la seguridad vial-nominal. <b>H2:</b> El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin cumple con la seguridad vial - Nominal. <b>H3:</b> El diseño geométrico de perfil para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin cumple con la seguridad vial - Nominal. <b>H4:</b> El diseño geométrico de las secciones transversales para el tramo Km 9 + 100 - 10 + 000, en la carretera Carhuamayo-Junin cumple con la seguridad vial - Nominal.</p>	<p><b>Diseño Geométrico de Carreteras (V. Independiente)</b></p>	Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal	Longitud de Tramos Tangente	m	Numérica	
				Diseño Geométrico de perfil	Radio de Curva	m	Numérica	
					pendiente	%	Numérica	
				Diseño Geométrico de las Secciones Transversales	longitud de Curva Vertical	m	Numérica	
					ancho de Berma	m	Numérica	
					peraltes	%	Numérica	
					Alto de cuneta	m	Numérica	
					Ancho de cuneta	m	Numérica	
				<b>Seguridad Vial-Nominal (V. Dependiente)</b>	cumplimiento con la Norma DG 2018	Porcentajes de sitios seguros	%	Numérica

**Anexo II:** Registros de accidentes suscritos en la Jurisdicción Policial de  
Carhuamayo

"Año de la Universalización de la Salud"

COLICITUD N° 001-2020-IAV/BIC

**A: COMISARIA PNP CARHUAMAYO**

**DE: Bach Ing Civil. Isai américo alcántara villa**  
DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**ASUNTO:**  
SOLICITO REGISTRO DE ACCIDENTES EN LA CARRETERA CARHUAMAYO – PAUCARTAMBO

**FECHA:** 25 de febrero del 2020

---

De mi mayor consideración:

Mediante el presente me dirijo a Ud., para saludarle muy cordialmente y a la vez comentarle que actualmente me encuentro en desarrollo de mi tesis titulado "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA CARRETERA CARHUAMAYO - PAUCARTAMBO KM 9+000 - 10+000, POR INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRANSITO, EN CARHUAMAYO, JUNÍN ", por lo que es de suma importancia conocer los datos de accidentabilidad del tramo de estudio, esto con el fin de estudiar si existe deficiencias en el diseño geométrico del tramo seleccionado (km 9+000 – 10+000 de la carretera ya antes mencionada) y plantear posibles soluciones, así mismo es de utilidad saber con exactitud los **accidentes en todo el tramo de la carretera y conocer la posible causa de los accidentes.**

es por tal motivo que solicito por favor me brinden la información **DEL REGISTRO DE ACCIDENTES DETALLADO EN LA CARRETERA CARHUAMAYO – PAUCARTAMBO (TRAMO DE SU JURIDICCION), DEL AÑO 2014 AL 2019,** y de ante mano agradeceré por aportar con el desarrollo de esta tesis, que se da con el fin de solucionar problemas que competen a la sociedad.

Adjunto.  
Copia del grado bachiller  
Copia de DNI



25/02/2020.  
16.00.

*Isai Alcántara Villa*  
Isai Alcántara Villa  
DNI: 46825710

S.O. cortuwincho  
789278874



PERÚ

Ministerio  
del Interior

Policía  
Nacional del Perú

Dirección Nacional  
Operaciones Policiales

REGPOL  
JUNIN/DIVPOS  
HYO/CIA. CARHUAMAYO

**"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"**

Carhuamayo, 13 de marzo del 2020.

**Oficio N° 78 -2020-VI-MACREPOL-REGPOL-JUNIN- DIVPOS/HUANCAYO/CRJ.CCYO.SEC.**

Señor : Isai Américo ALCANTARA VILLA.  
Bach. Ing. Civil

Asunto : Información de accidentes de tránsito producidos en esta  
jurisdicción, por motivo que se indica. **REMITE.**

Ref. Solicitud N° 001-2020-IAV/BIC.

Tengo el agrado de dirigirme a Usted con la finalidad de remitirle adjunto al presente el INFORME N° 18 -2020-VI.MACREPOL.REGPOL-JUNIN-DIVPOS/HYO/CRJ.CCYO.SEC., sobre el registro de accidentes de tránsito, suscitados en la jurisdicción policial del Distrito de Carhuamayo.

Es propicia la oportunidad, los sentimientos de mi especial consideración y deferente estima personal.

Dios Guarde a Ud.



SOA-3101596-04  
Emel CARHUANCHO MIGUEL  
ST1 PNP

**INFORME Nro. 18 -2020-VI-MACREPOL-JUNIN .DIVOPOS/HYO/CRJ.CCYO.SEC.**

**Asunto:** Sobre accidentes de tránsito registrados en la jurisdicción del Distrito de Carhuamayo.

**Ref.** Solicitud N° 001-2020-IAV/BIC.

1. Mediante el documento de la referencia, el Bach Ing. Civil Isai Américo ALCANTARA VILLA, solicita el registro de accidentes de tránsito en la carretera Carhuamayo - Paucartambo, de los años 2004 – 2019, a fin de estudiar si existe deficiencias en el diseño geométrico del tramo km 9+000 – 10+000 de la carretera Carhuamayo - Paucartambo, y así poder conocer las posibles causas.
2. Al respecto habiéndose verificado los cuadernos de denuncia (2015, 2016, 2017) y sistema de registros y control de denuncias (SIDPOL) que viene siendo utilizado en esta jurisdicción policial del Distrito de Carhuamayo desde el año 2018, respecto a los accidentes de tránsito se cuenta con el siguiente registro:

FECHA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR DEL ACCIDENTE	TIPO DE VEHICULO
04OCT14	DESPISTE Y VOLCADURA.	KM 09+700 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	AUTOMOVIL DE PLACA BGK-802.
04JUN16	DESPISTE CON DAÑOS Y LESIONES PERSONALES.	KM 08+200 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO	AUTOMOVIL DE PLACA A7I-650.
02FEB17.	DESPISTE CON DAÑOS Y LESIONES PERSONALES.	KM 10.000 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	CAMIONETA DE PLACA CST-771.
29ABR18	DESPISTE Y VOLCADURA.	KM 09+700 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	STAT. WAGON DE PLACA W3R-236.
25ENE18	DESPISTE CON DAÑOS Y MUERTE.	KM 03+700 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	MOTO LINEAL DE PLACA 6908-9W.
08AGT18	DESPISTE CON DAÑOS Y LESIONES PERSONALES.	KM 09+500 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO	AUTOMOVIL DE PLACA B2V-534.
23MAY19.	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES.	KM 10+500 CARRETERA DE ACCESO A PUCARATAMBO.	STAT WAGON DE PLACA W15-509.
25AGT19.	ATROPELLO CON LESIONES.	KM 09+100 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	AUTOMOVIL DE PLACA A7W-929.
05JUN17.	DESPISTE Y VOLCADURA Y LESIONES PERSONALES.	KM. 12+500 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	STAT. WAGON DE PLACA AXF-421

24AGT17.	DESPISTE CON DAÑOS Y LESIONES	KM 03+200 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO.	CAMIONETA DE PLACA A1A-228
25AGT19.	ATROPELLO CON LESIONES	KM 09.000 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO	AUTOMOVIL DE PLACA A7W-929.
06FEB20.	DESPISTE Y VOLCADURA LESIONES LEVES	KM 09+500 CARRETERA DE ACCESO A PAUCARTAMBO	CAMIONETA DE PLACA A7U-235

3. Cabe indicar que no se llegó a ubicar el registro el registro de los accidentes de tránsito respecto a los años anteriores (2015), toda vez que los archivos son incinerados periódicamente por disposición del comando, dando prioridad al nuevo sistema de registro y control de denuncias SIDPOL.

Lo que se cumple en informar a la superioridad para los fines pertinentes.



*[Handwritten Signature]*  
 SOA - 31053015 - O+  
 emel CARHUANCHO MIGUEL  
 ST1.PNP

**Anexo III:** Comentarios sobre el tramo de estudios en las redes sociales

Actualidad Regional General Nacionales

## Auto que iba de Carhuamayo a Paucartambo se despistó dejando tres personas heridas

MAURIPPOOL

Agencias/Referencial

Agencias/Referencial

(Agencias) Un aparatoso accidente de tránsito se produjo en el Km 9+100 de la carretera Carhuamayo – Paucartambo, una familia que iba a bordo de un auto se salvó de la muerte luego del despiste y volcadura que sufrió.

Según el informe policial el accidente se produjo a las 6.00 a.m. aproximadamente el auto Toyota Yaris color plata metálico de placa de rodaje A9R-322 conducido por Crisologo Enrique Palomino Díaz (41) años de edad, quedando heridos su esposa Lidia Sandy Fernández Caso (47) y sus menores hijos Enrique P.C. (14) y Fernando P. C. (07) años.

Fueron los efectivos de Potcar de Carhuamayo quienes trasladaron a los heridos hacia el hospital, del informe todos han quedado en observación por las lesiones y golpes recibidos, traumatismos moderados y contusiones producto del accidente, refirió.

## Despiste de furgón cargado de gaseosas en Cutuchaca – Paucartambo deja tres heridos

MAURIPPOOL

Ref

### Falla mecánica sería las causas

Ref

Un accidente de tránsito se produjo en horas de la mañana en la zona de Cutuchaca a 4 kilómetros del distrito de Paucartambo – Pasco, un camión furgón cargado de gaseosas que iba de Pasco al valle hidroenergético, se despistó dejando tres personas heridas.

Según el informe recabado de colegas de radio Alegría del distrito, el camión marca Hyundai color rojo de placa de rodaje B9I-948 se desbarrancó aproximadamente 40 metros a consecuencia que se le habría vaciado los frenos, resultando herido el chofer y su ayudante, "gracias que en la zona hay bastante vegetación árboles de eucaliptos amortiguaron al vehículo pesado, sino hubiera llegado a las profundidades del río" informaron los colegas periodistas.

Agricultores de la zona auxiliaron al chofer Nilton Berrospi Castro (27), quien se encontraba con fuertes contusiones y golpes en diversos partes del cuerpo, por descartar fractura hombro, tuvo que ser derivado de emergencia al hospital Carrión de Pasco para las placas radiográficas, mientras que su ayudante Jesús Saldarriaga Matías (21) quien presentaba una herida altura de la frente, rasmillones fractura radio y cubito y Pedro Torres Chávez (23) TEC leve, laceraciones, fueron evacuados, "según los testigos cuando el chofer perdió el control, los ayudantes abrieron la puerta y poder saltar al barranco, quedando atrapados en eucaliptos, mientras que él quiso quedarse, le ganó la fuerza" explicó Deyvis Laveriano periodista.

Hasta el lugar llegaron efectivos del serenazgo y policías donde hallaron gran cantidad de gaseosas regadas en la vía, "el camión quedó dañado parte de la caceta, se salvaron de la muerte, dijeron las fuentes.

## Despiste de camioneta en la vía Carhuamayo – Paucartambo deja cuatro heridos graves

MAURIPOOL

### Fueron derivados a Essalud Pasco

Un lamentable accidente de carretera sucedió la noche del último sábado en la carretera del tramo Carhuamayo – Paucartambo dejando a cuatro personas heridas, tres se encuentran en el hospital de Essalud Pasco y una fémina herida se encuentra en Carhuamayo.

Los heridos son militantes del movimiento Concertación en la región, quienes se dirigen al distrito de Paucartambo para coordinar acciones de su campaña política con sus personeros de las elecciones de ayer domingo.

## Ex alcalde de Paucartambo se despista con su camioneta en una curva cerrada

MAURIPOOL

CORTESIA

CORTESIA

### Clayton se salva porque vehículo quedó inoperativo, dijeron testigos

El último martes aproximadamente las 20.00 horas en el tramo de la carretera Carhuamayo – Paucartambo en el kilómetro 9+500 se produjo un accidente de tránsito, la camioneta que piloteaba el ex alcalde Clayton Flavio Galván Vento se despistó dando vueltas de tonel, informó la policía de carreteras.

De los datos recepcionados la ex autoridad fue auxiliado por pobladores del lugar quienes lo embarcaron en un vehículo particular hacia el hospital Carrión de Pasco, presentaba lesiones en el brazo, en la mano, “al ser comunicados del accidente nos apersonamos hallando la unidad móvil camioneta marca Toyota color blanco de placa de rodaje F1S-753, seriamente dañada por lo que fue conducida a la comisaría de Carhuamayo” expresó el Técnico Policial Canchanya.

Dijo además que el conductor recién fue derivado en la comisaría para luego para pasar examen de dosaje etílico a la sanidad policial, “dijo que iba a una reunión y que el hecho se suscitó en una curva cerrada, el cual es materia de investigación” acotó el efectivo.



Buscar



**Victor Alberto Arias Atahuaman**

2 de diciembre de 2016 · 🌐



UN ACCIDENTE DE TRANSITO EL DIA DE HOY APROXIMADAMENTE SIENDO 6:50 AM EN LA RUTA CARHUAMAYO PAUCARTAMBO EXACTAMENTE EN LA CURVA PASTOR TAQUIRI MAS CONOCIDO COMO LA CURVA DEL DIABLO POR LOS AMIGOS DEL VOLANTE



8

36 comentarios · 1 vez compartido



Me gusta



Comentar



Compartir



**Edwin Ronald Becerra Pozo** falta de señalizacion

Me gusta · Responder · 2 años



Edwin Ronald Becerra Pozo tambien ahi se accidento nuestro actual congresista, solicitamos que nuestras autoridades realicen una buena señalizacion ya que podemos accidentarnos. y/o nuestros familiares les puede pasar urgente " LA SEÑALIZACION DE LA CURVA DEL DIABLO"

Me gusta · Responder · 2 años



1



Julia Chinchay Bojorquez respondió · 1 respuesta



Victor Alberto Arias Atahuaman Creo que se está esperando que el accidente sea con víctimas de vidas y ahí recién atender este defecto de pista por que l Peralta no está bien perfilado

Me gusta · Responder · 2 años



Edwin Ronald Becerra Pozo ESO ES PORQUE LA CURVA NO TIENE PERALTE. Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son las mismas que en el caso de la curva sin peralte, pero con distinta orientación salvo el peso.



**Edwin Ronald Becerra Pozo** ESO ES PORQUE LA CURVA NO TIENE PERALTE. Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son las mismas que en el caso de la curva sin peralte, pero con distinta orientación salvo el peso.

El peso mg... [Ver más](#)

Me gusta · [Responder](#) · 2 años



**Justo Suarez Minaya** CASI MORIMOS HACE 6 AÑOS ATRAS, BUSCANDOLE UN ESPACIO A UN AMIGO INGRATO. AHORA QUE YA ES VACA NO SE ACUERDA QUE FUE TERNERA.JAJAJ

Me gusta · [Responder](#) · 2 años



**Justo Suarez Minaya** URGENTE SEÑALIZACIÓN SEÑORES AUTORIDADES ESO NO CUESTA NI 1000 SOLES.UN REDUCTOR DE VELOCIDAD Y PANEL DE SEÑALIZACIÓN. MAÑANA PUEDEN SER SUS HIJOS O FAMILIARES Y RECIEN VAN A LAMENTARSE. YA VAN COMO 12 ACCIDENTES AHI.

Me gusta · [Responder](#) · 2 años



**Victor Alberto Arias Atahuaman**  $12 \times 3 - 6 = 30$

Me gusta · [Responder](#) · 2 años



**Jeeny Espinoza** Ohhhhhh noooooo

Me gusta · [Responder](#) · 2 años



**Raul Alejandro Yauri Arias** Q paso. Jeeny se te fue la señal

Me gusta · [Responder](#) · 2 años



1



**Jeeny Espinoza** Si asi es ohhhh

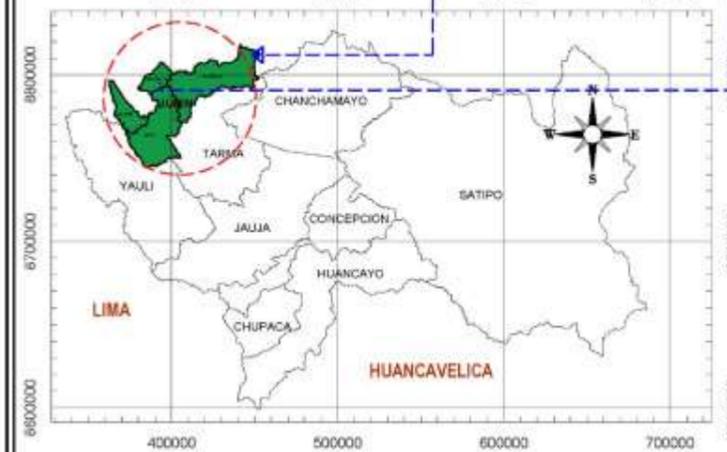
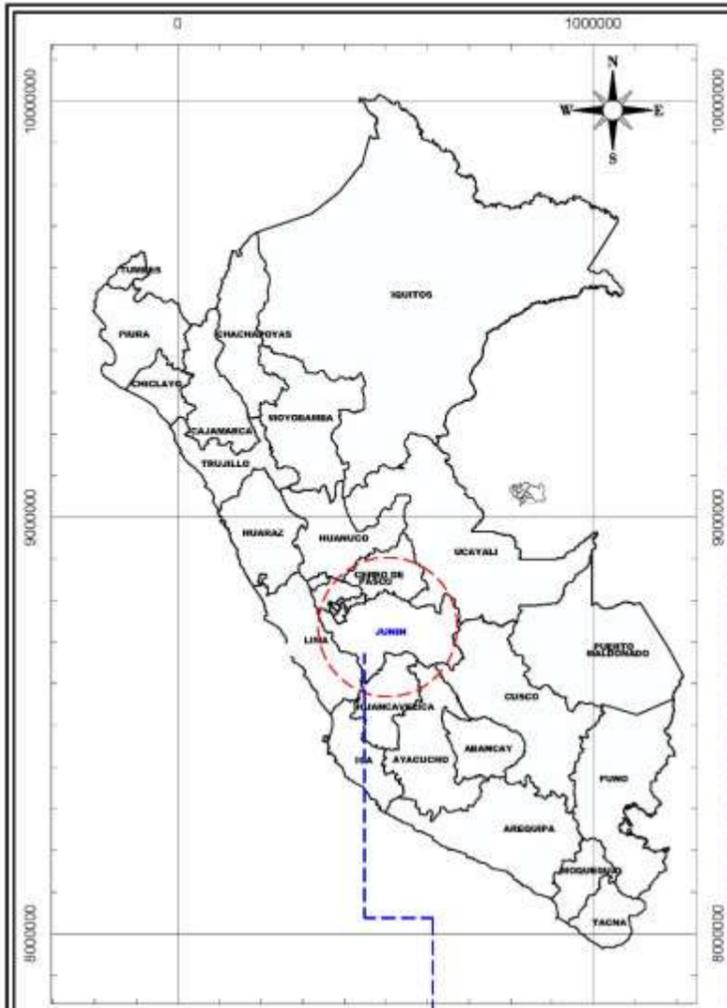
Me gusta · [Responder](#) · 2 años



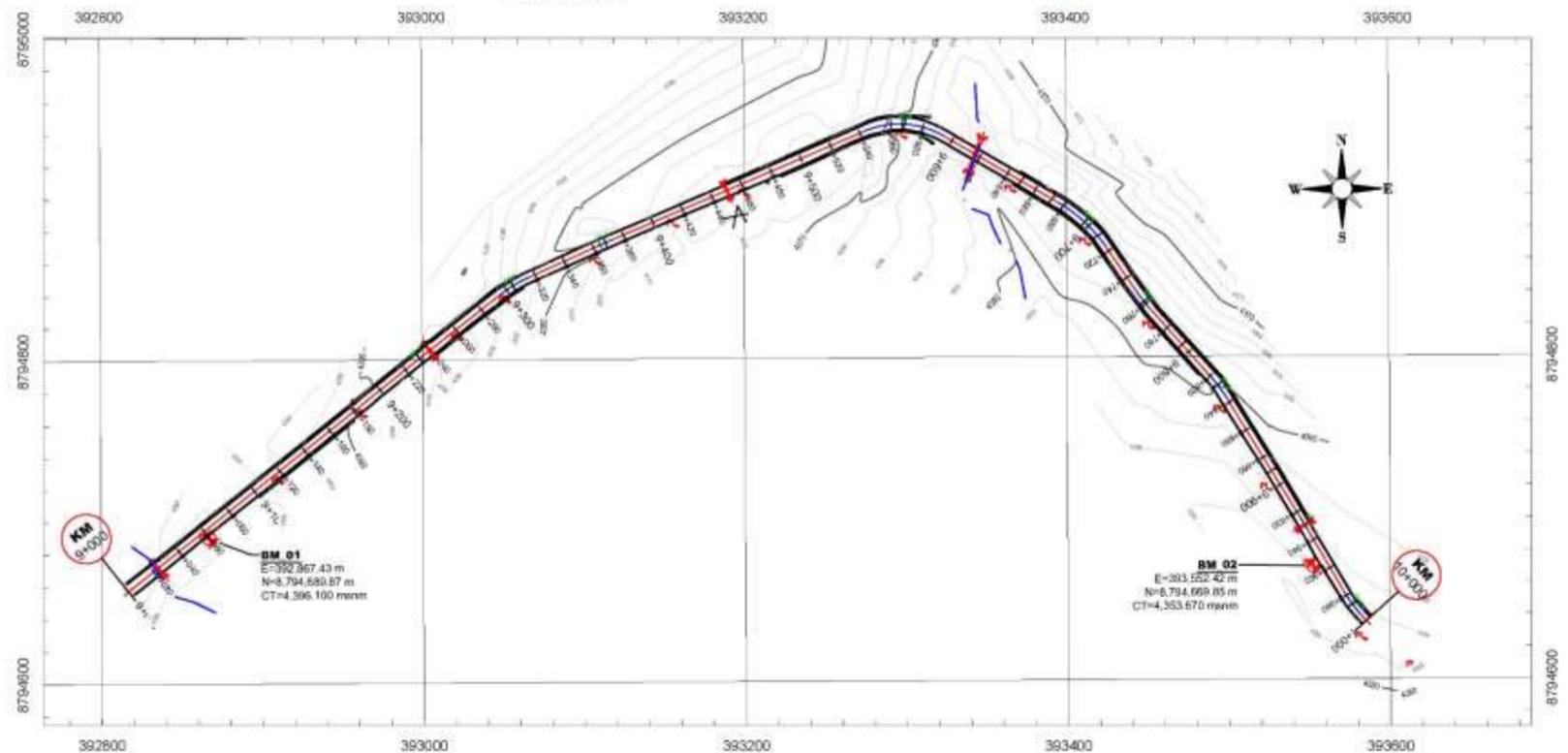
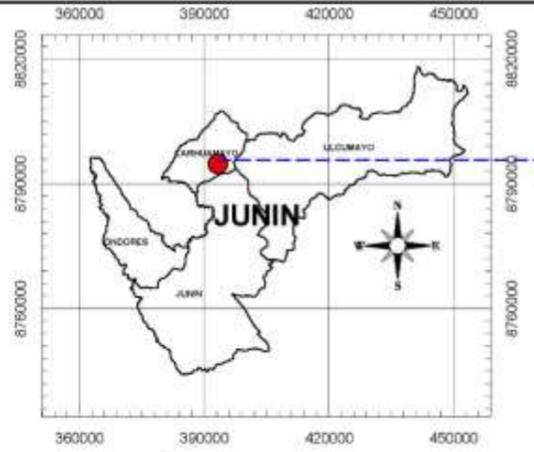
**Clayton Flavio Galvan Vento** ESE LUGAR LO CONOZCO ME HIZO LLORAR PRIMOS JAJAJAJAJAJA

Me gusta · [Responder](#) · 2 años

## **Anexo VI: Planos del Diseño Geométrico**



TRAMO DE SECCION	TIPO	VIA	ESTADO	ESTADIA
Carretera	Carretera	Carretera	Carretera	Carretera
Carretera	Carretera	Carretera	Carretera	Carretera



**LEYENDA TOPOGRAFICA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CARRERA
	QUEBRADAS
	NORTE MAGNETICO



BACHILLER INGENIERO CIVIL  
**ISAI ALCANTARA VILLA**

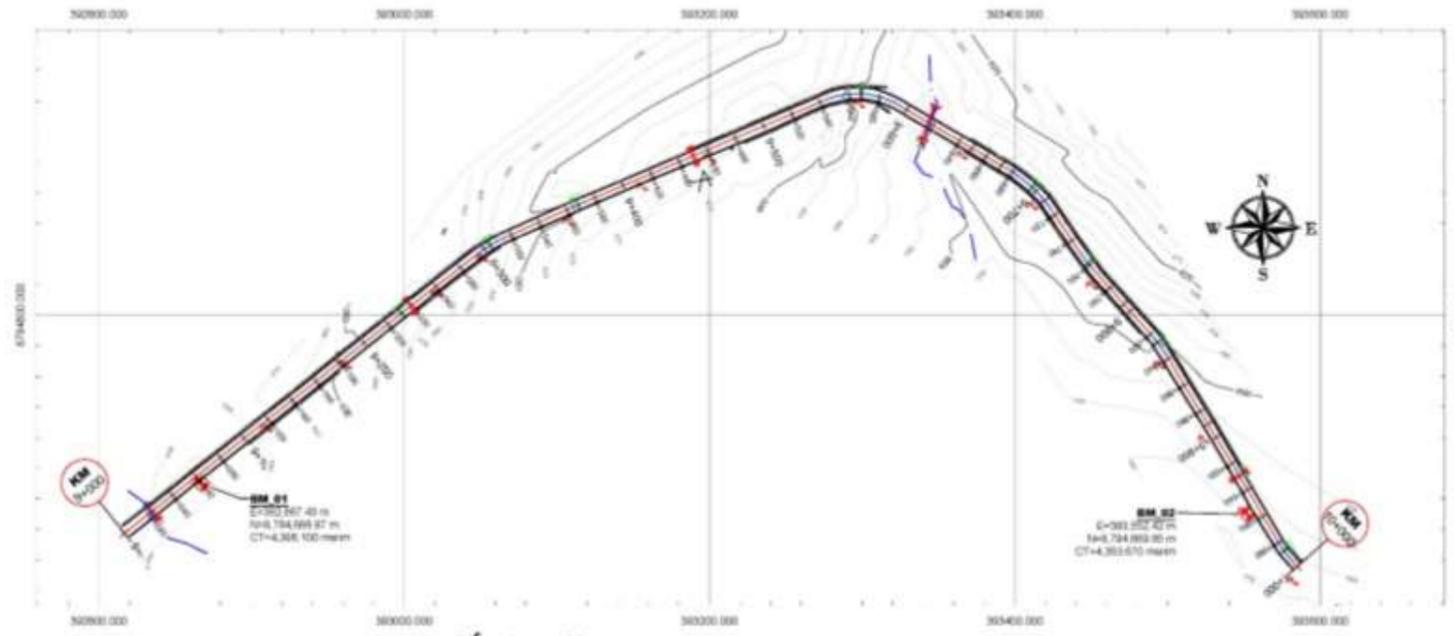
**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**PROYECTO:**  
"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO BASADO EN LA DG-2018 PARA MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL-NOMINAL DEL TRAMO KM 9 + 100 - 10 + 000, EN LA CARRETERA CARHUAMAYO-JUNIN"

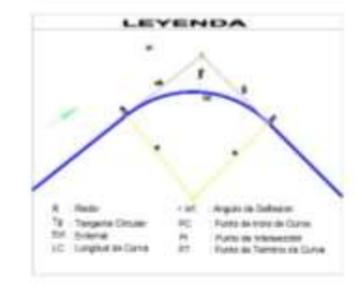
<b>PLANO:</b> PLANO UBICACION Y LOCALIZACION	<b>ESPECIALIDAD:</b> OBRA VIAL	<b>UBICACION:</b> DPTO : JUNIN PROV : JUNIN DST : CARHUAMAYO LUGAR : CARHUAMAYO - PAUCARTAMBO
<b>DISEÑO:</b> I.A.V	<b>FECHA:</b> AGOSTO - 2019	<b>ESCALA:</b> INDICADA



CAMPUS  
**UL**



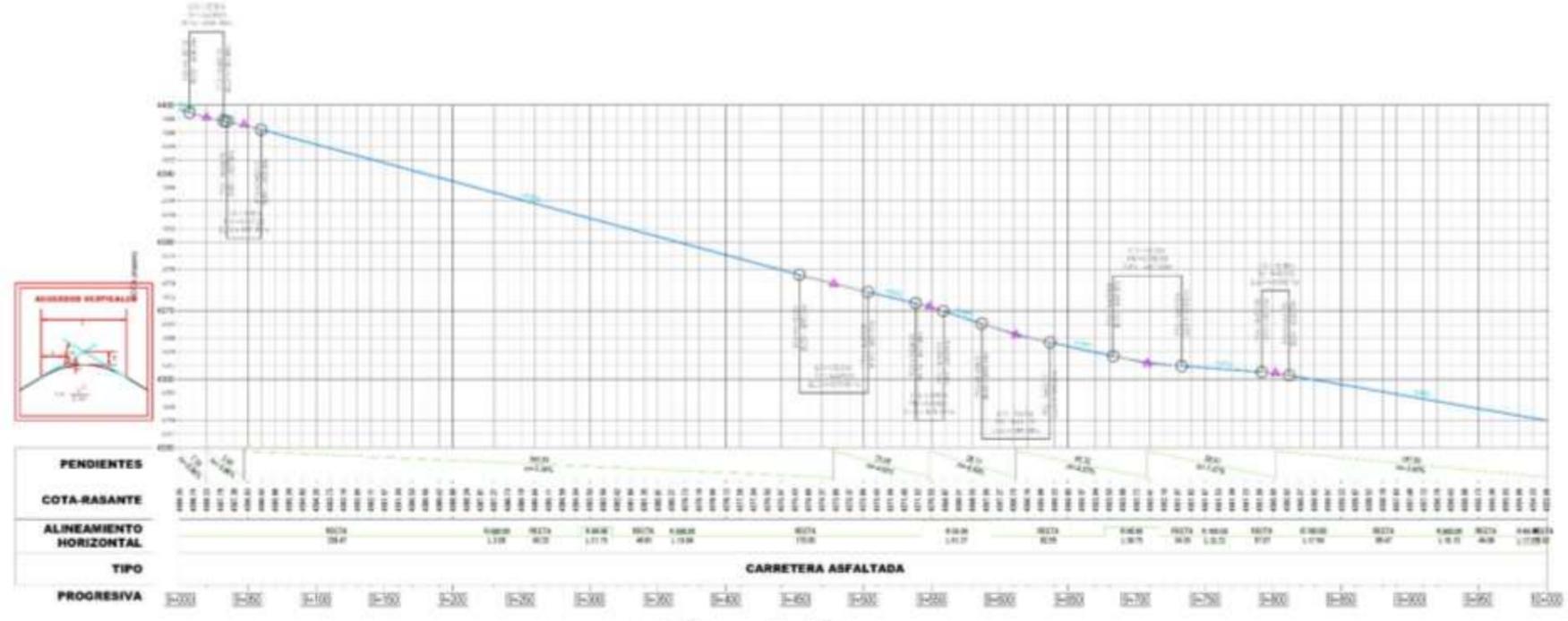
CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA													
P.L.R.	DELTA	α	β	L <sub>u</sub>	L <sub>c</sub>	DET	P.I.	P.E.	P.T.	PERALTE	OBRAS	SEÑE	NOTAS
°	°	°	°	m	m	m	m	m	m	%	ANCHO	TIPO	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90322.00	90347.00	90372.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90372.00	90397.00	90422.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90422.00	90447.00	90472.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90472.00	90497.00	90522.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90522.00	90547.00	90572.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90572.00	90597.00	90622.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90622.00	90647.00	90672.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90672.00	90697.00	90722.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90722.00	90747.00	90772.00	0	3.00	SEÑALIZACION	
0.00	17.71	0.00	0.00	115.00	115.00	0.00	90772.00	90797.00	90822.00	0	3.00	SEÑALIZACION	



LEYENDA TOPOGRAFICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LINEAS DE NIVEL MATEMATICAS
	LINEAS DE NIVEL VERDADERAS
	PROYECCION REALIZADA
	DESAGUAMIENTO
	NIVEL MAREO

LEYENDA OBRAS DE ARTE	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ALCANTARILLAS

LEYENDA PERFIL LONGITUDINAL	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TERRENO NATURAL
	MAQUETA



Perfil longitudinal Km:9+000-10+000  
Escala H=1:2000  
V=1:4000



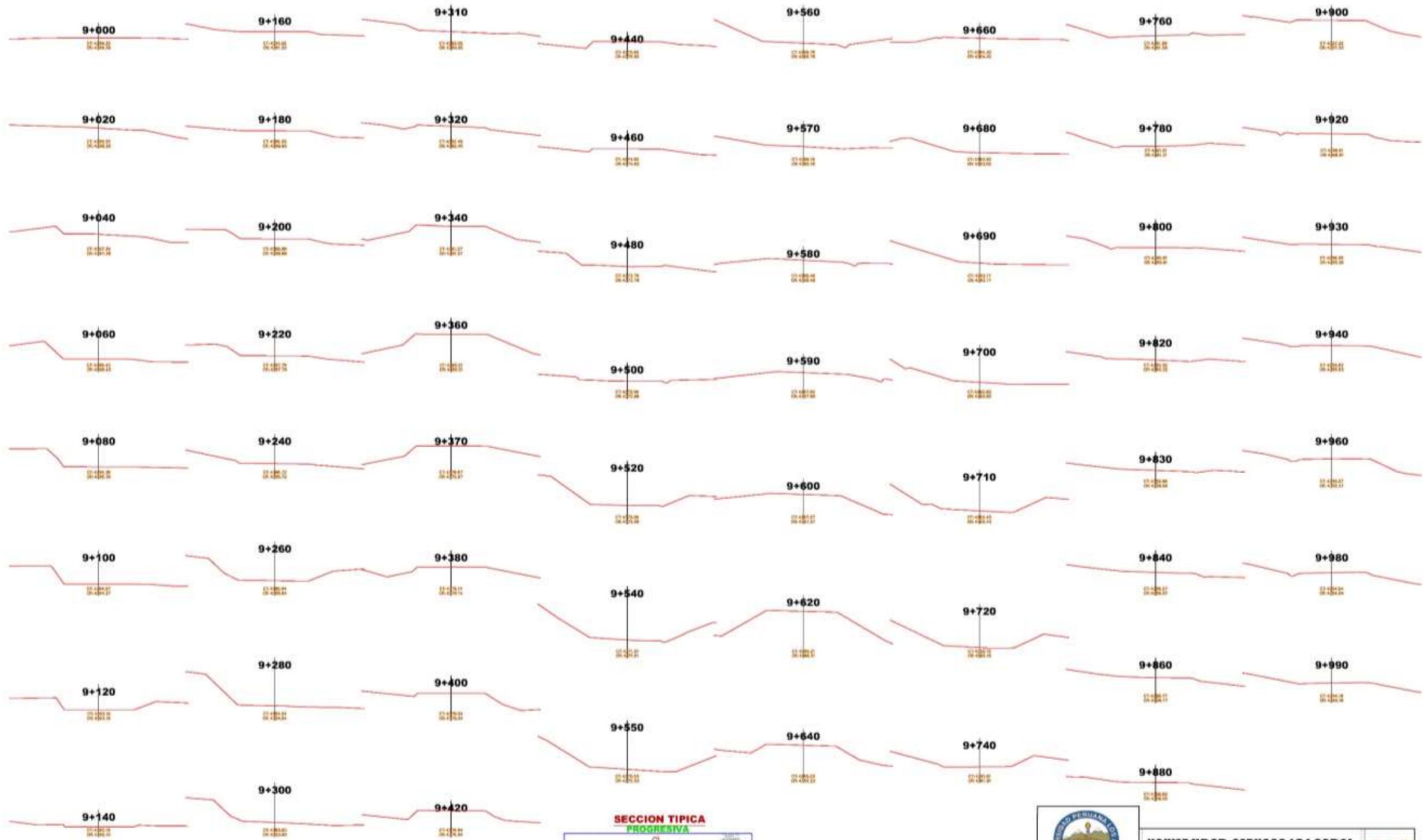
**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO GEOMÉTRICO BÁSICO EN LA D.O. 019 PARA MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO KM 9+100 - 10+000 EN LA CARRETERA CARAYASO-JUNTA.



PP-01

DISEÑADOR ISAI ALCANTARA VILLA	ASESOR FURTA PERU, S-001-01-001 L.E.J.	COORDINADOR OFICINA VIAL PERU, S-001-01-001 PERU, S-001-01-001	VERIFICADOR OFICINA VIAL PERU, S-001-01-001 PERU, S-001-01-001
-----------------------------------	--	---	---

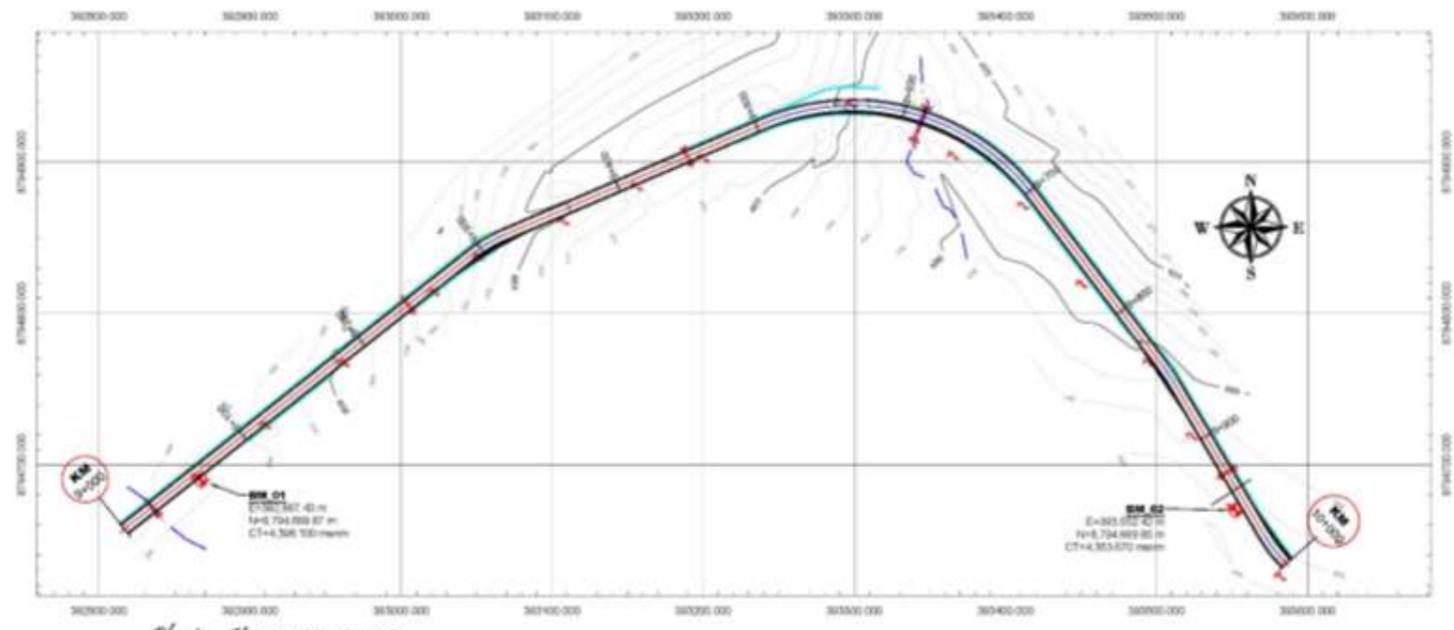


Secciones Transversales  
E.S.C. 1:200



 <b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>	<b>PROYECTO:</b> "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO BASADO EN LA LG UNITE PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DEL TRAFICO DEL TRONCO KM 9 + 100 - 10 + 000 DE LA CARRETERA CARHUAMAYO-JUNO"			 <b>ST-01</b>
	<b>PLAN:</b> SECCIONES TRANSVERSALES 1:400 (1:200)	<b>ESPECIALIDAD:</b> CIVIL VIAL	<b>UBICACION:</b> DPTO. JUNO PROV. JUNO DISTR. CARHUAMAYO	
<b>DISEÑADOR P.R. CIVIL:</b> ISAI ALCANTARA VILLA	<b>ELABORADO:</b> 14.V	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2019	<b>ESCALA:</b> 1:400	

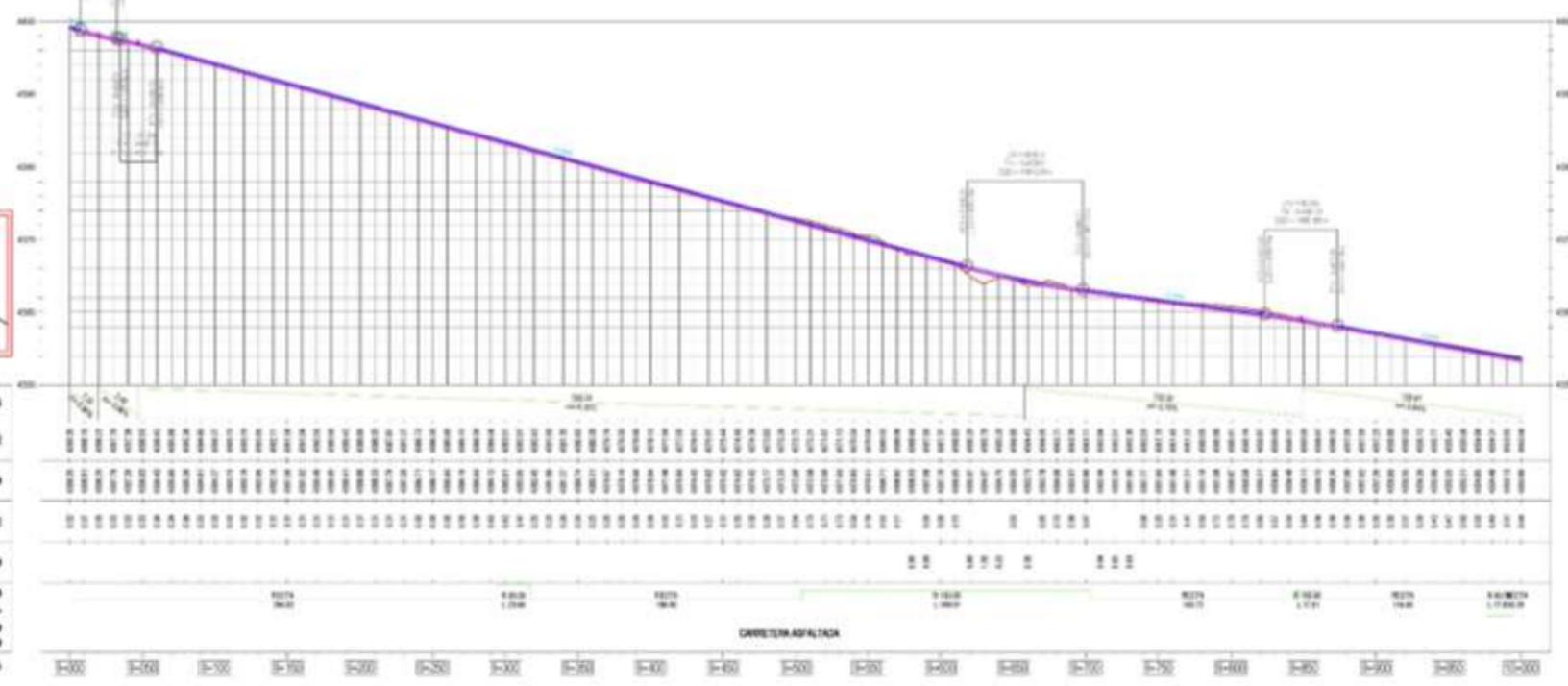
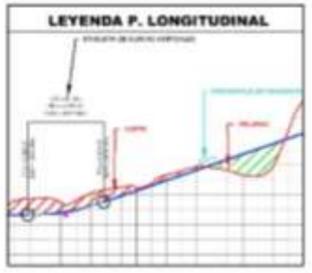
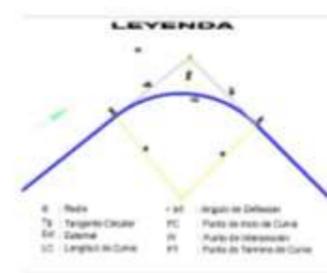
**Anexo VII: Planos del Diseño Geométrico Propuesto**



Planta - Km.9+000-10+000

E.S.C. 1:2000

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA													
P.L.A	DELTA (°)	R (m)	T (m)	Lc (m)	C (m)	BST (m)	P.I	P.C.	P.T.	PERALTE (%)	ANCHO CARRETERA	ESTE	NORTE
10.1	172.057	50	11.96	23.92	23.92	3.78	3+000.00	3+024.52	3+177.96	6.00	1.00 m	3000.000	3748.715
10.2	172.057	50	11.96	23.92	23.92	3.78	3+177.96	3+331.92	3+485.36	6.00	1.00 m	3000.000	3748.715
10.3	172.057	50	11.96	23.92	23.92	3.78	3+485.36	3+638.88	3+792.32	6.00	1.00 m	3000.000	3748.715
10.4	172.057	50	11.96	23.92	23.92	3.78	3+792.32	3+945.84	4+051.76	6.00	1.00 m	3000.000	3748.715



Perfil longitudinal Km.9+000-10+000

E.S.C. 1:1000  
V=1:500

SEÑALO	DESCRIPCION
(Symbol)	ALMOTILLO
(Symbol)	PROYECTOR
(Symbol)	S.E. DE INFERIEDOR

SEÑALO	DESCRIPCION
(Symbol)	ESPALDO DE BORDO INTERIOR
(Symbol)	ESPALDO DE BORDO EXTERIOR
(Symbol)	LINEA DE ALFILADO
(Symbol)	SEÑALADO
(Symbol)	NOVA DE BORDO

SEÑALO	DESCRIPCION
(Symbol)	ALMOTILLO DE INFERIEDOR

SEÑALO	DESCRIPCION
(Symbol)	TERRENO NATURAL
(Symbol)	GRADIENTE
(Symbol)	EXCAVACION



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL Y DE OBRAS DE BARRIO EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE HUANUCO

PROYECTO DE OBRAS DE BARRIO EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE HUANUCO

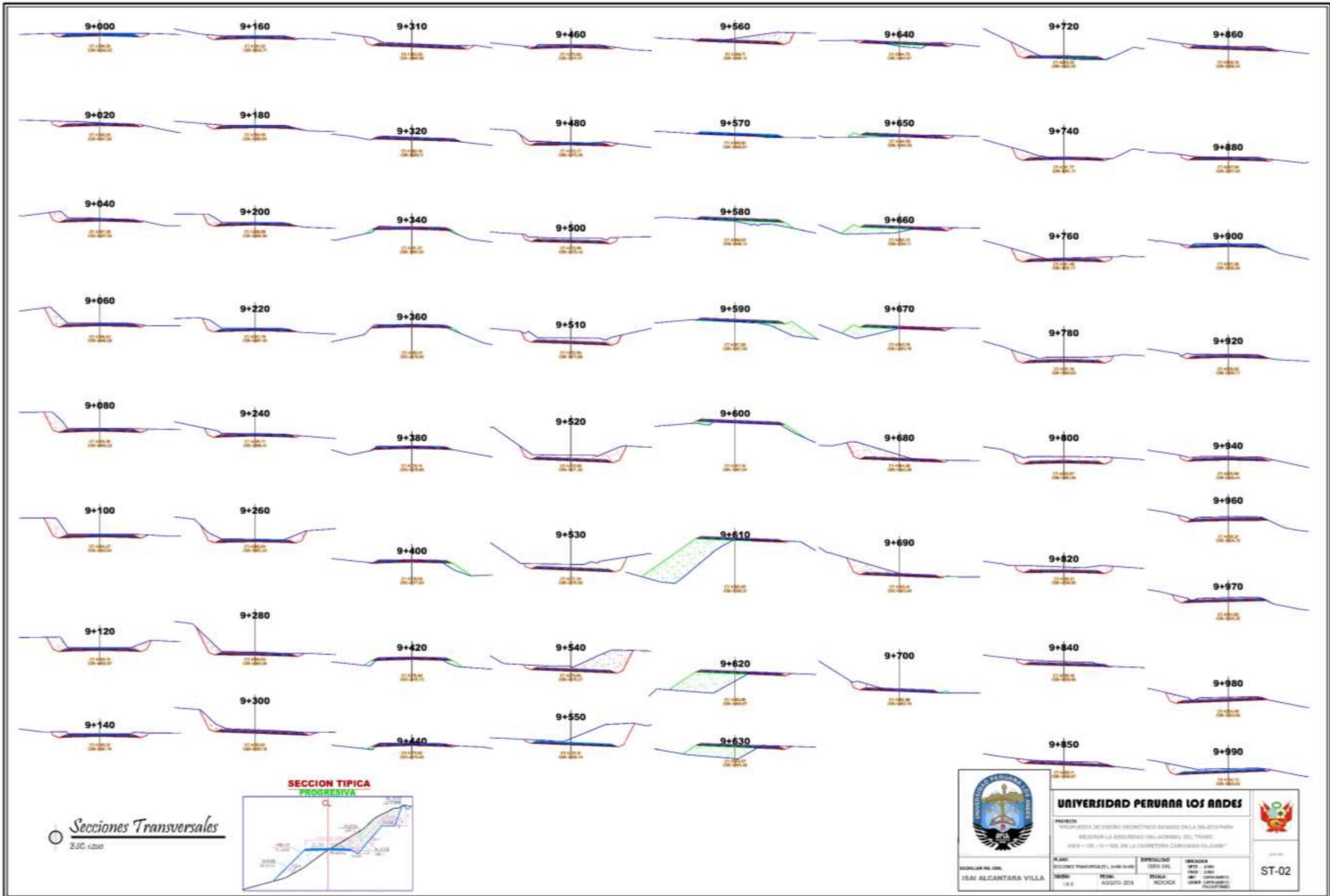
PLAN: PLANTA PERFIL 1:400 (1:1000)

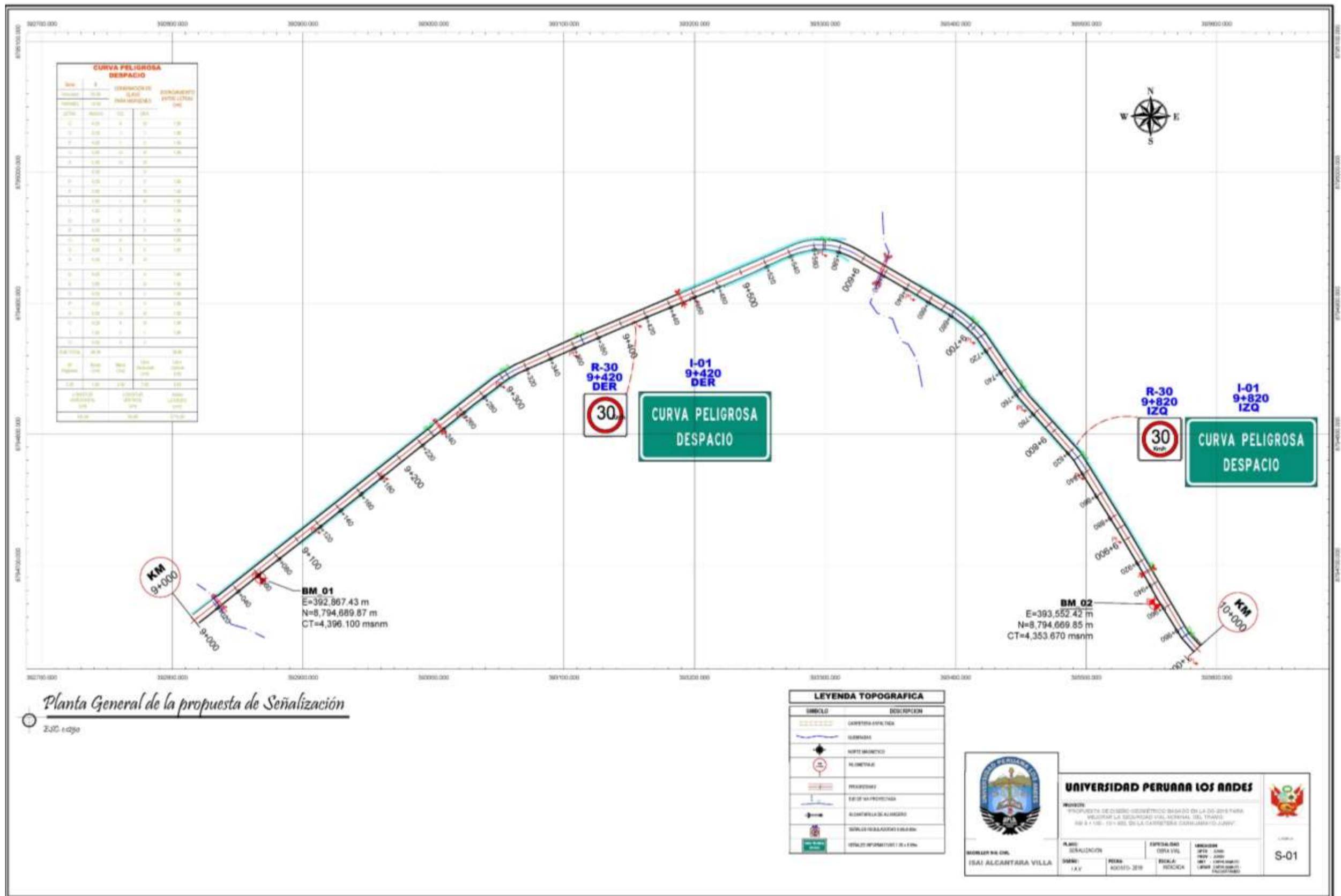
FECHA: ABRIL 2019

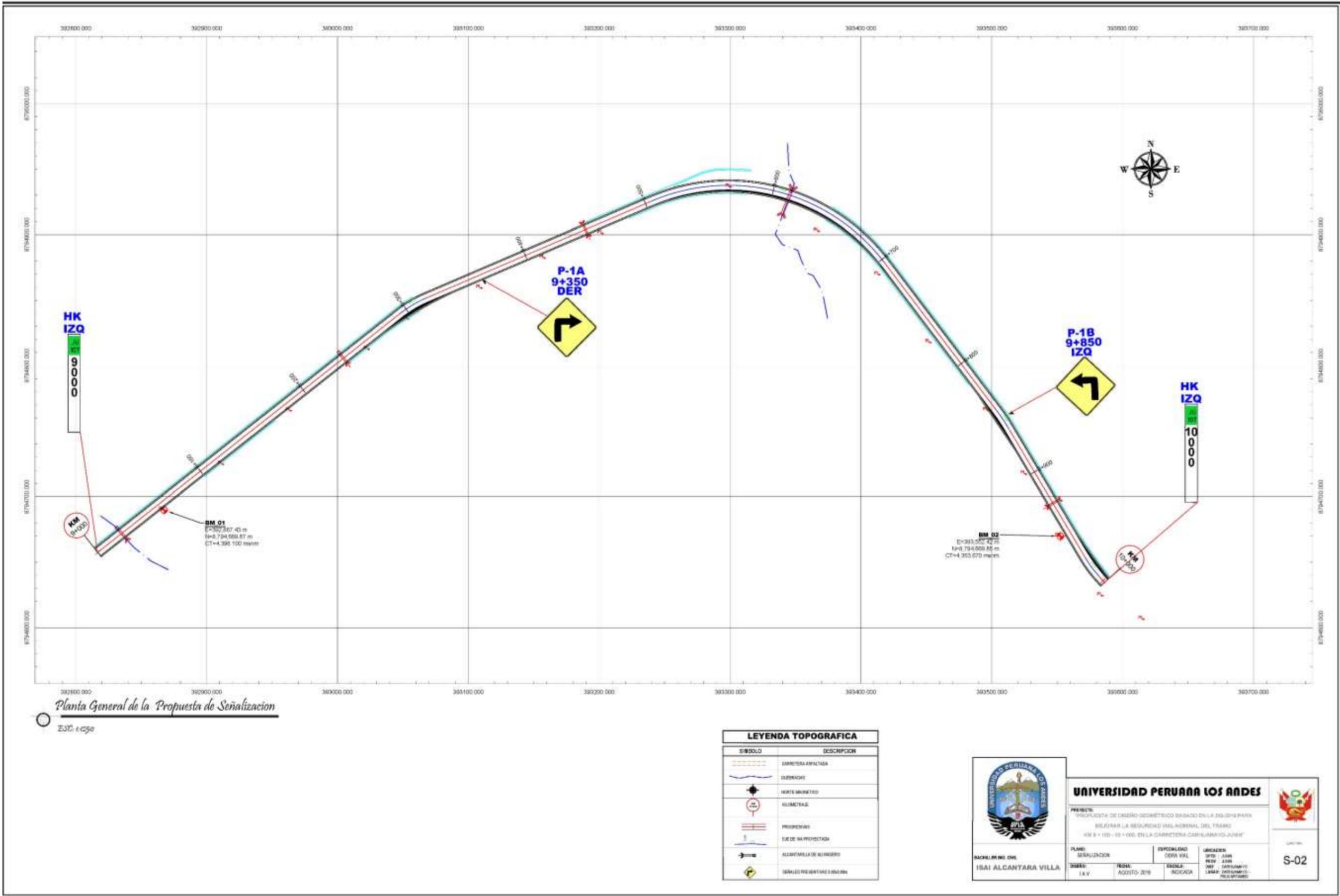
ESCALA: 1:400

PROYECTISTA: ISAI ALCANTARA VILLA

PP-02







Planta General de la Propuesta de Señalización

Escala: 1:250

LEYENDA TOPOGRAFICA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CARRERA ASFALTADA
	ELERACION
	NORTE MAGNETICO
	KILOMETRAJE
	PROPUESTA
	EJE DE PROYECCION
	ALINEAMIENTO ALTERNOS
	SEÑALES PROPOSTAS Y EXISTENTES



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO BASADO EN LA INGENIERÍA PARA MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL, ROYAL DEL TRAZO 102 8 + 100 - 00 EN LA CARRETERA CAYLAMA-VILVILLA

NACIONALIDAD: OMI  
 ISAJ ALCANTARA VILLA

PLANO: SEÑALIZACION	ESPECIALIDAD: OBRAS VIAL	UBICACION: SP01 - LARA
FECHA: 14 V	FECHA: AGOSTO 2019	ESCALA: 1:250
		LABOR: DISEÑO Y SEÑALIZACION



S-02

## **Anexo VII: Panel fotográfico**



**Figura N°01:** Mapa vial del distrito de Carhuamayo – Junín



**Figura N°02:** Vista panorámica de todo el tramo de estudio



**Figura N°03:** Inicio del tramo Km 9+000 – 10+000 Carretera Carhuamayo – Paucartambo.



**Figura N°04:** Se observa el levantamiento topográfico y toma de datos del tramo Km 9+00.00 – 10+000 Carretera Carhuamayo – Paucartambo.



**Figura N°05:** Levantamiento topográfico y toma de datos del tramo Km 9+00.00 – 10+000 Carretera Carhuamayo – Paucartambo.



**Figura N°06:** Se observa la toma de datos como es la medida de las bermas existentes.



**Figura N°07:** Se observa la toma de datos como es la medida de las cunetas existentes.



**Figura N°08:** Partes de vidrios rotos, plásticos de para choque, limpia parabrisas y otros, producto de los accidentes de tránsito, esto en el PI N°04 denominado “Curva del Diablo”.



**Figura N°09:** Se observa partes de vidrios rotos, plásticos de para choque, limpia parabrisas y otros, producto de los accidentes de tránsito, esto en el PI N°04 denominado “Curva del Diablo”.



**Figura N°10:** Se observa partes de vidrios rotos, plásticos de para choque, limpia parabrisas y otros, producto de los accidentes de tránsito, esto en el PI N°04.



**Figura N°11:** Se observa un nicho o en el PI n° 04, producto de un accidente de tránsito.