



# **UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA VIAL CON MENCIÓN EN CARRETERAS.**

**PUENTES Y TÚNELES**

**VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN TANGENTE Y CURVA MEJORA LA**

**CONSISTENCIA GEOMÉTRICA EN CARRETERAS**

**BIDIRECCIONALES. RUTA PE-3N HUÁNUCO – PASCO 2021.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
INGENIERA VIAL CON MENCIÓN EN CARRETERAS, PUENTES Y**

**TÚNELES**

**AUTOR**

**PACHECO TRUJILLO, DANGELO HENRY**

**(ORCID: 0000-0003-0234-8193)**

**ASESORA**

**ROQUE PAREDES, OFELIA**

**(ORCID: 0000-0001-8280-021X)**

**LIMA, PERÚ**

**2023**

## **Metadatos Complementarios**

Pacheco Trujillo Dangelo Henry

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 41264219

## **Datos de asesora**

Roque Paredes Ofelia

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 06243124

## **Datos del jurado**

JURADO 1: Narvaez Rivero, Tessie Nelly, DNI N°07916766, ORCID 0000-0002-2842-9143

JURADO 2: Aramayo Pinazo Francisco Antonio, DNI N°01322435, ORCID 0000-0002-4423-1105

JURADO 3: Huertas Mantilla, Leonardo Percy, DNI N°47355739, ORCID 0000-0002-4423-1105

## **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 732527

Código del Programa: 2.01.05



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

LICENCIAMIENTO INSTITUCIONAL RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 040-2016-SUNEDU/CD



Rectorado  
Secretaría General

ANEXO N°1

### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Dangelo Henry Pacheco Trujillo, con código de estudiante N° 201912240 con DNI N°41264219, con domicilio en Av. Los Ruiseñores 465 Edif. N Dpto 604 distrito Santa Anita, provincia y departamento de Lima, en mi condición de Maestro en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles de la Escuela de Posgrado de la Maestría en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles, declaro bajo juramento que:

La presente tesis **titulado**: “Velocidad de operación en tangente y curva mejora la consistencia geométrica en carreteras bidireccionales. Ruta PE-3N Huánuco – Pasco 2021” es de mi única autoría, bajo el asesoramiento de la docente Dra. Ofelia Roque Paredes, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 20% de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 13 de noviembre de 2023



Nombres y Apellidos: Dangelo Henry Pacheco Trujillo

DNI N° 41264219

Se debe colocar la opción que corresponda, realizar lo mismo en todo el texto del documento.  
"formamos seres humanos para una cultura de Paz"

# VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN TANGENTE Y CURVA MEJORA LA CONSISTENCIA GEOMÉTRICA EN CARRETERAS BIDIRECCIONALES. RUTA PE-3N HUÁNUCO – PASCO 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	Ana María Pérez Zuriaga. "CARACTERIZACIÓN Y MODELIZACIÓN DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN CARRETERAS CONVENCIONALES A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN NATURALÍSTICA DE LA EVOLUCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2015 Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<a href="https://repositorio.escuelaing.edu.co">repositorio.escuelaing.edu.co</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<a href="https://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<a href="https://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	<b>1%</b>

7	<a href="http://congresotransporte.uchile.cl">congresotransporte.uchile.cl</a> Fuente de Internet	1 %
8	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
9	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	David Llopis Castelló. "Desarrollo de una metodología para el diseño y mejora de carreteras convencionales a partir del análisis de la seguridad vial mediante modelos de consistencia.", Universitat Politecnica de Valencia, 2018 Publicación	1 %
11	<a href="http://repositorio.udec.cl">repositorio.udec.cl</a> Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
13	<a href="http://ingenieria.ute.edu.ec">ingenieria.ute.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1 %
15	<a href="http://m.riunet.upv.es">m.riunet.upv.es</a> Fuente de Internet	1 %
16	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1 %

17	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1 %
18	<a href="http://biblioteca.mti.gob.ni:8080">biblioteca.mti.gob.ni:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://transparencia.mtc.gob.pe">transparencia.mtc.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://digibug.ugr.es">digibug.ugr.es</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://repositorio.unicauca.edu.co:8080">repositorio.unicauca.edu.co:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://ri-ng.uaq.mx">ri-ng.uaq.mx</a> Fuente de Internet	<1 %

29	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
31	Carlos Llorca García. "Análisis del adelantamiento en carreteras convencionales y propuesta de modelos para la mejora del diseño y de la señalización de las mismas.", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2015 Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
35	<a href="http://dspace.unach.edu.ec">dspace.unach.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl">repositorioslatinoamericanos.uchile.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 30 words



**Dedicatoria**

A mi esposa Pilar, a mis hijos Christie, Alisse y Alexander

A mis padres Luis y Carmela

A Dios por siempre guiarme y orientar mi camino.

**Agradecimiento**

A la Universidad Ricardo Palma y docentes de  
Post Grado de la Universidad Ricardo Palma  
de la Maestría en Ingeniería Vial Mención  
en Carreteras, Puentes y Túneles  
por haber permitido ampliar  
conocimientos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	8
INTRODUCCIÓN .....	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. Descripción del Problema .....	12
1.2. Formulación del Problema .....	17
1.2.1. <i>Problema general</i> .....	17
1.2.2. <i>Problemas específicos</i> .....	17
1.3. Importancia y Justificación del Estudio .....	18
1.4. Delimitación del estudio .....	19
1.5. Objetivos de la Investigación .....	20
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	20
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. Marco histórico .....	21
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema .....	23
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio (teorías, contribución). 36	
2.4. Definición de términos básicos .....	40
2.5. Hipótesis.....	42
2.5.1. <i>Hipótesis General</i> .....	42
2.5.2. <i>Hipótesis Específica</i> .....	42
2.6. Variables .....	43
2.6.1. <i>Variable Independiente</i> .....	43
2.6.2. <i>Variable Dependiente</i> .....	43
2.6.3. <i>Operacionalización</i> .....	44
2.6.4. <i>Dimensiones e indicadores</i> .....	45
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	46
3.1. Enfoque, tipo, método y diseño.....	46
3.2. Población y Muestra.....	48
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad) ....	49
3.4. Descripción de procedimientos de análisis. ....	50

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
4.1. Resultados .....	51
4.1.1. <i>Análisis Descriptivo</i> .....	51
4.1.2. <i>Análisis Inferencial</i> .....	69
4.2. Análisis de Resultados .....	75
CONCLUSIONES .....	76
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS: .....	79
5. ANEXOS.....	84
5.1. Anexo 1: Declaración de Autenticidad .....	84
5.2. Anexo 2: Matriz de consistencia .....	85
5.3. Anexo 3: Matriz de Operacionalización .....	87
5.4. Anexo 4: Protocolos o Instrumentos .....	88
5.5. Anexo 5: Validez de Juicio de Expertos .....	92
5.6. Anexo 6: Formatos procesados .....	119

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización .....	44
<b>Tabla 2:</b> Velocidad en curva por sector .....	52
Tabla 3: Percentil 85 de la velocidad en curva .....	57
<b>Tabla 4:</b> Velocidad en tangente por sector .....	59
<b>Tabla 5:</b> Percentil 85 de la velocidad en tangente .....	64
<b>Tabla 6:</b> Estimación velocidad de operación en tangente.....	66
<b>Tabla 7:</b> Estimación velocidad de operación en curva, según Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018).....	66
<b>Tabla 8:</b> Estimación velocidad de operación en curva, según Pérez 2012 .....	67
<b>Tabla 9:</b> Estadístico de prueba .....	69
<b>Tabla 10:</b> Análisis Correlacional de Velocidad de Operación (Percentil 85) con la Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de II, de Lamm et al., 1999) .....	72
<b>Tabla 11:</b> Análisis Correlacional de la Velocidad de Operación de Modelo de Estimación con la Consistencia de Diseño Geométrico del Criterio de II.....	73
<b>Tabla 12:</b> Matriz de Consistencia .....	85
<b>Tabla 13:</b> Matriz de Operacionalización.....	87
<b>Tabla 14:</b> Formato de medición de velocidad de operación con percentil 85 .....	88
<b>Tabla 15:</b> Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción.....	89
<b>Tabla 16:</b> Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85).....	90
<b>Tabla 17:</b> Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación. ....	91

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> Países con leyes de velocidad que cumplen con las mejores prácticas, 2017 .....	12
<b>Figura 2:</b> Excesos de velocidad detectados por tipo de vehículo en el Perú – 2020 .....	13
<b>Figura 3:</b> Excesos de velocidad detectados por tipo de vehículo en el Perú – 2021 .....	13
<b>Figura 4:</b> Muertes por tipo de usuario de la vía.....	14
<b>Figura 5:</b> Vehículos Involucrados en accidentes de tránsito, según tipo, 2009.....	16
<b>Figura 6:</b> Mapa conceptual .....	36
<b>Figura 7:</b> Velocidad de 180 vehículos en Curva .....	58

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar si la velocidad de operación en tangente y curva mejora la consistencia de diseño geométrico. La investigación se desarrolla bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, explicativa y experimental. La muestra estuvo conformada por 4 sectores de la Carretera Huánuco a Pasco, 4 en el grupo experimental y 4 en el grupo control.

En cada sector de tangente y curva se realizó mediciones de tiempo y longitud de recorrido y toma de información que ha permitido obtener la velocidad de operación con el percentil 85 de la distribución de velocidades y con modelos de estimación, luego se calculó de la consistencia del diseño geométrico con el criterio de seguridad II de Lamm et al., 1999, y a través de la evaluación con Pearson, se obtuvo como resultado que la velocidad de operación (percentil 85) influye significativamente en la consistencia de diseño geométrico de elementos geométricos sucesivos y que a mayor velocidad de operación (Percentil 85) se tiene una mejor consistencia de diseño geométrico.

**Palabras Clave:** Consistencia de diseño geométrico, velocidad de operación, diseño geométrico, carretera.

## ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate if the speed of operation in tangent and curve improves the consistency of geometric design. The research is developed under the quantitative, applied, explanatory and experimental approach. The sample consisted of 4 sectors of the Huánuco to Pasco Highway, 4 in the experimental group and 4 in the control group.

In each sector of tangent and curve, measurements of time and length of travel were made, as well as information gathering that has allowed obtaining the operating speed with the 85th percentile of the speed distribution and with estimation models, then the consistency of the flow was calculated. geometric design with the security criterion II of Lamm et al., 1999, and through the evaluation with Pearson, it was obtained as a result that the speed of operation (percentile 85) significantly influences the consistency of geometric design of successive geometric elements and that the higher the operating speed (85th percentile) there is a better consistency of geometric design.

**Key Words:** Consistency of geometric design, speed of operation, geometric design and road



## INTRODUCCIÓN

Se estudio las velocidades de operación en tangente y curva con el Percentil 85 y métodos de estimación, así como también la consistencia de diseño geométrico en carreteras bidireccionales para nuestro caso de estudio la Ruta PE-3N Huánuco – Pasco en el año 2021, con el criterio de seguridad II de Lamm et al., 1999.

Las carreteras del Perú y el mundo requieren reducir los accidentes, por lo que se evalúa la mejora de la consistencia diseño geométrico, para lo que se tomó los datos de campo que permitió obtener el percentil 85 de la distribución de las velocidades y con los modelos de estimación las velocidades de operación, con el que se evaluó la consistencia diseño geométrico utilizando para este caso el método de Lamm et al., 1999, Criterio II. Las limitaciones del estudio investigaciones nacionales relaciones al tema.

Este trabajo de investigación contiene cuatro capítulos: Capítulo I, Planteamiento del problema, donde se busca conocer la influencia de la velocidad de operación en tangente y curva en la consistencia de diseño geométrico en carreteras bidireccionales para nuestro caso de estudio la Ruta PE-3N Huánuco – Pasco en el año 2021, con el criterio de seguridad II de Lamm et al., 1999., en el Capítulo II: se realizó el Marco Teórico describiendo resúmenes de las Investigaciones relacionadas con el tema de estudio y sus variables, así como también su estructura teórica y científica de las variables (Velocidad de Operación y Consistencia de Diseño Geométrico), el Capítulo III, refiere el marco metodológico del trabajo de investigación identificado el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, explicativa y experimental enfoque tipo, método y diseño de la investigación, describiendo la población, muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos para obtener la velocidades de operación en

tangente y curva y la consistencia de diseño geométrico., el Capítulo IV, se explica los resultados y análisis de éstos, para luego realizar la contrastación y discusión de dichos resultados para validar las hipótesis planteadas en el capítulo II. Finalmente se tiene las conclusiones y recomendaciones. Dicho esto, el autor pone a disposición de la Universidad Ricardo Palma un trabajo de investigación que servirá como base a futuros proyectos viales ligados al desarrollo del país, por medio de esto lograr que se creen carreteras más seguras para los usuarios.

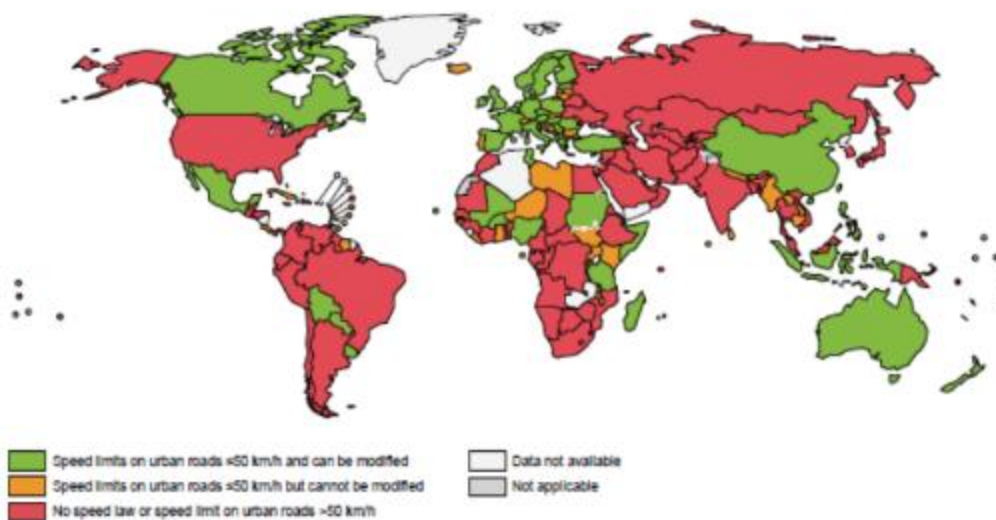
## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del Problema

La organización mundial de la salud realizó el “Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2018”, en la cual se tiene Países que cumplen las mejores prácticas de leyes de velocidad, como se tiene en el siguiente gráfico.

#### Figura 1:

*Países con leyes de velocidad que cumplen con las mejores prácticas, 2017*

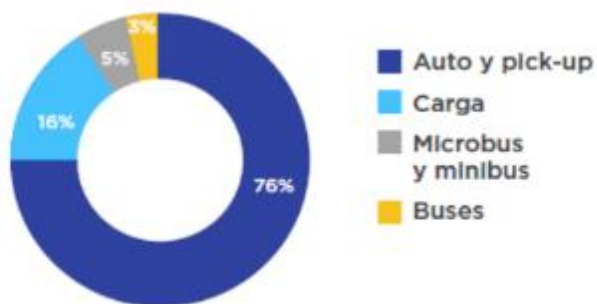


*Nota:* La figura muestra los “países con leyes de velocidad que cumplen las mejores prácticas en el año 2017”. Fuente: Organización mundial de la salud (p.11), 2018.

De la figura se tiene países que no cumplen con leyes de velocidad en el año 2017 en el mundo, América y en el Perú

**Figura 2:**

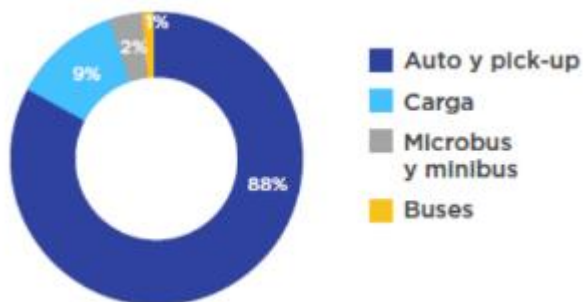
*Excesos de velocidad detectados por tipo de vehículo en el Perú – 2020*



*Nota:* El gráfico muestra los excesos de velocidad enero a diciembre 2020, reporte estadístico N°003-2021: fiscalización con cinemómetros, (p.03), 2021.

**Figura 3:**

*Excesos de velocidad detectados por tipo de vehículo en el Perú – 2021*

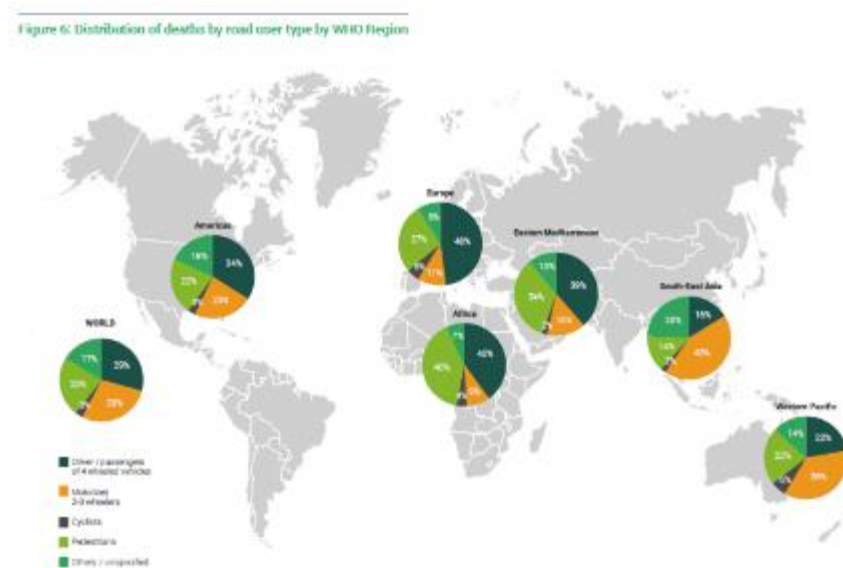


*Nota:* El gráfico muestra los excesos de velocidad enero a setiembre 2021, reporte estadístico N°012-2021: fiscalización con cinemómetro, (p.03), 2021.

Las figuras 2 y 3 muestran los excesos de velocidad detectados por la SUTRAN en el Perú de acuerdo reporte estadístico N°003-2021 y N°012-2021 de fiscalización con cinemómetros del año 2020 (enero a diciembre) y año 2021 (enero a setiembre).

También tenemos las muertes por tipo de usuario de la vía.

**Figura 4:**  
*Muertes por tipo de usuario de la vía*



*Nota:* El gráfico representa los países con muertes por tipo de usuario de la vía en el año 2017. Fuente: Organización mundial de la salud (p.29), 2018.

En la figura N° 04 se muestra los accidentes en el mundo representa el 29% al 2017, y en américa del 34% del cual forma parte el Perú, siendo estos porcentajes más representativos que corresponde a conductores y pasajeros de vehículos de 4 ruedas.

Los accidentes de tránsito en parte se producen por que la velocidad de los vehículos supera a la velocidad de diseño, por la baja consistencia de diseño geométrico en las carreteras bidireccionales del Perú.

En el Perú la falta de estudios de velocidad para elección de modelos de estimación de velocidad de operación, tiene un impacto en el desarrollo de proyectos y obras viales en el diseño Geométrico, toda vez que no se conoce las velocidades de operación con los modelos que se adecuan al Perú, realizando un efecto en la seguridad y la comodidad del usuario lo que corresponde a la mejora de la consistencia geométrica.

Uno de los problemas más recurrentes que se presentan en el desarrollo de cualquier proyecto de carretera es la inconsistencia, lo que no se acomoda a la perspectiva de los conductores, originando el incremento del número de accidentes.

En la presente investigación se evaluó como influye la Velocidad de Operación en tangente y curva en la consistencia de diseño geométrico realizado para carreteras bidireccionales en el Perú siendo el caso de estudio en la carretera Huánuco - Pasco.

En el Manual de Diseño Geométrico del Perú del 2018 establece las ecuaciones de Fitzpatrick para estimar velocidades de operación, sin embargo, en otros países han realizado estudios de los modelos que se ajusta a sus carreteras como Mora 2018 indico los modelos que se ajustan a las carreteras de Colombia, por lo que es importante realizar estudios que relacionen los modelos de predicción o estimación para conseguir las velocidades de operación, en carreteras bidireccionales del Perú, para mejorar la consistencia de diseño geométrico, no se tiene en el Perú estudio de velocidades que hayan establecidos modelos de predicción o estimación.

La geografía en el Perú es accidentada lo que ha generado que se construyan carreteras con una consistencia geométrica no adecuada, lo que se debe mejorar para tener carreteras más seguras y cómodas para los usuarios, por lo que se requiere se realice estudios de velocidades de operación que indique los modelos que se ajustan a la geografía del Perú.

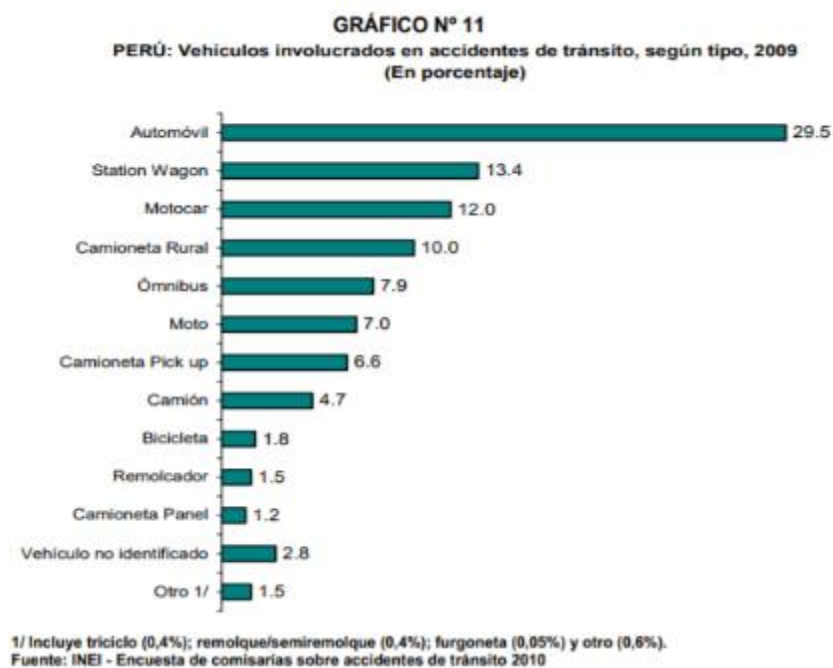
De acuerdo a estadistas del INEI los vehículos con mayor incidencia que se encuentran involucrados en accidentes de tránsito son los livianos.

Los accidentes en nuestro país se relacionan con los tipos de vehículos por lo que es importante agrupar en vehículos livianos y vehículos pesados, como se muestra

en la siguiente tabla del INEI donde se tiene que los tipos de vehículos involucrados en accidentes de tránsito según tipo realizado en el año 2009.

**Figura 5:**

*Vehículos Involucrados en accidentes de tránsito, según tipo, 2009*



*Nota:* El gráfico representa los vehículos involucrados en accidentes de tránsito en el Perú. Fuente: INEI (p.63) 2009.

El presente estudio se realiza la medición de velocidades para calcular el percentil 85 de la distribución de velocidades y estos se relaciona con modelos de estimación existentes, como aporte se puede incluirse en el manual de Diseño Geometrico del Perú los modelos que estima mejor para carreteras bidireccionales de acuerdo a los resultados de esta investigación, para mejorar la consistencia de diseño Geometrico.

Por lo expuesto, se propone la presente investigación indique que modelos de estimación provee la velocidad de operación (velocidad percentil 85), para mejorar la consistencia geométrica de carreteras bidireccionales del Perú.

## **1.2. Formulación del Problema**

Las variaciones de las velocidades de operación de modelos de estimación y el percentil 85, influye en la mejora de la consistencia de diseño geométrico, lo que genera una seguridad pobre o baja que puede conllevar a que los usuarios estén expuestos a accidentes en carreteras por no contar con una consistencia de adecuada, que permita tener velocidades (velocidad percentil 85) con los modelos de estimación que se ajuste a las carreteras bidireccionales del Perú.

La velocidad de operación a considerar para evaluar la consistencia de diseño geométrico a lo largo de un tramo de carretera con el modelo de Lamm et al., 1999, criterio de seguridad II, en elementos geométricos sucesivos como tangente y curva, se debe realizar con modelos que se ajusta para las carreteras bidireccionales del Perú, para tener un confort y seguridad del usuario.

### ***1.2.1. Problema general***

¿En qué medida la velocidad de operación (Percentil 85) de la tangente y curva influye en la mejora de la consistencia geométrica según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021?

### ***1.2.2. Problemas específicos***

¿En qué medida la velocidad de operación de los modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente influye en la mejora de la



consistencia geométrica, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021?

¿En qué medida la velocidad de operación de los modelos de estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente influye en la mejora de la consistencia geométrica, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021?

### **1.3. Importancia y Justificación del Estudio**

#### **Importancia:**

El presente estudio es importante para conocer si la velocidad de operación influye en la mejora de la consistencia geométrica de carreteras bidireccionales del Perú y si un modelo se ajusta para estimar las velocidades de operación, para mejorar la seguridad vial.

Mora (2018) indica que un modelo no puede ser universalmente admitido para estimación de velocidad de operación.

Pérez (2012) señala que la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de una carretera es la principal herramienta para el estudio y mejora de la seguridad vial del mismo.

#### **Justificación:**

Justificación teórica, se evaluó la velocidad de operación del percentil 85 y los modelos de estimación como mejora la consistencia geométrica por el criterio II de Lamm et al, 1999.

Mora (2018) realizó una investigación para la selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia.

Justificación práctica, el beneficio de la presente investigación es tener carreteras bidireccionales en el Perú que brinde mayor seguridad y confort al usuario.

Justificación metodológica, esta investigación permite conocer la velocidad de operación de carreteras bidireccionales del Perú, con los modelos de estimación que se ajusten, mejorando la consistencia de diseño geométrico para carreteras bidireccionales.

Pérez (2012) en su investigación indica que la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de una carretera es la herramienta principal para estudio y mejora de la seguridad vial. Una baja consistencia del diseño geométrico ocasiona que la geometría de la carretera no se ajuste a las expectativas de los conductores y, por tanto, que estos puedan verse sorprendidos ante ciertas configuraciones de esta.

#### **1.4. Delimitación del estudio**

Delimitación teórica, el presente estudio se realiza con el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, que consiste en evaluar la variación de la velocidad de operación (V85) en elementos sucesivos de tangente y curva de la carretera.

Delimitación espacial del caso de estudio se limita en la carretera de Ruta PE-3N Huánuco – Pasco ubicada en el departamento Huánuco y Pasco seleccionadas intencionalmente.

Delimitación temporal: la recolección de datos del estudio se realizó entre los meses de noviembre y diciembre del año 2021.

Delimitación temática: La finalidad del presente estudio es conocer la velocidad de operación para mejorar la consistencia de diseño geométrico en carreteras bidireccionales del Perú, mejorando la seguridad y el confort para el usuario.

## **1.5. Objetivos de la Investigación**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Evaluar en qué medida la velocidad de operación (Percentil 85) de la tangente y curva influye para mejorar la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales, utilizando criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- ✓ Evaluar en qué medida la velocidad de operación según modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente influye para mejorar la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales, utilizando criterio de seguridad desarrollados por Lamm et al., 1999, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.
- ✓ Evaluar en qué medida la velocidad de operación según modelos de estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente influye para mejorar la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales, utilizando criterio de seguridad desarrollados por Lamm et al., 1999, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco histórico

#### 2.1.1 *Velocidad de operación*

McLean (1981), realizó el estudio del comportamiento de velocidad del conductor, donde recomienda que los criterios de diseño para alineaciones de bajo estándar se modifiquen para adaptarlos al comportamiento real del conductor.

Lamm y Choueiri (2001), en su investigación titulado Recomendaciones para evaluar la consistencia del diseño horizontal basada en Investigaciones en el estado de Nueva York indico que, en gran medida, maniobras críticas de manejo en zonas rurales de dos carriles las carreteras pueden estar relacionadas con velocidades vehiculares que son inconsistentes con la alineación de la carretera presentada al automovilista.

Pérez (2012), en su investigación concluye la velocidad de operación, se relaciona con el percentil 85 de la distribución de velocidades obtenida de vehículos ligeros circulando en condiciones de flujo libre en un tramo de carretera.

Hou, Sun y Edara (2012) en su investigación realizó prueba estadística para velocidades de percentil 85 y 15 con distribución asintótica de cuantiles de muestra

Mora (2018) realizó el estudio de que modelos de predicción de velocidades de operación se ajustan a las carreteras bidireccionales en Colombia.

García (2019) realizó en su investigación Calibración de Ecuaciones de Velocidades de Operación en Carreteras Rurales Montañas de Dos Carriles

Ofori (2021) realizó el estudio de Evaluación de la precisión del uso del percentil 85 de velocidad operativa para determinar los límites de velocidad indicados en los tramos de la carretera.

### **2.1.2 Consistencia Geométrica de carreteras**

MCLEAN (1981) realizó el estudio del comportamiento de velocidad del conductor y diseño de alineación de carreteras rurales, donde recomienda que los procedimientos de diseño deben estar dirigidos a asegurar que las variaciones en el estándar de alineación sean consistentes con las expectativas del conductor.

Fitzpatrick (2000) define la consistencia del diseño es cuando coincide el diseño de la vía con las expectativas del conductor, al igual que diferencias insignificantes entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño.

La consistencia es posible explicarse como la relación de la geometría de la carretera y las expectativas del conductor al

La consistencia geométrica puede interpretarse como la relación entre las características del trazado de una carretera y las expectativas de conductor al recorrer esta. (Sánchez Ordóñez, José Fernando, 2011)

Según Pérez (2012), la baja consistencia de la configuración geométrica origina que cumpla con lo esperan los choferes pudiendo sorprenderlos cuando se enfrentan a ciertas configuraciones de la vía.

Según Posada, Cadavid y Castro (2014) indican que la consistencia se emplea, para evaluar parte de la seguridad en las vías, durante el diseño al igual que en la operación.

Blasco (2017) en su estudio de mejora de la seguridad vial en la carretera CV-372 desde PK 0+000 al PK 4+450 estudio de soluciones a escala cuyo objetivo es la mejora la seguridad vial de la carretera CV-372, Para ello se analiza los accidentes ocurridos, su tipología, la intensidad y composición del tráfico y las características de la

carretera desde el punto de vista del trazado en planta, sección transversal, trazado en alzado.

Hernández (2020) en su estudio seguridad vial en la carretera CV-795 entre Alcoy y Banyeres de Mariola, en la provincia de Alicante. En primer lugar, se ha realizado una caracterización completa del tramo en estudio, recopilando datos como el estado de alineaciones tanto en planta como en alzado, accesos e intersecciones o estado del firme. A continuación, se ha pasado a realizar diferentes análisis. Estos han sido de concordancia con la normativa de trazado en vigor, de consistencia del trazado geométrico, de visibilidad, de tráfico y de accidentalidad.

## **2.2. Investigaciones relacionadas con el tema**

Para la presente tesis estaremos tomando en cuenta investigaciones que se relacionan con el tema:

### **Internacionales**

Ofori-Addo, H. (2021), *Evaluating the accuracy of using the percentile operating speed to determine posted speed limits on road segments*, para obtener el grado de Maestra en Ciencia. Universidad de Luisiana en Lafayette, Estados Unidos. El estudio evaluó la precisión del uso del percentil de velocidad de operativa para determinar los límites de velocidad publicadas en los tramos de carretera, realizando en su objetivo la evaluación del uso de la velocidad del percentil 85 como un factor de consideración clave para determinar el límite de velocidad indicado de una carretera. La velocidad se considera un componente importante de la infraestructura y el diseño del transporte porque mide, directa e indirectamente, la seguridad y la movilidad de la carretera. Los límites de velocidad indicados se establecen en las carreteras porque generalmente reflejan la velocidad segura y razonable asumida por la mayoría de los

conductores en la carretera. El MUTCD propone que las agencias de transporte establezcan límites de velocidad dentro de un rango de 5 mph del percentil 85 de velocidad del tráfico de flujo libre. Sin embargo, algunos estudios previos han mostrado inconsistencias en el uso de este percentil como velocidad base. La estimación incorrecta de las velocidades publicadas tiende a aumentar la frecuencia o el nivel de gravedad de un choque. Por lo tanto, el estudio busca investigar el uso de la velocidad operativa del percentil 85 como un factor de consideración clave para establecer límites de velocidad en las carreteras. Se seleccionaron un total de 93 sitios tanto en áreas rurales como urbanas que constan de 67 arterias y 26 carreteras interestatales en Luisiana. Los datos de velocidad se obtuvieron de INRIX, un proveedor externo. Utilizando la recomendación de MUTCD como referencia, se desarrolló un modelo de regresión logística para distinguir entre las diferencias de velocidad que se encontraban dentro del rango de 5 mph de las velocidades publicadas y las diferencias de velocidad que estaban fuera del rango de 5 mph. Los resultados mostraron que los sitios con curvas con un radio de menos de 0,7 millas y los sitios en áreas rurales tenían menos probabilidades de tener una diferencia en las velocidades fuera del rango de 5 mph con razones de probabilidad (OR) de 0.338 y 0.336, respectivamente. Además, los límites de velocidad más altos publicados en los sitios dieron como resultado una mayor diferencia en las velocidades por encima del rango de 5 mph con un OR de 1,18. Se evaluaron datos de choques de cinco años para determinar los efectos de las discrepancias de velocidad en la frecuencia y el nivel de severidad de las carreteras seleccionadas. Los resultados mostraron que se observaron más choques en las carreteras cuando la diferencia de velocidad estaba fuera del rango de 5 mph.

García, I. (2020) en su investigación, “*Caracterización y modelización de la velocidad de operación ciclista en carreteras convencionales*”, para obtener el grado

Master Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo. Universidad Politécnica de Valencia, España. El estudio desarrolló y calibró un modelo que permita estimar la velocidad de los ciclistas en función de las características geométricas de la carretera, especialmente la geometría horizontal de esta y su pendiente, este estudio se centrará únicamente en las curvas circulares del trazado. En las vías que recorren los ciclistas y otros usuarios incrementa la posibilidad de que se produzca accidentes. Un indicador de la seguridad vial es la desigualdad de la velocidad de los vehículos motorizados y las bicicletas. Para el estudio, equiparon a dos grupos de ciclistas, de 12 y 28 usuarios, con un rastreador GPS de 1 Hz para obtener la velocidad y la ubicación, también emplearon cámaras en el extremo posterior de las bicicletas. Estos grupos realizaron dos recorridos diferentes, en un total de 112 kilómetros de registro. Los dispositivos colocados en las bicicletas no cambiaron el rendimiento de los ciclistas, siendo este un estudio observacional. Principalmente los resultados de este estudio estiman la velocidad de las bicicletas a la mitad de las curvas, mediante el análisis de las velocidades registradas en la mitad de las curvas se exhibe la relación entre la velocidad y la trayectoria horizontal (radio de la curva circular) y la trayectoria vertical (pendiente vertical). De los modelos propuestos para predecir la velocidad de operación de los usuarios con bicicletas, estos desarrollaron velocidades grandes en descenso y con una dispersión alta de datos en estos tramos. En los análisis se observó un débil efecto en la velocidad principalmente del radio en las curvas con descenso. El modelo que propone esta investigación ayuda a estimar los distintos percentiles de velocidad que realizan los usuarios de bicicletas. Así como la velocidad de operación, V85, como percentiles pequeños, V15, son de especial importancia para la seguridad vial debido a la posibilidad de colisión posterior entre coches y bicicletas.



Hernández, D. (2020), *Estudio de la seguridad vial de la carretera CV-795 entre el PK 1+970 (término municipal de Alcoy) y el PK 19+480 (término municipal de Banyeres de Mariola) en la provincia de Alicante*, para obtener el grado de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia, España. Este estudio tuvo como objetivo realizar un estudio integral de seguridad vial en la carretera CV-795 entre Alcoy y Banyeres de Mariola en la provincia de Alicante. En primer lugar, se realizó una caracterización completa del tramo objeto de estudio, recogiendo datos como el estado de los alineamientos de planta, perfil, accesos, intersecciones o estado de la vía. Luego, se realizaron varios análisis. Estos cumplen con las reglas de zonificación aplicables y la consistencia del diseño de ingeniería, la visibilidad, el tráfico y las tasas de accidentes. Estos análisis se realizaron con el objetivo de obtener datos confiables para poder diagnosticar los problemas de seguridad vial y decidir adecuadamente los problemas de seguridad vial cuando se implementan las medidas. Sugerencias para mejorar. Por tanto, el siguiente paso es recomendar mejoras en la seguridad vial en base a los datos obtenidos en los análisis. Estas propuestas incluyen cambios en el trazado (tanto en planta como en alzado), reordenación de vías de acceso, refuerzo de elementos de contención o provisión de elementos para crear el portal de Urban Banyeres de Mariola como señalización definida, pavimento rugoso o ópticas estrechas. Luego, la eficacia de las medidas propuestas se evalúa utilizando varios métodos, como la función de desempeño de seguridad (SPF), el factor de modulación de fallas (CMF) y un nuevo análisis de consistencia geométrica o cálculos de nivel de servicio en cinco horizontes. Después de eso, todas las medidas propuestas están sujetas a evaluación económica. Finalmente, una vez conocidos tanto los efectos esperados como los costes económicos de cada

medida, se propuso un esquema de mapeo de su implementación en el tiempo, asumiendo que todas eran significativas, aunque unas no lo fueran más que otras.

Gómez, G. (2020), *Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera Serra")*, utilizando la metodología iRAP, para obtener el grado de Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo. Universidad Politécnica de Valencia, España. El estudio se ha realizado en la provincia de Valencia tuvo como objetivo la evaluación de la seguridad vial con la metodología que concede el programa iRAP (International Road Assessment Program) para un tramo en la vía CV-310 entre Betera y Serra. El cual tiene un recorrido que cruza zonas urbanas que consideran como ruta para usuarios ciclistas. Para lograr objetivos, requirió saber la información de operación y técnicos de la vía, por lo que se analizó el diseño del trazado para obtener información de la geometría en planta , perfil y sección transversal de la carretera en estudio, además, consideró para llegar al objetivo de su investigación, estudio de tráfico vehicular en el tramo de la vía, considerando que cuando se incrementa el flujo de usuarios, se incrementa la posibilidad de accidente, similarmente analizo la consistencia para conseguir más a detalle la seguridad vial de la carretera en estudio y revisar deficiencias del Diseño Geometrico. Al obtener la información operación y técnicos indicados, estableció el modelo del programa IRAP con las pruebas de video grabadas en campo del tramo de carretera. En consecuencia, este método es describir elementos de la ruta que pueden interferir en un accidente para determinar un nivel de seguridad para ocupantes de vehículos, motociclistas, ciclistas y peatones. La codificación, usando el software de apoyo VIDA - IRAP, es de estrellas, de las partes seleccionadas de la carretera recibió una calificación de estrellas (1 a 5 estrellas, con 1 estrella representa "carretera menos segura" y 5 estrellas representa "carretera más segura"), es así pues que consiguió una herramienta para identificar

tramos que pueden tener posibilidad que se produzca un accidentes y defectos de la seguridad vial, estimando la cantidad de muertos y heridos graves en el tramo de la carretera de estudio. Luego, después de interpretar los resultados de los procedimientos efectuó diagnósticos de seguridad vial para comprender el problema y así desarrollar planes de inversión para carreteras más seguras, que incluyen proponer medidas para disminuir la cantidad de accidentes y/o disminuir la severidad de accidentes en heridos.

Cartes, P. (2019), *Efecto del estilo de conducción en la velocidad de operación en curvas verticales convexas de caminos bidireccionales*, para obtener el grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Civil. Universidad de Concepción, Chile, en su estudio señala que los modelos para predecir la velocidad de operación en las condiciones del trazado de la vía a los ingenieros viales, deja estimar el impacto de diseños geométricos en carreteras nuevas y existentes en los usuarios que recorren la carretera. Asimismo, se emplea para establecer la relación de la velocidad de diseño y velocidad de operación. En su investigación analizo la consecuencia los modos de conducción en la velocidad de operación en curvas verticales convexas de carreteras de doble sentido. Eligiendo 16 usuarios (conductores) que clasifíco por modo de conducción gracias al MDSI (inventario multidimensional del estilo de conducción). Luego con GPS de 10 Hz en los vehículos de los usuarios, se registró la velocidad con el que recorren en 40 curvas verticales convexas. Calibro los modelos de velocidad de operación - trazado vertical, por los modos de conducir de los usuarios. Concluyendo que ignorar los modos (estilos) de conducción de los modelos excluye la sensibilidad de la velocidad de operación ante el trazado vertical de las vías y tiene diferencias de hasta 8 km/h entre los modos de conducir de los usuarios. Por lo que es importante incorporar las variables de modo de conducción en los modelos.

Pérez, M. (2019), *Análisis de la seguridad vial de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 (provincia de Alicante) y propuestas de mejora*, para obtener el grado de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia, España. Señalo que el objeto de este análisis es el estudio de las deficiencias que se presentan en la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000, con el fin de determinar de manera exacta y precisa cual es estado actual de la vía, cuáles son los principales riesgos que esta presenta y la propuesta de diversas actuaciones de mejora que aumenten la seguridad vial. Para ello, se ha realizado el estudio de los diferentes factores que inciden en la seguridad vial de la autovía A-31. El estudio de la condición permite notar la realidad de características diferentes en los márgenes de la autovía, así como la existencia de obstáculos potencialmente peligrosos, visibilidad reducida y desmontes sin proteger que afectan a la seguridad de los usuarios. Mediante estudio del diseño existente se ha podido comprobar la adecuación de los elementos de la vía a los criterios y limitaciones impuestos por la Instrucción de Carreteras en su Artículo 3.1. El análisis del tráfico revela que en dos de los tres subtramos en los que se ha subdividido la vía las condiciones del tráfico son buenas, existiendo un nivel de servicio A. Sin embargo, en el subtramo central del trazado, el cual tiene un complicado trazado y una orografía compleja, el nivel de servicio se reduce hasta ser B en la mitad del tiempo. El análisis de la consistencia revela que existen, en el sentido creciente de PPKK, consistencia local es aceptable en tres tramos, por lo que la diferencia de velocidad entre elementos es de más de 10 km/h. En el sentido decreciente, la consistencia local es aceptable en cuatro tramos. La consistencia global de ambos sentidos es buena. El análisis de la accidentalidad permite determinar los puntos de conflicto en los que más accidentes se han producido a lo largo de los años. Así mismo, el análisis permite caracterizar de manera precisa la tipología de

accidente más usual en ambos sentidos. Con el estudio de todos los elementos con influencia en la seguridad vial posibilita realizar un diagnóstico de los problemas en el diseño de la vía. Con este diagnóstico, propone una serie de medidas para mejorar la seguridad vial en la autovía en estudio. Las proposiciones de mejoras en el tramo que preciso este estudio están destinadas a abordar los problemas existentes, mediante acciones de bajo o mediano costo. Por lo que a través de medidas en las que la relación entre el beneficio y el coste es máxima, se soluciona los problemas detectados en el diseño de la vía.

Mora, R. (2018), *Selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia*, para obtener el grado de maestro en ingeniería civil. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia. En este estudio, señala que la filosofía del trazado de carreteras ha avanzado con celeridad a lo largo de los últimos 30 años, razón por la cual apareció diversos enfoques que dejaron aumentar la visión cinemática mecanicista del diseño integrando aspectos de costos de los usuarios, manera de comportarse del conductor, seguridad vial e impactos ambientales y sociales. De esta manera el enfoque de consistencia en el trazado permite realizar una evaluación parcial de la seguridad en las vías, tanto en el periodo de diseño al igual que en la de operación; determinando el cambio en la velocidad de operación en relación con la velocidad de diseño a lo largo de la vía. Por lo que respecto a lo mencionado en este estudio realiza un análisis de consistencia en el diseño para una carretera, como en la carretera Bogotá – Villavicencio caso de este estudio. Por medio de revisión bibliográfica, agregando con trabajo de campo y recopilación de velocidades en los distintos tramos con anticipación escogidos, y luego un análisis estadístico, determino que modelos se adecua mejor al estado de trazados existentes en las que se encuentra la mayoría de carreteras en Colombia.

Calán Viteri, A. J. & González Muñoz, J. H. (2017), *Incidencia del trazado geométrico en sitios críticos de accidentalidad corredor perimetral de oriente de Bogotá vías los patios-guasca, salitre-sopó, Bogotá-Choachí-Ubaque – Colombia*, para obtener el grado de Magister en Infraestructura Vial. Universidad Santo Tomás, Colombia. Menciona que diferentes investigaciones se han realizado para contribuir en establecer la influencia de diseño geométrico a través del estado referente a la vía que inciden en la accidentabilidad a través de métodos deterministas o probabilísticos. En cambio, los que están estrechamente vinculados con los siniestros se basan en estudios de comparación de velocidades de diseño y de operación. Siendo esta última vinculada a lo que espera el usuario (conductor) del trazado de la vía. Aquí es donde destaca el concepto de consistencia geométrica dentro del estudio de la seguridad de las vías. Su objetivo general de este trabajo ha sido estudiar como incide el trazado en los accidentes a través de un estudio de caso, efectuando una investigación de los accidentes que permitiera describir su tipología y luego precisar los puntos críticos en los tres corredores materia de estudio, estableciendo también, las medidas en planta y perfil a través de una identificación geométrica que se basa a la topografía de las carreteras existentes que admite valorar la consistencia empleando modelos de predicción de velocidad de operación adoptados a Colombia de estudios anteriores y la elección por caracterización de tramos homogéneos con la evaluación parámetros del trazado existente como radios de curva horizontal, pendientes máximas e índice de cambio de curvatura vertical, a fin de comparar la diferencia entre la velocidad de diseño y operación de cada elemento geométrico y además comparar el incremento o disminución de la velocidad de operación entre elementos continuos, con el interés de conocer de esta forma, si las mayores deficiencias en consistencia del corredor pertenecían a los puntos críticos de accidentalidad.

Blasco, A. (2017), *Estudio de mejora de la seguridad vial en la carretera CV-372 desde PK 0+000 al PK 4+450, entre los municipios Pobla de Vallbona y Riba Roja del Turia (Valencia)*, para obtener el grado de Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo. Universidad Politécnica de Valencia, España. Indica que este trabajo consiste en un estudio de soluciones a escala cuyo objetivo es la mejora la seguridad vial de la carretera CV-372, Para ello se analiza los accidentes ocurridos en los últimos años, su tipología, la intensidad y composición del tráfico y las características de la carretera desde el punto de vista del trazado en planta, sección transversal, trazado en alzado y características del entorno por el que discurre y propone soluciones para cada problemática detectada en cada ámbito y establece un análisis multicriterio para la elección de la mejor solución.

J.J. Posada-Henao, S. Cadavid-Agudelo y L. Castro-Gómez (2014), *Consistencia en el diseño: Predicción de la velocidad de operación en carreteras*, Ingeniería Solidaria, 10(17), 39-47, Colombia. En su artículo describe la consistencia en el diseño y sus diversos enfoques, señalando los principales modelos que se han empleado y que se aplicaron a la fecha de su estudio en términos de perfiles de velocidad, con base en la velocidad de operación al que se observan que los usuarios que conducen sus vehículos en situaciones de tráfico bajo en la vía. Con el propósito de sintetizar los modelos de predicción, sin disminuir el valor esperado de los resultados, presenta una propuesta para juntar varios modelos existentes con características similares, logrando así un alto coeficiente de correlación que avale su validez. asimismo, realiza recomendaciones para el desarrollo de futuros modelos aplicables a las condiciones colombianas de vías de un solo sentido o de un solo sentido y dos calzadas.

Hou, Y., Sun, C., & Edara, P. (2012), *Statistical Test for 85th and 15th Percentile Speeds with Asymptotic Distribution of Sample Quantiles*, Transportation Research Record, 2279(1), 47–53, Estados Unidos. Indica que los percentiles 85 y 15 son dos parámetros que son comúnmente utilizado en ingeniería de tránsito y seguridad vial. Por ejemplo, el percentil 85 las velocidades se utilizan para establecer límites de velocidad y evaluar la efectividad de la seguridad se utilizan contramedidas y velocidades del percentil 15 para establecer velocidades de marcha para la señalización del tráfico. Pero la falta de una estadística simple la prueba de percentiles ha llevado a algunos investigadores a omitir el análisis estadístico o aplicar enfoques no ideales, como promediar los percentiles 85 o usar La prueba de proporción binomial. Este artículo presenta una prueba estadística para Percentiles 85 y 15 que se basan en la teoría de Crammer de lo asintótico distribución de cuantiles muestrales. Esta prueba es más simple de aplicar que los métodos de doble bootstrapping o regresión cuantil. Para ilustrar Su uso práctico, esta prueba cuantil se aplica a tres estudios de caso de muestra: luces de advertencia secuenciales en zonas de trabajo nocturno, límites de velocidad residenciales, y sincronización de señales peatonales.

Tomás Echaveguren (2012), *Análisis de consistencia de caminos bidireccionales usando mediciones continuas de velocidad de operación obtenidas con GPS*.

Universidad de Concepción de CHILE, Chile. En su trabajo evaluar el modelo de análisis de consistencia de Polus en función de perfiles de velocidad continuos. Este modelo analizo primero, luego realizo recopilación y el proceso de datos de velocidad empleando medidas y modelos directos. Lo que aplicó a 5 casos de estudio en los que ha medido la velocidad y el trazado mediante GPS, donde se obtuvieron perfiles de velocidad directos y teóricos. La información proceso mediante el filtro de Kalman y se suavizan mediante LOESS y seguidamente evaluó la consistencia de cada ruta. En la



cual concluye respecto al método de Polus y los perfiles de velocidad continua medida permiten conseguir una valoración partes largas de la carretera.

Tomás Echaveguren (2013). *Perfiles de velocidad de operación en curvas horizontales aisladas*. Congreso Chileno De Ingeniería De Transporte, (16), Chile. Como objetivo analizo el comportamiento de la velocidad en curvas horizontales aisladas con perfiles de velocidad. Los perfiles permiten caracterizar la velocidad entre la tangente de entrada y el final de la curva. Para lo cual utilizo datos de GPS en 34 curvas para calibrar nuevos modelos de velocidad de operación con los cuales realizo perfiles de velocidad. Por lo que propone nuevos modelos de perfiles de velocidad que se basa en medidas de velocidad obtenidas por GPS. Los modelos muestran que la modulación de la velocidad ocurre en la tangente de la entrada y no en el medio de la curva como indican los modelos convencionales. Concluye que los modelos de velocidad disponibles en la literatura no reflejan completamente el comportamiento del perfil de velocidad. Porque no incluye el ajuste de velocidad que ocurre al ingresar a la tangente y se supone que ocurre en el medio de la curva. Las evidencias que obtuvo en este trabajo indican que la adaptación se produce en la tangente de entrada, y por tanto en el inicio de la curva donde se observan los mayores efectos de curvatura. En cambio, dentro de la curva, no es relevante el efecto del radio y per si la velocidad de entrada.

Ruediger Lamm and Elias m. Choueiri, (2001). *Recommendations for Evaluating Horizontal Design Consistency Based on Investigations in the State of New York*, Transportation Research Record (0361-1981), Estados Unidos. Indico que, en gran medida, maniobras críticas de manejo en zonas rurales de dos carriles las carreteras pueden estar relacionadas con velocidades vehiculares que son inconsistentes con la alineación de la carretera presentada al automovilista. Un método para la identificación de alineaciones horizontales que crear problemas de transición de velocidad para el

automovilista y recomendaciones para corrección ellos, por ejemplo, throui el programa de repavimentación, restauración y rehabilitación (RRR), puede ayudar a mejorar la seguridad vial en esta porción importante de la red de carreteras. Un análisis basado en diseño, velocidad, volumen y datos de accidentes para 261 tramos de carretera de dos carriles rutas estatales rurales En el estado de Nueva York estableció (a) la relación entre la curvatura del parámetro de diseño alemán tasa de cambio, el grado de curva del parámetro de diseño estadounidense, y velocidades de funcionamiento de turismos para diferentes carriles anchos; (b) el efecto de parámetros de diseño adicionales y datos de volumen sobre velocidades de operación; (c) la relación entre grado de curva y tasa de accidentes para todos los anchos de carril y tipos de vehículos; (d) estimaciones de rangos razonables de grados de curva y las velocidades de funcionamiento correspondientes para buena, justa, y diseños pobres; y (e) recomendaciones para evaluar inconsistencia crítica en alineación horizontal. Aplicando estas recomendaciones, el ingeniero de carreteras podría controlar Inconsistencias menores en la alineación de carreteras, y detectar y corregir defectos geométricos mayores.

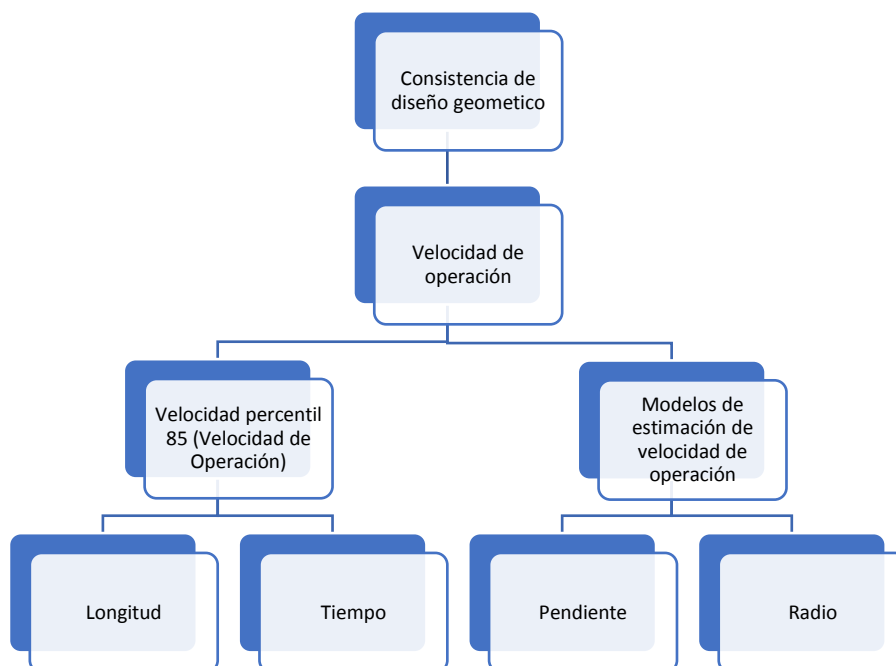
**Nacional:**

Gallardo, G. (2016), *La seguridad vial en el Perú*, para obtener el grado de maestro. Universidad de Piura, Perú. En su trabajo de investigación analizo la situación de la seguridad vial en el Perú identificando su nivel de implementación comparándola con Canadá. Con la identificación del estado relativo de la seguridad vial en el país puede ayudar a los que realizan la implementación de políticas públicas. Esta tesis propone un programa de seguridad vial que se podría realizar a nivel local. Concluye para disminuir los accidentes (muertes) en las vías del Perú precisando la necesidad de algunas variaciones fundamentales en el sistema de seguridad vial como: Primero reconocer que la seguridad vial en el Perú es un problema y que hay soluciones.

Segundo es tener un campeón nacional de seguridad vial. Tercero es iniciar un programa de desarrollo y fortalecimiento de capacidades en seguridad vial con sede en Perú.

### 2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio (teorías, contribución)

**Figura 6:**  
*Mapa conceptual*



*Nota:* Elaboración Propia

#### 2.3.1 Consistencia de diseño geométrico

Según Manual de Carreteras del Perú DG -2018 (2018), la consistencia del diseño geométrico de una carretera, se entiende como la relación de uniformidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que desea encontrar el conductor del vehículo que circula por la carretera.

#### 2.3.2 Velocidad de Operación

Según Manual de Carreteras DG -2018 (2018), La velocidad de operación se describe como la velocidad máxima a la que los usuarios con vehículos pueden recorrer

en una sección particular de la carretera, a la velocidad de diseño, en condiciones de tráfico, condiciones de la superficie de la carretera, condiciones climáticas y nivel de tráfico Interconexión con otras carreteras. y propiedades vecinas. Si hay poco tráfico e interferencia, la velocidad de circulación del vehículo en el orden de la velocidad de diseño en cada sección de la carretera es uniforme y no debe exceder esta velocidad. Con más tráfico, la superposición entre vehículos aumenta, lo que conduce a una reducción de la velocidad de operación de la subestación. Este concepto es la base para evaluar la calidad del servicio vial, así como el coeficiente de comparación de la carretera existente con características similares a la carretera del proyecto, para elegir la velocidad de diseño de los tramos más acordes con el servicio. quiere enviar Uno de los conceptos utilizados para estimar mejor la velocidad de operación es el llamado índice de velocidad 85, que es la velocidad a la que viaja el 85% de los vehículos. (p. 100).

### **Velocidad Percentil 85**

Según Manual de Carreteras del Perú DG -2018 (2018), consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos. Considerando la velocidad de operación en cada punto de la vía. (p.100), que corresponde al percentil 85 de la distribución de velocidades.

### **Velocidad de Diseño**

El Manual de Carreteras del Perú DG -2018 (2018), define que es la velocidad escogida para el diseño, sabiendo que será la velocidad máxima que se puede mantener con seguridad y comodidad, en un tramo de carretera especificado, cuando las condiciones de diseño sean favorables. (p. 96)

### **Velocidad Deseada**

Según Guide to Road Design Part 3, el término "velocidad deseada" refiere a la velocidad a la que los conductores quieren operar y es un componente fundamental del modelo de velocidad operación. (pág. 15)

Según Guide to Road Design Part 3, es la velocidad que el conductor adoptará u operará en los elementos de alineación menos restringidos de una sección razonablemente uniforme de la carretera. (pág. 17)

### **Velocidad en tangente**

Corresponde a la medición de la velocidad en línea recta de la carretera.

### **Velocidad en curva**

Corresponde a la medición de la velocidad en curva de la carretera.

### **Modelos de estimación de velocidad de operación**

Pérez (2012) manifiesta que los modelos de previsión de velocidad deben ser calibrados tomando en cuenta las condiciones locales y estar sujetos a revisiones a lo largo del tiempo. Las ecuaciones obtenidas para una condición no deben ser extrapoladas sin análisis previos, por lo que las condiciones locales deben analizarse de manera particular. Por lo tanto, cada país o región debe desarrollar perfiles de velocidad propios, que tomen en cuenta las características del parque vehicular y las condiciones geométricas del trazado.

### **Diseño Geométrico**

Según Cardenas G. (2002), describe el Diseño geométrico de carreteras indicando como el proceso de relacionar sus elementos físicos con las características operativas de un vehículo mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En ese sentido, la vía queda geoméricamente definida por el diseño de su eje en planta

y perfil y por el trazado de su sección transversal. El trazado en planta de una vía, es la proyección en un plano horizontal de su eje real o espacial. El mencionado eje horizontal está compuesto por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados las tangentes por curvas (pp. 37-38).

### **Tramo en Tangente (Tangente):**

Según Manual de Carreteras DG -2018 (2018), establece que las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño (p.127)

### **Curva:**

Morales H. (2006), menciona que las curvas que vemos que giran hacia la derecha o hacia la izquierda son las curvas horizontales o circulares.

### **Las Pendientes**

Morales H. (2006), indica que la pendiente es la razón entre la diferencia de elevación de dos puntos y la distancia que las separa (p. 86).

### **Calzada**

Morales H. (2006), indica zona de la carretera destinada al tránsito de los vehículos. Esta zona está subdividida en carriles, con un ancho suficiente para permitir la circulación de una fila de vehículos (p. 54).

### **Radios mínimos**

Según DG-2018 (2018), describe que los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad (p. 128).

## 2.4. Definición de términos básicos

**Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

**Carretera Pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida). (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

**Calzada:** Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

**Carril:** Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

**Consistencia de diseño geométrico:** la consistencia del diseño geométrico de una carretera, se entiende como la relación de uniformidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que desea encontrar el conductor del vehículo que circula por la carretera. (MTC, Manual de Carreteras del Perú DG -2018, 2018).

**Longitud máxima de las tangentes:** Es aquella que se pueda recorrer a la velocidad de diseño en un tiempo que garantice la mayor de 72 segundos. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Longitud Mínima de las tangentes:*** Es aquella que garantice la transición del peraltes y sobreanchos de dos curvas consecutivas. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Cota:*** Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Derecho de vía:*** Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva. Las obras necesarias para garantizar la seguridad y funcionamiento hidráulico en los ríos, quebradas y otros cursos de agua, no están limitadas a la indicada faja del terreno que constituye el Derecho de Vía. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Estadía o mira estadimétrica:*** Regla graduada que permite mediante un nivel topográfico, medir desniveles. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Talud:*** Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Tránsito:*** Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación). (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

***Velocidad de operación:*** Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo. (MTC, Manual de Carreteras del Perú DG -2018, 2018).



**Velocidad de diseño:** Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto. (Glosario de términos frecuentes en Proyectos de Infraestructura Vial, 2018).

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis General**

La velocidad de Operación (Percentil 85) de la tangente y curva mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.

### **2.5.2. Hipótesis Especifica**

La velocidad de Operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018), así como el modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)), mejora la consistencia de diseño geométrica, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999 de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.

La velocidad de Operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Pérez 2012 y de Fitzpatrick y Collins (2000)), mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999 de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.

## **2.6. Variables**

### **2.6.1. Variable Independiente**

Se tiene como variable independiente a la velocidad de operación en km/h, Mora (2018) en su investigación indica que se tiene diferentes modelos desarrollados internacionalmente para estimación de velocidad de operación y evaluar las diferencias en la velocidad de operación como función del trazado de la vía. Para ello, la velocidad de operación (V85) se define como el percentil 85 de la distribución de velocidades desarrolladas por los usuarios en condiciones de flujo libre en un tramo de vía.

$X_1 =$  Velocidad de operación

### **2.6.2. Variable Dependiente**

Se tiene como variable dependiente a la Consistencia del Diseño Geometrico, según Mora (2018), los criterios más manejados para la determinación de la consistencia están basados en el análisis del perfil de velocidad de operación, y permite evaluar parte de la seguridad en las vías, tanto en la etapa de diseño como en la de operación; identificando las diferencias de la velocidad de operación con relación a la velocidad de diseño a lo largo de una vía, quien depende del la variable independiente.

$Y_1 =$  Consistencia del Diseño Geometrico

### 2.6.3. Operacionalización

**Tabla 1:**

*Operacionalización*

Variable independiente	Indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítems
Velocidad de Operación	Velocidad percentil 85  Velocidad de operación del modelo de estimación que se ajusta a la velocidad percentil 85	Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo.	La velocidad de Operación medido con el percentil 85 de la distribución de velocidades y la velocidad de operación del modelo de estimación que se ajusta a la velocidad percentil 85	Percentil 85 de la distribución de velocidades  Modelos de Velocidad de Operación	Formato de Recolección Wincha o flexómetro Nivel Topográfico Cronometro Software (Excel) GPS	Indicado en los formatos de Recolección
Variable dependiente	Indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítems
Consistencia de diseño geométrico	Variación de velocidad de operación del percentil 85 de la distribución de velocidades y la velocidad de diseño para curvas y tangentes.  Variación de velocidad de operación según modelos de estimación para curvas y tangentes.	La consistencia de diseño geométrico permite que la geometría de la vía se ajuste a las expectativas de los conductores con un confort para los usuarios	Permite determinar la variación de velocidad percentil 85 de operación en relación a la velocidad de diseño	Variación de velocidad	Criterio de seguridad II desarrollado por Lamm et al., 1999	Indicado en los formatos de Recolección

*Nota:* Elaboración Propia

#### **2.6.4. Dimensiones e indicadores**

De la variable independiente

- ✓ Percentil 85 de la distribución de velocidad
- ✓ Modelos de Velocidad de Operación

De la variable dependiente

- ✓ Variación de velocidad

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Enfoque, tipo, método y diseño

Para esta investigación, hemos optado por un enfoque cuantitativo pues nos permite medir el problema de investigación de forma que podamos analizar su magnitud. Para lo cual se realizará una secuencia de fases sugeridas por este enfoque hasta llegar a la recolección de datos que, analizados con métodos estadísticos, nos ayudaron a dar una respuesta válida a las hipótesis planteadas anteriormente y a desarrollar la relación que existe de la velocidad de operación tangente y curva en carreteras bidireccionales en relación para mejorar la consistencia de diseño geométrico.

Sanchez y Reyes (2015) indican que, el enfoque cuantitativo supone procedimientos estadísticos de procesamiento de datos. Hace uso de la estadística descriptiva y/o inferencial. Hernández (2014) indica que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Cohen y Gómez (2019) indican que el proceso de medición con el enfoque cuantitativo se transforma los observables en datos, basándose en el procedimiento de la operacionalización, recurso metodológico que permite que una variable pueda obtener registros de la realidad a partir de la construcción de indicadores.

El tipo de investigación es Aplicado: Según Tamayo (2000) depende de los conocimientos y aportes de la investigación básica. Se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías. Confronta la teoría con la realidad. Al respecto Barriga (2005) precisa que este tipo de investigación resuelve problemas

de los medios técnicos para transformar la realidad o para organizar mejor la acción. Asimismo, señala que mientras la investigación teórica o básica se preocupa por producir cuerpos de conocimiento y validar su verdad o falsedad, las investigaciones aplicadas se rigen por la eficacia de los medios tecnológicos que producen. Por ello la presente investigación es aplicada ya que brindara alternativa de solución a la problemática encontrada de la influencia de la velocidad de operación de tangente y curva en la consistencia de diseño geométrica.

El método del diseño por el nivel de la investigación es descriptiva correlacional porque con los datos de medición en los sectores de la carretera de estudio describiré, cuantificare y usare estadística para obtener la velocidad de operación con la velocidad percentil 85 y se evaluara su relación con los modelos de estimación de velocidad de operación para carreteras bidireccionales en el Perú, para conocer la velocidad de operación según los modelos de estimación mejorando la evaluación de la consistencia de diseño geométrico.

Sanchez y Reyes (2015), indican que, los estudios explicativos son los orientados a buscar un nivel de explicación científica que a su vez permita la predicción. Asi mismo indica que, la Investigación Explicativa está Orientada a explicar o identificar las razones causales de la presencia de ciertos acontecimientos y siguiendo lo expuesto por Hernández y otros (2014) identificamos el nivel de nuestra investigación; se utilizaron dos alcances: (1) el nivel descriptivo explicativo porque tiene como finalidad describir las características de la carretera (velocidad de operación y la consistencia de diseño geométrico), así mismo donde afirman que estos alcances descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refieren y (2) el nivel correlacional porque mediremos nuestras variables, velocidad de operación

(V.I) y consistencia de diseño geométrico (V.D), y evaluaremos la relación entre ellas pues este estudio tiene como finalidad conocer el vínculo, de acuerdo a los modelos de estimación de velocidad de operación que se ajustan a las condiciones de diseño de las carreteras según las velocidades medidas en campo.

Según el diseño de la investigación por el propósito del estudio, es Observacional (no experimental), pues observamos los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para luego analizarlos, es decir, se realiza sin manipular deliberadamente las variables.

Según Hernandez (2014) el diseño no experimental, podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

### **3.2. Población y Muestra**

#### **Población**

La población de la presente investigación corresponde a la carretera Huánuco – Pasco de la Ruta 3N con una longitud de 110km ubicada en el departamento de Huánuco y Pasco.

Según Gallardo (2017), “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (Arias, 2006, p. 81)

## **Muestra**

Según Gallardo (2017), el muestreo no probabilístico son los procedimientos que no utilizan la ley del azar ni el cálculo de probabilidades; por ende, se desconoce la probabilidad de escoger un solo individuo y sus muestras son sesgadas y no se puede saber cuál es el nivel de confiabilidad de los resultados de la investigación (Ñaupas-Paitán et al., 2014; Salkind, 1999), y el muestreo por juicio (intencional u opinático): es el más expeditivo, el menos representativo y el más sesgado. Los elementos son escogidos con base en criterios o juicios establecidos por el investigador. Siendo el muestreo no probabilístico por juicio determinando que tengo 4 sectores.

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad)**

La técnica para la recolección de datos en la presente investigación es la observación, tomando en campo los tiempos y distancia de recorridos de vehículos, así como la medición de características geométricas de la carretera que se incluyen en los formatos validados por expertos que se encuentran en los anexos 4, 5, 6 y 7.

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos son: un nivel de topográfico, cronometro, GPS, Software Excel y wincha de mano.

El método utilizado es el criterio de seguridad II desarrollado por Lamm et al., 1999 para evaluar la consistencia de diseño geométrico, para lo cual se empleará la velocidad de operación obtenida del percentil 85 de las velocidades y los modelos de estimación que se ajustan a la velocidad percentil 85 obtenida a través de la medición de campo y formatos validados por expertos que se encuentran en los anexos 6 y 7.

Las técnicas e instrumentos utilizados nos permitió conocer las velocidades de operación según la distribución de velocidades y métodos de estimación, también se



obtuvo la consistencia de diseño geométrico en los sectores de estudio en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva.

### **3.4. Descripción de procedimientos de análisis.**

Se realizará el llenado de datos a un Excel de velocidades de los vehículos y características geométricas como longitud, pendiente, luego se realizará el procesamiento de información para determinar el percentil y velocidad de diseño según datos de campo y se relacionara la velocidad de operación con los modelos de estimación de velocidad de operación, analizando la mejora de consistencia geométrica por Lamm et al., 1999, para lo cual se aplicara la estadística descriptiva para este procesamiento de datos.

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

### **4.1. Resultados**

Se presentan los hallazgos de las técnicas estadísticas de procesamiento de datos para correlacionar y comparar las medidas tanto de la variable independiente y sus dimensiones, así como de la dependiente y sus subvariables.

#### ***4.1.1. Análisis Descriptivo***

Como resultado del trabajo de campo se ha obtenido las velocidades en tangente y curva por cada sector que se encuentra en la tabla N° 2 y 4, con lo que se ha determinado la velocidad de operación en curva con el (percentil 85 de velocidades en curva) y la velocidad de operación en tangente con el (percentil 85 de velocidades en tangente), con lo que se ha obtenido la consistencia de diseño geométrico en los sectores de estudio, lo que se encuentra en el numeral 4.1.1.1 y 4.1.1.2.

También se ha realizado la medición de características geométricas de cada sector con los que se ha determinado la velocidad de operación con modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) y Pérez 2012 para curva y Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente por cada sector, con lo que se ha estimado la velocidad de operación en curva y tangente, obteniendo la consistencia de diseño geométrico en cada sector, lo que se encuentra en el numeral 4.1.1.3.

##### **4.1.1.1. Cálculo del Percentil 85 de las Velocidades en curva (Velocidad de Operación en curva).**

Se ha tomado de campo 60 vehículos experimentales en 3 puntos lo que ha generado 180 velocidades para cada sector en curva con la que se ha determinado la velocidad de operación con el percentil 85 de las velocidades en curva.

**Tabla 2:**  
*Velocidad en curva por sector*

SECTOR	VELOCIDADES OBTENIDAS DE CAMPO (km/h)		PERCENTIL 85 DE VELOCIDADES EN CURVA (km/h)
	74.61	97.37	65.29
	62.60	69.38	93.02
	88.74	87.63	89.04
	84.67	93.02	105.38
	76.30	100.30	100.91
	47.27	62.13	66.60
	101.33	100.91	134.27
	71.62	52.52	111.00
	52.87	66.07	80.43
	47.00	48.97	67.14
	61.45	60.55	89.04
	48.19	103.42	80.43
	63.57	75.34	117.25
	40.27	54.95	64.79
	37.62	47.84	73.67
	76.51	93.54	103.42
	57.38	67.14	67.96
	79.05	85.38	100.91
	42.08	49.26	61.21
	56.53	54.59	109.54
SECTOR 1	52.24	47.30	43.36
	45.00	64.79	102.78
	60.03	55.50	91.48
	49.44	60.77	90.00
	44.61	53.54	67.96
	41.56	62.59	54.59
	69.19	74.00	102.15
	49.96	55.13	71.77
	54.85	55.13	77.44
	50.04	57.41	92.50
	74.51	117.25	102.78
	62.53	69.09	93.02
	93.69	87.63	89.04
	93.23	93.02	85.82
	76.20	100.30	102.78
	47.23	62.13	66.33
	101.15	100.91	96.80
	71.53	52.36	57.81
	52.82	66.07	57.61
	46.96	48.83	78.17

96.33

61.39	60.33	88.56	
52.58	78.54	102.15	
70.56	75.00	96.24	
40.25	42.37	66.60	
37.60	53.19	84.52	
76.40	93.54	102.78	
57.32	67.14	73.35	
78.94	85.38	99.11	
42.05	49.26	60.99	
56.19	54.59	90.98	
55.70	47.30	94.07	
44.96	64.53	99.11	
59.97	55.32	75.00	
49.39	60.55	90.00	
44.58	53.37	67.68	
41.53	77.08	77.08	
69.11	64.79	105.38	
49.91	55.13	70.55	
54.79	55.13	76.03	
50.00	57.22	75.68	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>180</b>	
68.77	43.48	70.87	
67.00	77.59	62.94	
79.26	63.83	76.92	
72.62	60.40	96.77	
71.71	37.04	94.74	
41.87	36.00	56.96	
42.78	48.39	74.38	
70.04	54.55	65.69	
25.23	28.48	35.02	
45.98	37.04	45.92	
84.17	100.00	85.71	
92.03	66.67	103.45	
50.04	31.25	45.69	
88.74	138.46	94.74	
99.22	60.00	68.18	
99.91	43.90	90.00	
58.02	73.77	112.50	
73.55	67.16	94.74	
85.68	57.32	130.43	
56.47	48.13	67.67	
50.53	65.22	60.81	
98.20	73.17	116.88	
76.51	88.24	57.69	
53.81	52.33	65.69	
<b>SECTOR 2</b>			92.14

77.86	66.67	97.83	
45.32	48.39	54.88	
60.99	54.55	56.25	
65.61	45.69	49.72	
63.85	54.55	54.55	
71.44	70.87	73.77	
65.31	43.27	70.87	
63.71	77.59	62.94	
79.26	63.83	76.92	
72.62	60.40	92.78	
71.71	35.02	90.91	
41.72	34.09	56.96	
43.23	62.50	74.38	
69.95	73.17	65.69	
25.22	28.39	34.88	
45.94	36.89	48.39	
89.72	98.90	76.92	
82.23	66.18	102.27	
50.00	31.14	45.45	
88.74	138.46	94.74	
100.62	60.00	68.18	
101.33	43.69	54.88	
57.96	72.58	107.14	
73.55	67.16	94.74	
85.55	57.32	130.43	
56.42	48.13	55.21	
50.49	65.22	50.56	
98.03	73.17	115.38	
76.40	88.24	76.27	
53.76	52.33	81.82	
77.86	66.67	96.77	
45.32	48.39	54.88	
60.93	54.55	56.25	
65.61	45.69	49.72	
63.85	54.55	54.55	
71.44	70.87	73.77	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>180</b>		
97.22	76.41	85.92	
98.94	78.52	34.40	
40.20	64.69	70.71	
50.70	50.26	43.37	
<b>SECTOR 3</b>			<b>85.13</b>
78.49	77.19	72.98	
74.58	63.96	71.16	
33.95	28.08	35.30	
57.91	58.24	69.63	

---

64.96	45.09	53.08
65.05	81.32	74.90
79.75	86.58	83.71
72.29	74.90	75.65
69.60	51.75	59.61
65.53	44.13	48.04
54.73	60.88	85.92
39.14	90.36	60.72
90.73	65.24	108.95
56.38	58.38	57.79
40.41	50.26	48.86
53.68	38.53	49.39
68.22	61.21	74.17
45.18	28.79	37.82
68.95	55.54	108.43
114.34	46.09	51.40
85.05	78.79	81.91
48.93	39.06	48.97
60.08	43.37	64.32
63.13	55.13	54.60
74.21	96.89	90.00
60.16	62.73	91.81
97.01	80.74	85.92
99.16	83.10	34.34
40.16	64.69	70.71
50.64	50.15	43.29
78.36	76.93	69.42
74.45	63.96	67.77
33.93	28.04	35.25
57.83	58.24	69.63
65.15	45.00	52.95
65.24	92.56	74.66
79.61	99.43	83.71
72.29	74.90	72.06
69.60	51.63	70.28
65.53	44.04	47.94
54.66	60.72	85.60
39.11	90.00	60.56
90.55	72.75	108.43
56.31	71.83	57.79
40.38	50.26	49.93
53.61	38.46	50.49
68.12	61.21	74.17
45.14	28.75	37.76
68.85	54.60	107.91

---

	114.05	53.45	51.40	
	84.89	78.79	81.91	
	48.88	42.72	48.86	
	61.74	38.53	64.14	
	58.82	55.13	54.60	
	74.08	96.89	93.70	
	60.08	62.55	95.67	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>180</b>			
	79.93	51.88	68.85	
	51.67	33.72	39.11	
	51.37	29.01	52.06	
	45.46	29.29	65.81	
	74.92	32.13	106.71	
	88.21	57.02	113.18	
	67.40	41.97	70.81	
	64.93	31.92	61.74	
	53.22	33.13	49.14	
	99.73	60.98	105.21	
	78.79	60.98	122.46	
	73.55	47.58	98.29	
	99.06	72.52	128.79	
	73.55	33.05	47.88	
	43.37	38.31	101.63	
	67.60	42.56	55.75	
	55.07	39.01	66.70	
	58.49	43.94	72.88	
<b>SECTOR 4</b>	31.07	45.41	65.81	80.25
	56.99	32.13	66.70	
	58.11	53.36	82.54	
	57.51	32.34	41.85	
	69.95	34.83	79.89	
	67.81	39.84	46.83	
	60.49	38.51	69.81	
	51.07	31.65	57.02	
	48.87	36.80	60.49	
	68.12	110.67	114.92	
	73.43	46.54	123.47	
	66.59	35.66	77.01	
	79.78	51.88	68.85	
	51.07	33.65	39.01	
	50.78	27.16	64.12	
	45.46	29.88	50.99	
	75.43	32.06	120.48	
	85.65	56.81	84.89	
	72.59	41.85	54.73	

72.23	34.42	71.14
53.16	35.83	48.98
99.73	60.98	92.22
78.79	60.98	86.86
73.43	47.43	98.29
99.06	72.17	95.77
73.55	32.98	47.73
43.33	38.31	42.93
67.60	42.56	55.75
55.01	39.01	66.70
58.49	43.94	72.88
31.05	45.41	65.81
56.99	32.06	66.70
58.11	53.17	82.09
57.51	33.95	41.73
65.79	34.19	79.47
63.90	48.19	46.83
60.49	48.04	69.81
51.01	32.48	57.02
48.87	36.26	60.49
68.12	110.67	83.00
73.43	46.40	92.80
66.59	35.57	77.01
<b>SUB TOTAL</b>	<b>180</b>	

*Nota:* Elaboración Propia

Se tiene como resultado el percentil 85 de la distribución de velocidades en curva como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3:**

*Percentil 85 de la velocidad en curva*

SECTOR	VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN CURVA (PERCENTIL 85 DE LA VELOCIDAD EN CURVA)
SECTOR 1	96.33
SECTOR 2	92.14
SECTOR 3	85.13
SECTOR 4	80.25

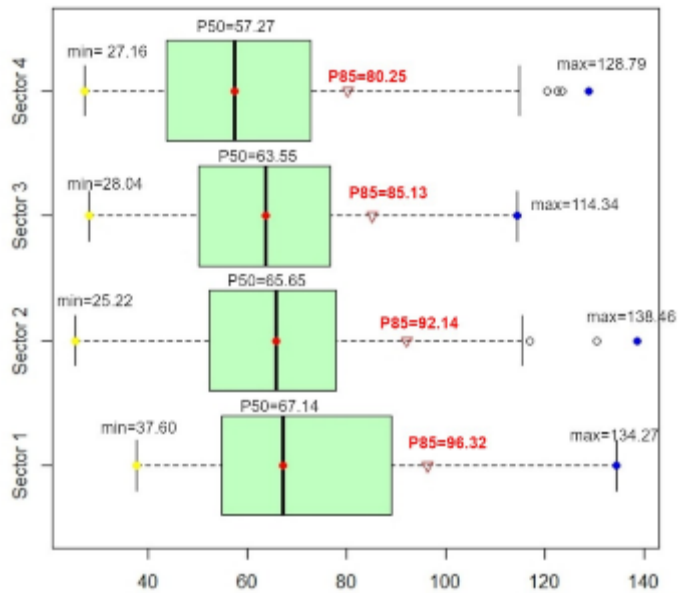
*Nota:* Elaboración Propia



### (a) Gráfico de Cajas de la Velocidad

#### Figura 7:

Velocidad de 180 vehículos en Curva



Nota: Elaboración propia

Se observa que la velocidad de operación no es constante en los sectores lo que genera una variación de velocidades en curva de un sector a otro que puede ser evaluado con la consistencia geométrica.

La velocidad de diseño en los sectores de estudio de acuerdo a su orografía y clasificación es 60, 70 y 80 km/h, observándose en los sectores estudiados, diferencias de la velocidad de diseño y el percentil 85 de las velocidades en curva.

#### 4.1.1.2. Cálculo del Percentil 85 de las Velocidades en tangente en curva (Velocidad de Operación en tangente).

Se ha tomado de campo de los 60 vehículos experimentales en 2 puntos lo que ha generado 120 velocidades para cada sector en tangente con la que se ha determinado la velocidad de operación con el percentil 85.

**Tabla 4:**  
*Velocidad en tangente por sector*

SECTOR	VELOCIDADES OBTENIDAS DE CAMPO (km/h)	VELOCIDAD DE OPERACIÓN (PERCENTIL 85) (km/h)
	103.72	74.61
	85.43	62.60
	91.59	88.74
	57.32	84.67
	99.22	76.30
	67.95	47.27
	122.12	101.33
	61.72	71.62
	56.36	52.87
	90.14	47.00
	74.32	61.45
	97.86	48.19
	85.81	63.57
	65.61	40.27
	76.00	37.62
	114.76	76.51
	86.59	57.38
	96.21	79.05
	60.80	42.08
SECTOR 1	80.72	56.53
	89.16	52.24
	108.44	45.00
	79.16	60.03
	75.20	49.44
	61.06	44.61
	71.44	41.56
	112.28	69.19
	60.22	49.96
	78.72	54.85
	81.18	50.04
	103.53	74.51
	92.03	62.53
	85.81	93.69
	81.88	93.23
	99.05	76.20
	67.87	47.23
	110.12	101.15
	69.11	71.53
	56.31	52.82

93.43

	90.00	46.96	
	74.22	61.39	
	97.69	52.58	
	85.68	70.56	
	65.54	40.25	
	75.90	37.60	
	100.44	76.40	
	86.59	57.32	
	96.05	78.94	
	60.73	42.05	
	80.61	56.19	
	89.02	55.70	
	93.38	44.96	
	71.62	59.97	
	80.15	49.39	
	60.99	44.58	
	71.35	41.53	
	104.29	69.11	
	60.16	49.91	
	79.60	54.79	
	79.38	50.00	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>120</b>		
	96.05	68.77	
	58.50	67.00	
	87.39	79.26	
	58.86	72.62	
	72.16	71.71	
	46.24	41.87	
	44.41	42.78	
	52.97	70.04	
	38.54	25.23	
	37.38	45.98	
	82.23	84.17	
<b>SECTOR 2</b>	75.20	92.03	85.92
	63.64	50.04	
	88.47	88.74	
	88.06	99.22	
	77.33	99.91	
	71.80	58.02	
	77.86	73.55	
	81.64	85.68	
	60.16	56.47	
	32.47	50.53	
	85.68	98.20	
	60.48	76.51	

	47.78	53.81	
	76.92	77.86	
	46.01	45.32	
	54.95	60.99	
	51.26	65.61	
	60.41	63.85	
	63.01	71.44	
	95.89	65.31	
	58.44	63.71	
	87.25	79.26	
	58.80	72.62	
	72.16	71.71	
	47.11	41.72	
	46.92	43.23	
	52.92	69.95	
	38.51	25.22	
	37.35	45.94	
	82.23	89.72	
	75.10	82.23	
	63.57	50.00	
	87.65	88.74	
	87.25	100.62	
	77.33	101.33	
	71.80	57.96	
	77.86	73.55	
	81.64	85.55	
	60.09	56.42	
	32.45	50.49	
	85.55	98.03	
	60.41	76.40	
	47.74	53.76	
	76.92	77.86	
	46.01	45.32	
	54.90	60.93	
	51.21	65.61	
	61.32	63.85	
	58.86	71.44	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>120</b>		
	59.05	97.22	
	37.01	98.94	
	56.66	40.20	
<b>SECTOR 3</b>	83.15	50.70	91.04
	128.06	78.49	
	63.13	74.58	
	45.64	33.95	

---

67.70	57.91
104.48	64.96
106.71	65.05
93.77	79.75
92.80	72.29
55.06	69.60
72.52	65.53
59.29	54.73
58.82	39.14
62.34	90.73
76.75	56.38
54.33	40.41
61.99	53.68
88.75	68.22
37.54	45.18
88.40	68.95
61.65	114.34
119.84	85.05
76.62	48.93
72.52	60.08
83.62	63.13
82.24	74.21
81.64	60.16
58.97	97.01
36.98	99.16
56.59	40.16
83.00	50.64
127.69	78.36
63.04	74.45
45.60	33.93
67.60	57.83
104.48	65.15
106.71	65.24
93.77	79.61
92.80	72.29
54.99	69.60
72.52	65.53
59.29	54.66
58.82	39.11
62.34	90.55
76.62	56.31
54.26	40.38
61.91	53.61
88.58	68.12
37.51	45.14

---

	88.23	68.85	
	61.57	114.05	
	119.52	84.89	
	76.48	48.88	
	72.41	61.74	
	83.62	58.82	
	82.24	74.08	
	81.64	60.08	
<hr/>			
SUB TOTAL	120		
	50.43	79.93	
	52.59	51.67	
	29.50	51.37	
	45.18	45.46	
	74.30	74.92	
	105.93	88.21	
	70.06	67.40	
	37.59	64.93	
	48.18	53.22	
	105.68	99.73	
	85.98	78.79	
	88.38	73.55	
	94.82	99.06	
	70.62	73.55	
	63.53	43.37	
	72.00	67.60	
	48.98	55.07	
	60.99	58.49	
SECTOR 4	28.15	31.07	85.70
	40.44	56.99	
	50.09	58.11	
	61.50	57.51	
	318.56	69.95	
	115.31	67.81	
	56.48	60.49	
	60.66	51.07	
	46.86	48.87	
	38.07	68.12	
	53.74	73.43	
	66.99	66.59	
	51.49	79.78	
	53.35	51.07	
	29.48	50.78	
	45.18	45.46	
	74.30	75.43	
	105.68	85.65	

70.06	72.59
37.56	72.23
48.13	53.16
105.68	99.73
86.32	78.79
84.02	73.43
94.82	99.06
70.62	73.55
63.53	43.33
72.00	67.60
48.93	55.01
60.99	58.49
28.13	31.05
40.40	56.99
50.03	58.11
61.50	57.51
316.29	65.79
115.01	63.90
61.16	60.49
56.92	51.01
46.86	48.87
38.04	68.12
53.67	73.43
66.99	66.59
<b>SUB TOTAL</b>	<b>120</b>

*Nota:* Elaboración Propia

Se tiene como resultado el percentil 85 de la distribución de velocidades en tangente como se muestra en la siguiente tabla:

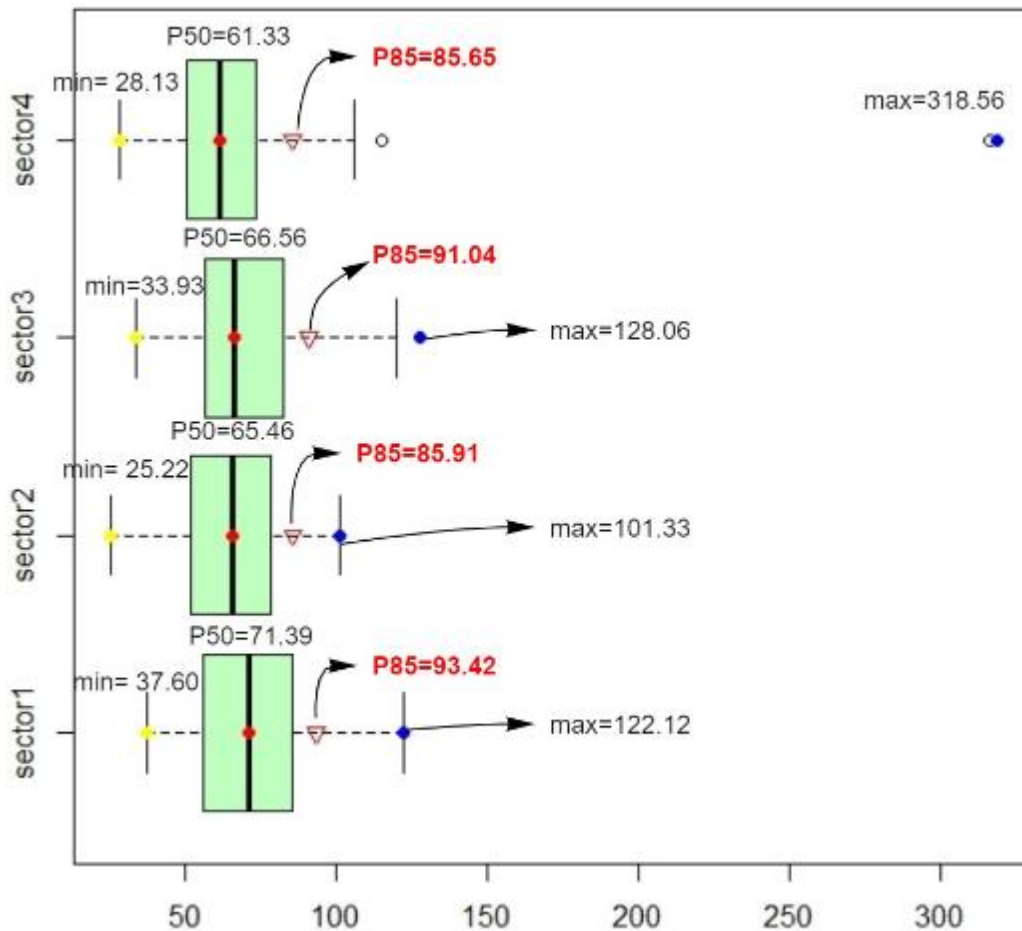
**Tabla 5:**  
*Percentil 85 de la velocidad en tangente*

<b>SECTOR</b>	<b>VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN TANGENTE (PERCENTIL 85 DE LA VELOCIDAD EN TANGENTE)</b>
SECTOR 1	93.43
SECTOR 2	85.92
SECTOR 3	91.04
SECTOR 4	85.70

*Nota:* Elaboración Propia

(a) Gráfico de Cajas de la Velocidad

Figura 2: Velocidad de operación de 180 vehículos en tangente



Nota: Elaboración propia

Se observa que la velocidad de operación no es constante en los sectores lo que genera una variación de velocidades en tangente de un sector a otro que puede ser evaluado con la consistencia geométrica.

La velocidad de diseño en los sectores de estudio de acuerdo a su orografía y clasificación es 60, 70 y 80 km/h, observándose en los sectores, diferencias de la velocidad de diseño y el percentil 85 de las velocidades en tangente.



#### 4.1.1.3. Velocidad de operación según modelo de estimación.

Se ha tomado para la velocidad de operación en tangente el modelo de Fitzpatrick y Collins (2000), para el sector 1, 2, 3 y 4, el cual se encuentra en la tabla N° 6, y para la velocidad de operación en curva el modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) y Pérez 2012 en la Tabla N° 7 y 8

**Tabla 6:**

*Estimación velocidad de operación en tangente.*

<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente</b>
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$

*Nota:* Elaboración Propia

**Tabla 7:**

*Estimación velocidad de operación en curva, según Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)*

<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en curva</b>	
<b>Ecuación del modelo de según modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)</b>	
$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R} \dots\dots(1)$	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R} \dots\dots(2)$
$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R} \dots\dots(3)$	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R} \dots\dots(4)$
Velocidad de Operación en curva según modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)	

Sector 1  $V_{85}^T = 88.75 \text{ km/h}$

Sector 2  $V_{85}^T = 87.12 \text{ km/h}$

Sector 3  $V_{85}^T = 88.01 \text{ km/h}$

Sector 4  $V_{85}^T = 73.68 \text{ km/h}$

*Nota:* Elaboración Propia

**Tabla 8:***Estimación velocidad de operación en curva, según Pérez 2012*

<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en curva</b>	
<b>Ecuación del modelo de Pérez 2012</b>	
$V_{85} = 106.863 - \frac{60.1185}{e^{0.00422596*r}}$	

<b>Velocidad de Operación en curva según modelo de Pérez 2012</b>	
Sector 1	$V^T_{85} = 85.96 \text{ km/h}$
Sector 2	$V^T_{85} = 89.21 \text{ km/h}$
Sector 3	$V^T_{85} = 91.31 \text{ km/h}$
Sector 4	$V^T_{85} = 70.66 \text{ km/h}$

---

*Nota:* Elaboración Propia

**Tabla 9:***Consistencia de Diseño Geométrico, con el percentil 85 de la distribución de velocidades (Velocidad de Operación).*

<b>Consistencia de Diseño Geométrico</b>	
<b>Ecuación del Criterio de Seguridad II de Lamm, et al.</b>	
$*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} $	

<b>Consistencia de Diseño Geométrico con el percentil 85 de la distribución de velocidades</b>	
Sector 1	$*V_{85} = 2.90 \text{ km/h}$
Sector 2	$*V_{85} = 6.22 \text{ km/h}$
Sector 3	$*V_{85} = 5.91 \text{ km/h}$
Sector 4	$*V_{85} = 5.45 \text{ km/h}$

---

*Nota:* Elaboración Propia

**Tabla 10:**

*Consistencia de Diseño Geometrico, con modelo de estimación de Fitzpatrick y Collins (2000) en tangente y Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) (Velocidad de Operación).*

<b>Consistencia de Diseño Geometrico</b>	
<b>Ecuación del Criterio de Seguridad II de Lamm, et al.</b>	

$$*V_{85} = |V_{85} - V^T_{85}|$$

<b>Consistencia de Diseño Geometrico con el percentil 85 de la distribución de velocidades</b>	
--	--

Sector 1       $*V_{85} = 11.25 \text{ km/h}$

Sector 2       $*V_{85} = 12.88 \text{ km/h}$

Sector 3       $*V_{85} = 11.99 \text{ km/h}$

Sector 4       $*V_{85} = 26.32 \text{ km/h}$

*Nota:* Elaboración Propia

**Tabla 11:**

*Consistencia de Diseño Geometrico, con modelo de estimación de Fitzpatrick y Collins (2000) en tangente y Perez 2012 (Velocidad de Operación).*

<b>Consistencia de Diseño Geometrico</b>	
<b>Ecuación del Criterio de Seguridad II de Lamm, et al.</b>	

$$*V_{85} = |V_{85} - V^T_{85}|$$

<b>Consistencia de Diseño Geometrico con el percentil 85 de la distribución de velocidades</b>	
--	--

Sector 1       $*V_{85} = 14.04 \text{ km/h}$

Sector 2       $*V_{85} = 10.79 \text{ km/h}$

Sector 3       $*V_{85} = 8.69 \text{ km/h}$

Sector 4       $*V_{85} = 29.34 \text{ km/h}$

*Nota:* Elaboración Propia

#### **4.1.2. Análisis Inferencial**

En el análisis inferencial tenemos la prueba de normalidad y el análisis correlacional no paramétrico.

##### **4.1.2.1. Prueba de Normalidad.**

Para contrastar la prueba de normalidad en estos datos obtenidos, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, dado que nuestra muestra es menor a 50 observaciones (Muñoz et al., 2019).

##### **Prueba de hipótesis de Normalidad-Shapiro Wilk**

###### **a) Contraste de Hipótesis:**

$H_0$  : La muestra proviene de una distribución normal

$H_1$ : La muestra no proviene de una distribución normal

###### **b) Nivel de significancia**

$$\alpha = 0.05 \text{ (5\%)}$$

###### **c) Estadístico de prueba:**

**Tabla 12:**

*Estadístico de prueba*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICO (PERCENTIL 85)	,809	4	,120
CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICO (MODELO DE ESTIMACIÓN DE PÉREZ 2012 PARA CURVA Y DE FITZPATRICK Y COLLINS (2000) PARA TANGENTE)	,715	4	,017

CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICO (MODELO DE ESTIMACIÓN DE FITZPATRICK INDICADO EN EL MANUAL DE CARRETERAS (DG-2018) PARA CURVA Y DE FITZPATRICK Y COLLINS (2000) PARA TANGENTE)	,828	4	,163
VELOCIDAD DE OPERACIÓN (PERCENTIL 85)	,973	4	,863
VELOCIDAD DE OPERACIÓN (SEGÚN DE MODELO DE ESTIMACIÓN DE PÉREZ 2012 PARA CURVA Y DE FITZPATRICK Y COLLINS (2000) PARA TANGENTE)	,716	4	,017
VELOCIDAD DE OPERACIÓN (SEGÚN DE MODELO DE ESTIMACIÓN DE FITZPATRICK INDICADO EN EL MANUAL DE CARRETERAS (DG-2018) PARA CURVA Y DE FITZPATRICK Y COLLINS (2000) PARA TANGENTE)	,828	4	,164

*Nota:* Elaboración Propia

#### d) Regla de decisión

Se rechaza la  $H_0$ , si  $p$  valor  $< 0.05$

Podemos observar en la Tabla N° 9 la prueba de normalidad de la velocidad de operación (percentil 85), velocidad de operación (según modelo de estimación de Fitzpatrick indicado en el Manual de Carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente), velocidad de operación (según modelo de estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente) y las variables consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales. La prueba de normalidad de Shapiro Wilk, muestra valores mayores al 0.05, por lo tanto, podemos decir que con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula  $H_0$ .

Por consiguiente, las variables de este estudio: “la velocidad de operación percentil 85” (p-valor: ,863); “velocidad de operación según modelo de estimación de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente” (p-valor: ,164); “velocidad de operación según modelo de

estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente” (p-valor: ,017); y las variables “Consistencia de diseño geométrico” (p-valor: ,017,;120 y ,530), provienen de una distribución normal.

#### 4.1.2.2. Análisis correlacional no paramétrico.

Para el análisis correlacional no paramétrico se aplicará la regresión de Pearson porque las variables son cuantitativas. Se determinará el supuesto de normalidad para la R de Pearson, los resultados del coeficiente de correlación se analizan con los siguientes valores:

Los coeficientes pueden variar de -1.00 a 1.00, donde:

-1.00 = correlación negativa perfecta. (“A mayor X, menor Y”, de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante). Esto también se aplica “a menor X, mayor Y”.

-0.90 = Correlación negativa muy fuerte

-0.75 = Correlación negativa considerable

-0.50 = Correlación negativa media

-0.25 = Correlación negativa débil

-0.15 = Correlación negativa muy débil

0.00 = No existe correlación alguna entre las variables.

0.10 = Correlación positiva muy débil

0.25 = Correlación positiva débil

0.50 = Correlación positiva media

0.75 = Correlación positiva considerable

0.90 = Correlación positiva muy fuerte

1.00 = Correlación positiva perfecta (“A mayor X, mayor Y” o “a menor X, menor Y”, de manera proporcional. Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante, igual cuando X disminuye).

Estas interpretaciones son relativas, pero resultan consistentes con diversos autores (Hernández-Sampieri et al., 2017)

Con los datos de la tabla N° 6, 7 y 8 se determina el R de Pearson.

En la tabla N° 10 se usó la correlación de Pearson donde se plantean la hipótesis nula

$H_0$ : No existe relación entre la Velocidad de operación (percentil 85) km/h y la

Consistencia de diseño geométrico frente a la hipótesis alternativa  $H_1$ : Existe una relación

entre la velocidad de operación (percentil 85) km/h y la Consistencia de diseño

geométrico; cuyos coeficientes muestran una correlación inversa negativa alta ( $r=-.71$ ,

$p < 0.05$ ) (Est et al., 2007). Podemos decir que con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , existe suficiente evidencia estadística para rechazar hipótesis nula, es decir, la velocidad de operación (percentil 85) influye significativamente en la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales. Esto da evidencia en que a mayor sea la velocidad de operación (percentil 85), la consistencia de diseño geométrico (Criterio de II, de Lamm et al., 1999) de carreteras bidireccionales es menor.

**Tabla 13:**

*Análisis Correlacional de Velocidad de Operación (Percentil 85) con la Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de II, de Lamm et al., 1999)*

		<b>Velocidad de operación (percentil 85) km/h</b>	<b>Consistencia de diseño geométrico km/h</b>
<b>Velocidad de operación (percentil 85) km/h</b>	Correlación de Pearson	1	-0.710
	Sig. (bilateral)		0.290
	N	4	4
<b>Consistencia de diseño geométrico km/h</b>	Correlación de Pearson	-0.710	1
	Sig. (bilateral)	0.290	
	N	4	4

*Nota:* Elaboración Propia

En la tabla N°11, se observa los valores del grado de asociación entre las variables donde se plantea la hipótesis nula  $H_0$ : No existe relación entre la velocidad de operación en promedio según el modelo (km/h) y la consistencia de diseño geométrico (km/h) frente a la hipótesis alternativa  $H_1$  Existe relación entre la velocidad de operación en promedio según el modelo (km/h) y la consistencia de diseño geométrico (km/h), la cual resulto una correlación fuerte inversa ( $r = -0.966$ ,  $p < 0.05$ ) (Est et al., 2007). Podemos decir que con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, la velocidad de operación según modelo de estimación influye significativamente en la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales.

**Tabla 14:**

*Análisis Correlacional de la Velocidad de Operación de Modelo de Estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente con la Consistencia de Diseño Geométrico del Criterio de II*

		<b>Velocidad de operación (modelo de estimación) km/h</b>	<b>Consistencia de diseño geométrico km/h</b>
<b>Velocidad de operación (promedio según modelo) km/h</b>	Correlación de Pearson	1	-0.966
	Sig. (bilateral)		0.034
	N	4	4
<b>Consistencia de diseño geométrico km/h</b>	Correlación de Pearson	-0.966	1
	Sig. (bilateral)	0.034	
	N	4	4

Nota: La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Nota: Elaboración Propia

En la tabla N°12, se observa los valores del grado de asociación entre las variables donde se plantea la hipótesis nula  $H_0$ : No existe relación entre la velocidad de operación en promedio según el modelo (km/h) y la consistencia de diseño geométrico (km/h) frente a la hipótesis alternativa  $H_1$  Existe relación entre la velocidad de operación en promedio según el modelo (km/h) y la consistencia de diseño geométrico (km/h), la cual resulto una correlación fuerte inversa ( $r=-.966$ ,  $p<0.05$ ) (Est et al., 2007). Podemos decir que con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, la velocidad de operación según modelo de estimación influye significativamente en la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales.



**Tabla 15:**

*Análisis Correlacional de la Velocidad de Operación de Modelo de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente con la Consistencia de Diseño Geométrico del Criterio de II*

		<b>Velocidad de operación (modelo de estimación) km/h</b>	<b>Consistencia de diseño geométrico km/h</b>
<b>Velocidad de operación (promedio según modelo) km/h</b>	Correlación de Pearson	1	-0.966
	Sig. (bilateral)		0.034
	N	4	4
<b>Consistencia de diseño geométrico km/h</b>	Correlación de Pearson	-0.966	1
	Sig. (bilateral)	0.034	
	N	4	4

Nota: La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Nota: Elaboración Propia

#### 4.2. Análisis de Resultados

- ✓ La Velocidad de Operación (Percentil 85) se encuentra fuera del rango de 8 km/h para curvas con radios menores a 1 km como lo indica Ofori-Addo, H. (2021)
- ✓ La velocidad de operación (percentil 85) influye significativamente en la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales. Esto da evidencia en que a mayor sea la velocidad de operación (percentil 85), la consistencia de diseño geométrico (Criterio de II, de Lamm et al., 1999) de carreteras bidireccionales es menor. Así también lo describe el Manual de Chile 2019.
- ✓ De la evaluación realizada tenemos como resultado que a mayor velocidad de operación (Percentil 85) se tiene una mejor consistencia de diseño geométrico.
- ✓ A mayor velocidad de operación con los modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018); Fitzpatrick y Collins (2000) también se mejora la consistencia de diseño geométrico, cómo se tiene en el Manual de Chile 2019.
- ✓ A mayor velocidad de operación con los modelos de estimación de Perez 2012; Fitzpatrick y Collins (2000)), también se mejora la consistencia de diseño geométrico a mayor velocidad de operación, cómo describe el Manual de Chile 2019.
- ✓ De la estimación de velocidad de operación para el sector 1, 3 y 4 se tiene que se ajusta mejor los modelos de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018); Fitzpatrick y Collins (2000) al percentil 85 (Velocidad de Operación).
- ✓ Con la estimación de velocidad de operación para el sector 2 se tiene que se ajusta mejor los modelos Pérez 2012; Fitzpatrick y Collins (2000) al percentil 85 (Velocidad de Operación).

## CONCLUSIONES

- ✓ Se concluye que a mayor velocidad de Operación (Percentil 85) de la tangente y curva mejora la consistencia de diseño geométrico en elementos geométricos consecutivos, evaluado con el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999.
- ✓ Se concluye que a mayor velocidad de Operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018), así como el modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)), mejora la consistencia de diseño geométrico en elementos geométricos consecutivos, evaluado con el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999.
- ✓ Se concluye que a mayor velocidad de Operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Pérez 2012 y de Fitzpatrick y Collins (2000)), mejora la consistencia de diseño geométrico en elementos geométricos consecutivos, evaluado con el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar estudios de velocidad de operación (Percentil 85) de tangente y curva y se evalué si mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, para mejorar los modelos que se ajusten a las carreteras.
- ✓ Se recomienda realizar estudios de velocidad de operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018), así como el modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)), si mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, para establecer a que sectores de carreteras se ajusta estos modelos.
- ✓ Se recomienda realizar estudios de velocidad de operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Pérez 2012 y de Fitzpatrick y Collins (2000)), si mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, para establecer a que sectores de carreteras se ajusta estos modelos.
- ✓ Se recomienda realizar estudios de velocidad de operación en curva y tangente (según modelos que no se realizaron en el presente estudio), si mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, para establecer a que sectores de carreteras se ajusta estos modelos.
- ✓ Se debe mejorar la calidad predictiva de los modelos mediante, por lo que se recomienda aumento estudios de velocidades, que permita tener modelos de estimación de velocidad de operación que se ajuste a las condiciones de las carreteras de dos carriles, para mejorar los diseños geométricos de carreteras con un

mejor confort y seguridad para los usuarios reduciendo que los conductores se vean sorprendidos por inconsistencias en el diseño geométrico de las carreteras.

## REFERENCIAS:

- Austroroads (2021). *Geometric Design, Guide to Road Design Part 3*.  
<https://austroroads.com.au/publications/road-design/agrd03>
- Blasco Montaña, A. (2017). *Estudio de mejora de la seguridad vial en la carretera CV-372 desde PK 0+000 al PK 4+450, entre los municipios Pobla de Vallbona y Riba Roja del Turia* (Valencia). [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València]. Archivo digital <http://hdl.handle.net/10251/90507>
- Calán Viteri, A. J. & González Muñoz, J. H. (2017). *Incidencia del trazado geométrico en sitios críticos de accidentalidad corredor perimetral de oriente de Bogotá vías los patios-guasca, salitre-sopó, Bogotá-Choachí-Ubaque* [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional - Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9129>
- Cárdenas, Grisales, James. *Diseño geométrico de carreteras* (2a. ed.), Ecoe Ediciones, 2013. ProQuest Ebook Central,  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliourpsp/detail.action?docID=3213229>.
- Cartes, P. (2019) *Efecto del estilo de conducción en la velocidad de operación en curvas verticales convexas de caminos bidireccionales*. [Tesis de Maestría en Ciencia, Universidad de Concepción]. Archivo digital  
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2243>
- Gallardo, G. (2016). *La seguridad vial en el Perú* [Tesis de Máster en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial, Universidad de Piura Facultad de Ingeniería, Lima, Perú.]. Archivo digital <https://hdl.handle.net/11042/2860>
- Gómez, G. (2020) *Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera Serra")*, utilizando la metodología

- iRAP. [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València]. Archivo digital <http://hdl.handle.net/10251/147982>
- García, I. (2020). *Caracterización y modelización de la velocidad de operación ciclista en carreteras convencionales*. [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València]. Archivo digital <http://hdl.handle.net/10251/166292>
- García-Ramírez, Y. D., & Alverca, F. (2019). Calibración de Ecuaciones de Velocidades de Operación en Carreteras Rurales Montañosas de Dos Carriles: Caso de Estudio Ecuatoriano. *Revista Politécnica*, 43(2), 37–44. <https://doi.org/10.33333/rp.vol43n2.1012>
- Easa, S. (2003). Improved speed-profile model for two-lane rural highways. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 30. 1055-1065. <https://doi.org/10.1139/103-021>
- Echaveguren, Tomás. (2012). Análisis de consistencia de caminos bidireccionales usando mediciones continuas de velocidad de operación obtenidas con GPS. *Revista ingeniería de construcción*, 27(2), 55-70. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732012000200004>
- Echaveguren, T., y Díaz. (2013). Perfiles de velocidad de operación en curvas horizontales aisladas. *Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, (16). Consultado de <https://revistas.uchile.cl/index.php/CIT/article/view/28459>
- Fitzpatrick, K (2000) Evaluation of Design Consistency Methods for Two-Lane Rural Highways, Executive Summary. *Executive Summary* (FHWA-RD-99-173) <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/ihsdm/99173/99173.pdf>
- Hernández Durán, D. (2020). *Estudio de la seguridad vial de la carretera CV-795 entre el PK 1+970 (término municipal de Alcoy) y el PK 19+480 (término municipal de Banyeres de Mariola) en la provincia de Alicante*. [Tesis de Maestría,

Universitat Politècnica de València]. Archivo digital

<http://hdl.handle.net/10251/150400>

Hernandez, S. R. et al. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F., México:

McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hou, Y., Sun, C., & Edara, P. (2012). Statistical Test for 85th and 15th Percentile

Speeds with Asymptotic Distribution of Sample Quantiles. *Transportation*

*Research Record*, 2279(1), 47–53. <https://doi.org/10.3141/2279-06>

INEI. (2009). *II accidentes de tránsito*.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaes/Est/Lib0979/parte02.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib0979/parte02.pdf)

Lamm, R y Choueiri, E (2001). Recommendations for evaluating horizontal design

consistency based on investigations in the State of New York. *Transportation*

*Research Record* (0361-1981), <https://trid.trb.org/view/282364>

Lamm, R., Psarianos, B., and Mailaender, T. (1999). Highway Design and Traffic

Safety Engineering Handbook (1ª. Ed). New York: *Mcgraw-Hill*.

Lamm, R., Guenther, A. K., & Choueiri, E. M. (1995). Safety module for highway

geometric design. *Transportation Research Record*, 1512(9), 7-15.

Lay, M. G. (2009) Handbook of road technology

McLean, J (1981), Driver speed behaviour and rural road alignment design. *Transport*

*Research Laboratory* (HS-032 471), <https://trid.trb.org/view/172764>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras - Diseño*

*Geometrico DG – 2018*

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)



- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14, de 2018.*  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19534/1\\_0\\_4032.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19534/1_0_4032.pdf)
- Mora Ascencio, R. (2018). *Selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia* [Tesis de Maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. Archivo digital  
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/759>
- Morales H., (2006) Ingeniería Vial, República Dominicana.
- Neira, Tovar, Luis. Diseño geométrico de viales y trazado de carreteras para técnicos de formación profesional, Bubok Publishing S.L., 2013. ProQuest Ebook Central,  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliourpsp/detail.action?docID=5486391>.
- Ofori-Addo, H. (2021). *Evaluating the accuracy of using the percentile operating speed to determine posted speed limits on road segments.* [Tesis de Maestría en Ciencia, University of Louisiana at Lafayette]. Archivo digital  
<http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/evaluating-accuracy-using-85-sup-th-percentile/docview/2551285481/se-2?accountid=45097>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Global status report on road safety 2018.*  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- Pérez, M. (2019) *Análisis de la seguridad vial de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 (provincia de Alicante) y propuestas de mejora.* [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València]. Archivo digital  
<http://hdl.handle.net/10251/122496>
- Pérez Zuriaga, AM. (2012). *Caracterización y modelización de la velocidad de operación en carreteras convencionales a partir de la observación naturalística*

*de la evolución de vehículos ligeros* [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. Archivo digital <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/16701>

Posada, J. J., Cadavid Agudelo, S., y Castro Gómez, L. (2014). Consistency in Design: Prediction of the Operative Speed on Roads. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 39-47. <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.803>

R. Paraud. (2016) Caminos I y II (Carreteras)

Rodriguez H., (2011) Consideraciones para el diseño geométrico y pavimentación con adocretos en vías urbanas.

Sánchez Ordóñez, José Fernando (2011). *Metodología para la evaluación de la consistencia del trazado de carreteras interurbanas de dos carriles*. [Tesis Doctoral, E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM)]. Archivo digital <https://oa.upm.es/11371/>

Sanchez, H. & Reyes, C. (2015). Metodología y Diseños en la Investigación Científica. Lima, Perú: Business Support Aneth SRL.

SUTRAN. (2021). *Reporte estadístico N°003-2021*. <https://www.gob.pe/hu/institucion/sutran/informes-publicaciones/1985777-report-estadistico-n-003-2021>.

SUTRAN. (2021). *Reporte estadístico N°012-2021*. <https://www.gob.pe/hu/institucion/sutran/informes-publicaciones/1985777-report-estadistico-n-003-2021>

Watters P. y O'MAHONY, M (2007). The relationship between geometric design consistency and safety on rural single carriageways in Ireland. *Transport Research Laboratory* ( 01095326). <https://trid.trb.org/view/855503>

## 5. ANEXOS

### 5.1. Anexo 1: Declaración de Autenticidad



#### UNIVERSIDAD RICARDO PALMA ESCUELA DE POSGRADO

#### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

Por la presente yo:

Pacheco	Trujillo	Dangelo Henry
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRES

en condición de Egresado de la Maestría:

EN INGENIERIA VIAL CON MENCIÓN EN CARRETERAS, PUENTES Y TÚNELES.

dejo constancia que he elaborado el Proyecto de Tesis titulado:

Velocidad de operación en tangente y curva mejora la consistencia geométrica en carreteras bidireccionales. Ruta PE-3N Huánuco - Pasco 2021.

Por lo tanto, declaro que el presente Proyecto de Tesis ha sido elaborado por mi mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por otra persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, investigación, profesional o similar.

También dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente referenciadas en la bibliografía y se encuentran identificadas según las normas APA 7, por lo que no he asumido como mías las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la internet.

Asimismo, ratifico que estoy plenamente consciente de todo el contenido del Proyecto de Tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en TSP que presento y de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someteré a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma vigentes.

Dangelo Henry Pacheco Trujillo		26/02/2022
Nombres y Apellidos	Firma	Fecha

## 5.2. Anexo 2: Matriz de consistencia

**Tabla 16:**

*Matriz de Consistencia*

Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicador de V.I.	Variable Dependiente	Indicador de V.D.
<p>Evaluar en qué medida la velocidad de operación (Percentil 85) de la tangente y curva influye para mejorar la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales, utilizando criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.</p>	<p>La velocidad de Operación (Percentil 85) de la tangente y curva mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterios de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999, de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.</p>	<p>Velocidad de Operación</p>	<p>Velocidad percentil 85</p>	<p>Consistencia de Diseño Geométrico</p>	<p>Variación de velocidad de operación del percentil 85 de la distribución de velocidades para curvas y tangentes.</p>
			<p>Velocidad de operación del modelo de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000)</p>		<p>Variación de velocidad de operación del modelo de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para curvas y tangentes.</p>
			<p>Velocidad de operación del modelo estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000)</p>		<p>Variación de velocidad de operación del modelo de estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000)</p>
Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
<p>a) Evaluar en qué medida la velocidad de operación según modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018) para curva y de</p>	<p>a) la velocidad de Operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Fitzpatrick indicado en el manual</p>				

---

<p>Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente influye para mejorar la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales, utilizando criterio de seguridad desarrollados por Lamm et al., 1999, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.</p> <p>b) Evaluar en qué medida la velocidad de operación según modelos de estimación de Pérez 2012 para curva y de Fitzpatrick y Collins (2000) para tangente influye para mejorar la consistencia de diseño geométrico de carreteras bidireccionales, utilizando criterio de seguridad desarrollados por Lamm et al., 1999, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.</p>	<p>de carreteras (DG-2018), así como el modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)) consistencia de diseño geométrica, según el criterio de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999 de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.</p> <p>b) la velocidad de Operación en curva y tangente (según modelos de estimación de Pérez 2012 y de Fitzpatrick y Collins (2000)), mejora la consistencia de diseño geométrico, según el criterios de seguridad II desarrollados por Lamm et al., 1999 de carreteras bidireccionales, Ruta PE-3N Huánuco - Pasco año 2021.</p>
--	---

---

*Nota:* Elaboración Propia

### 5.3. Anexo 3: Matriz de Operacionalización

**Tabla 17:**


*Matriz de Operacionalización*

Variable independiente	Indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítems
Velocidad de Operación	<p>Velocidad percentil 85</p> <p>Velocidad de operación del modelo de estimación que se ajusta a la velocidad percentil 85</p>	<p>Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos</p> <p>en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo.</p>	<p>La velocidad de Operación medido con el percentil 85 de la distribución de velocidades y la velocidad de operación del modelo de estimación que se ajusta a la velocidad percentil 85</p>	<p>Percentil 85 de la distribución de velocidades</p> <p>Modelos de Velocidad de Operación</p>	<p>Formato de Recolección</p> <p>Wincha o flexómetro</p> <p>Nivel Topográfico</p> <p>Cronometro</p> <p>Software (Excel)</p> <p>GPS</p>	<p>Indicado en los formatos de Recolección</p>
Variable dependiente	Indicadores	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítems
Consistencia de diseño geométrico	<p>Variación de velocidad de operación del percentil 85 de la distribución de velocidades y la velocidad de diseño para curvas y tangentes.</p> <p>Variación de velocidad de operación según modelos de estimación para curvas y tangentes.</p>	<p>La consistencia de diseño geométrico permite que la geometría de la vía se ajuste a las expectativas de los conductores con un confort para los usuarios</p>	<p>Permite determinar la variación de velocidad percentil 85 de operación en relación a la velocidad de diseño</p>	<p>Variación de velocidad</p>	<p>Criterio de seguridad II desarrollado por Lamm et al., 1999</p>	<p>Indicado en los formatos de Recolección</p>

*Nota:* Elaboración Propia


#### 5.4. Anexo 4: Protocolos o Instrumentos

Formato para medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades

 <b>Formato de medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades</b>											
El propósito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con el percentil 85 de las velocidades, de la medición de la distancia y el tiempo de recorrido del vehículo.											
SECTOR :											
FECHA :		SENTIDO TRAFICO :									
PROGRESIVAS :		AL									
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						IMAGEN DE SECTOR					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA		PENDIENTE					
P1											
P2											
P3											
.....											
.....											
VEHICULO	P1 Tiempo (seg)	P2 Tiempo (seg)	P3 Tiempo (seg)	P... Tiempo (seg)	P... Tiempo (seg)	P2 Velocidad (km/h)	P3 Velocidad (km/h)	P... Velocidad (km/h)	P... Velocidad (km/h)	Percentil 85 de Velocidades en Tangente	Percentil 85 de Velocidades en Curva
V1											
V2											
V3											
V4											
V5											
V6											
V7											
V8											
V9											
V10											
...											
...											
...											
...											
...											
...											

Nota: Elaboración Propia


*Formato para estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación*

 <b>Formato para estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>						
El propósito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con las características geométricas de la carretera.						
SECTOR:		SENTIDO TRAFICO:				
FECHA :		PROGRESIVAS:	AL			
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCI A	PENDIENTE EN TANGENTE	
P1					PENDIENTE EN CURVA	
P2					ANCHO DE CARRIL	
P3					RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	
P4					RADIO n (R <sub>2</sub> )	
....					(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	
....					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	
Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente				Modelo de predicción de velocidad de operación en curva		
Ecuación del modelo de .....				Ecuación del modelo de .....		
Velocidad de Operación en tangente según modelo de .....				Velocidad de Operación en curva según modelo de .....		
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <math>V_{85}^T =</math> </div>				<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <math>V_{85} =</math> </div>		
IMAGEN DEL SECTOR						

*Nota:* Elaboración Propia




*Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85)*

 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85)</b>					
El propósito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación del 85 percentil de la distribución de velocidades.					
<i>Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al</i>					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
$*V_{85} \leq 10km/h$		$10 > *V_{85} \geq 20km/h$		$*V_{85} > 20km/h$	
*V85 = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
<i>Nota:</i> La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :					
FECHA :					
PROGRESIVAS :					
SENTIDO TRAFICO :					
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1					
P2					
P3					
.....					
.....					
IMAGEN					
<b>Consistencia de Diseño Geometrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <math display="block">*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} </math> </div>					
Medidas y/o Modelos	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geometrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geometrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Percentil 85 de la Distribución de las Velocidades	Sector ....				<b>#REF!</b>

*Nota:* Elaboración Propia

*Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.*

 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.</b>					
El propósito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
<i>Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.</i>					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10\text{km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20\text{km/h}$		$*V_{85} > 20\text{km/h}$	
*V <sub>85</sub> = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :					
FECHA :					
PROGRESIVAS :					
SENTIDO TRAFICO :					
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1					
P2					
P3					
.....					
.....					
IMAGEN					
<b>Consistencia de Diseño Geometrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <math display="block">*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} </math> </div>					
Medidas y/o Modelos	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geometrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geometrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de .....	Sector ....				<b>#REF!</b>

Nota: Elaboración Propia

## 5.5. Anexo 5: Validez de Juicio de Expertos

### Carta de Presentación

Santiago de Surco, 06 de diciembre de 2021

Sr:  
MG. JOHAN LUIS SANTA CRUZ PAREDES

Presente

Asunto: Validación de instrumentos por Criterio de Especialista

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a Usted, para expresarle un saludo cordial e informarle que como parte del desarrollo de la tesis titulada "Velocidad de operación en tangente y curva mejora la consistencia geométrica en carreteras bidireccionales. Ruta PE-3N Huánuco - Pasco 2021", se hizo la construcción del instrumento y ficha de validación de los formatos para toma de datos y procesamiento de información (Formato para medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades, Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación, Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85) y Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.).

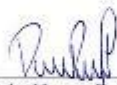
Por lo expuesto, con la finalidad de darle rigor científico necesario, se le solicita su colaboración como juez experto para la obtención de evidencia de validez basada en el contenido de dichos instrumentos a través de la evaluación de Juicio de Expertos.

Es por ello, que me permito solicitarle su participación apelando a su trayectoria y reconocimiento como profesional en función a sus conocimientos relacionados a la temática de las variables "Velocidad de Operación" y "Consistencia de Diseño Geométrico" de carreteras.

A través de este proceso, se espera que pueda señalar si los ítems miden lo requerido; caso contrario, sirvase dar las observaciones que considere necesarias.

Agradeciendo por anticipado su colaboración y aporte en la presente, me despido de usted, no sin antes expresarle los sentimientos de consideración y estima personal.

Atentamente;



Dangelo Henry Pacheco Trujillo

Se adjunta:

- La Matriz de Operacionalización
- Los instrumentos de recolección de la información
- Las fichas de validación de los instrumentos

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 01 DEL FORMATO DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN CON PERCENTIL 85 DE LA DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES**



<b>N°</b>	<b>Formulación del ítem</b>	<b>Pertinencia</b>	<b>Relevancia</b>	<b>Claridad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Sugerencias</b>
		<b>1-5</b>	<b>1-5</b>	<b>1-5</b>		
<b>1</b>	<b>Localización</b>	5	5	5		
<b>2</b>	Punto	5	5	5		
<b>3</b>	Norte	5	5	5		
<b>4</b>	Este	5	5	5		
<b>5</b>	Cota	5	5	5		
<b>6</b>	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
<b>7</b>	Distancia	5	5	5		
<b>8</b>	Pendiente	5	5	5		
<b>9</b>	Tiempo de recorrido del vehículo de ensayo, en los puntos de control.	5	5	5		
<b>10</b>	Velocidad de recorrido del vehículo de ensayo, en los puntos de control.	5	5	5		
<b>11</b>	Percentil 85 de la distribución de velocidad en tangente	5	5	5		
<b>12</b>	Percentil 85 de la distribución de velocidad en curva	5	5	5		
<b>13</b>	Imagen del sector	5	5	5		

**CERTIFICADO DE VALIDEZ**

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:**

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable [ x ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

Nombres y Apellidos	Johan Luis Santa Cruz Paredes	DNI 	43985986
Dirección domiciliaria	Jt. Industrial 593 Distrito J.L.O – Chiclayo - Lambayeque	Teléfono / Celular	947539437
Título profesional / Especialidad	Ingeniero Civil	Firma	
Grado Académico	Magister en construcción		
Metodólogo/ temático	temático	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 02 DEL FORMATO PARA ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN SEGÚN MODELOS DE PREDICCIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia 1-5	Relevancia 1-5	Claridad 1-5	Observaciones	Sugerencias
1	<b>Localización</b>	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Ancho de carril	5	5	5		
10	Radio	5	5	5		
11	Longitud de curva	5	5	5		
12	Longitud de Tangente	5	5	5		
13	Modelo de predicción de velocidad de operación	5	5	5		
14	Velocidad de operación según modelo en tangente	5	5	5		
15	Velocidad de operación según modelo en curva	5	5	5		
16	Imagen del sector	5	5	5		

**CERTIFICADO DE VALIDEZ**

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:**

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** .....

**Opinión de aplicabilidad:**      **Aplicable [ x ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

Nombres y Apellidos	Johan Luis Santa Cruz Paredes	DNI N°	43985986
Dirección domiciliaria	Jt. Industrial 593 Distrito J.L.O – Chiclayo - Lambayeque	Teléfono / Celular	947539437
Título profesional / Especialidad	Ingeniero Civil	Firma	
Grado Académico	Magister en construcción		
Metodólogo/ temático	temático	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 03 DEL FORMATO PARA EVALUAR LA CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICA, CON EL CRITERIO DE SEGURIDAD II, PROPUESTO POR LAMM ET AL., 1999, CON LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN (PERCENTIL 85)**

N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	Localización	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	Características Geométricas	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Percentil 85 de la distribución de velocidad	5	5	5		
10	Imagen del sector	5	5	5		
11	Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm en 1999)	5	5	5		
12	Nivel de diseño de seguridad	5	5	5		




### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [ x ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Nombres y Apellidos	Johan Luis Santa Cruz Paredes	DNI Nº	43985986
Dirección domiciliaria	Jt. Industrial 593 Distrito J.L.O – Chiclayo - Lambayeque	Teléfono / Celular	947539437
Título profesional / Especialidad	Ingeniero Civil	Firma	
Grado Académico	Magister en construcción		
Metodólogo/ temático	temático	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 04 DEL FORMATO PARA EVALUAR LA CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICA, CON EL CRITERIO DE SEGURIDAD II, PROPUESTO POR LAMM ET AL., 1999, CON LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN.**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	Localización	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	Características Geométricas	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Percentil 85 de la distribución de velocidad	5	5	5		
10	Imagen del sector	5	5	5		
11	Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm en 1999)	5	5	5		
12	Nivel de diseño de seguridad	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [ x ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Nombres y Apellidos	Johan Luis Santa Cruz Paredes	DNI Nº	43985986
Dirección domiciliaria	Jt. Industrial 593 Distrito J.L.O – Chiclayo - Lambayeque	Teléfono / Celular	947539437
Título profesional / Especialidad	Ingeniero Civil	Firma	
Grado Académico	Magister en construcción		
Metodólogo/ temático	temático	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

### Carta de Presentación

Santiago de Surco, 06 de diciembre de 2021

Sr:  
MG. LUDGARDO EDER TRISTÁN GÓMEZ

Presente

Asunto: Validación de instrumentos por Criterio de Especialista

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a Usted, para expresarle un saludo cordial e informarle que como parte del desarrollo de la tesis titulada "Velocidad de operación en tangente y curva mejora la consistencia geométrica en carreteras bidireccionales. Ruta PE-3N Huánuco - Pasco 2021", se hizo la construcción del instrumento y ficha de validación de los formatos para toma de datos y procesamiento de información (Formato de medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades, Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación, Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85) y Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.).

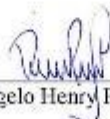
Por lo expuesto, con la finalidad de darle rigor científico necesario, se le solicita su colaboración como juez experto para la obtención de evidencia de validez basada en el contenido de dichos instrumentos a través de la evaluación de Juicio de Expertos.

Es por ello, que me permito solicitarle su participación apelando a su trayectoria y reconocimiento como profesional en función a sus conocimientos relacionados a la temática de las variables "Velocidad de Operación" y "Consistencia de Diseño Geométrico" de carreteras.

A través de este proceso, se espera que pueda señalar si los ítems miden lo requerido; caso contrario, sírvase dar las observaciones que considere necesarias.

Agradeciendo por anticipado su colaboración y aporte en la presente, me despido de usted, no sin antes expresarle los sentimientos de consideración y estima personal.

Atentamente;



Dangelo Henry Pacheco Trujillo

Se adjunta:

- La Matriz de Operacionalización
- Los instrumentos de recolección de la información
- Las fichas de validación de los instrumentos

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN Nº 01 DEL FORMATO DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN CON PERCENTIL 85 DE LA DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES**


Nº	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
<b>1</b>	<b>Localización</b>	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
<b>6</b>	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Tiempo de recorrido del vehículo de ensayo, en los puntos de control.	5	5	5		
10	Velocidad de recorrido del vehículo de ensayo, en los puntos de control.	5	5	5		
11	Percentil 85 de la distribución de velocidad en tangente	5	5	5		
12	Percentil 85 de la distribución de velocidad en curva	5	5	5		
13	Imagen del sector	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Tristán Gomez Ludgardo Eder	DNI N°	45168254
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 02 DEL FORMATO PARA ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN SEGÚN MODELOS DE PREDICCIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	<b>Localización</b>	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Ancho de carril	5	5	5		
10	Radio	5	5	5		
11	Longitud de curva	5	5	5		
12	Longitud de Tangente	5	5	5		
13	Modelo de predicción de velocidad de operación	5	5	5		
14	Velocidad de operación según modelo en tangente	5	5	5		
15	Velocidad de operación según modelo en curva	5	5	5		
16	Imagen del sector	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Tristán Gomez Ludgardo Eder	DNI N°	45168254
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 03 DEL FORMATO PARA EVALUAR LA CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICA, CON EL CRITERIO DE SEGURIDAD II, PROPUESTO POR LAMM ET AL., 1999, CON LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN (PERCENTIL 85)**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		<b>1-5</b>	<b>1-5</b>	<b>1-5</b>		
1	Localización	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Percentil 85 de la distribución de velocidad	5	5	5		
10	Imagen del sector	5	5	5		
11	Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm en 1999)	5	5	5		
12	Nivel de diseño de seguridad	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Tristán Gomez Ludgardo Eder	DNI N°	45168254
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 04 DEL FORMATO PARA EVALUAR LA CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICA, CON EL CRITERIO DE SEGURIDAD II, PROPUESTO POR LAMM ET AL., 1999, CON LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN.**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	<b>Localización</b>	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Percentil 85 de la distribución de velocidad	5	5	5		
10	Imagen del sector	5	5	5		
11	Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm en 1999)	5	5	5		
12	Nivel de diseño de seguridad	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Tristán Gomez Ludgardo Eder	DNI N°	45168254
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

### Carta de Presentación

Santiago de Surco, 06 de diciembre de 2021

Sr:  
MG. JOSE ANTONIO CARDENAS GARRO

Presente

Asunto: Validación de instrumentos por Criterio de Especialista

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a Usted, para expresarle un saludo cordial e informarle que como parte del desarrollo de la tesis titulada "Velocidad de operación en tangente y curva mejora la consistencia geométrica en carreteras bidireccionales. Ruta PE-3N Huánuco - Pasco 2021", se hizo la construcción del instrumento y ficha de validación de los formatos para toma de datos y procesamiento de información (Formato de medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades, Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación, Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85) y Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.).

Por lo expuesto, con la finalidad de darle rigor científico necesario, se le solicita su colaboración como juez experto para la obtención de evidencia de validez basada en el contenido de dichos instrumentos a través de la evaluación de Juicio de Expertos.

Es por ello, que me permito solicitarle su participación apelando a su trayectoria y reconocimiento como profesional en función a sus conocimientos relacionados a la temática de las variables "Velocidad de Operación" y "Consistencia de Diseño Geométrico" de carreteras.

A través de este proceso, se espera que pueda señalar si los ítems miden lo requerido; caso contrario, sírvase dar las observaciones que considere necesarias.

Agradeciendo por anticipado su colaboración y aporte en la presente, me despido de usted, no sin antes expresarle los sentimientos de consideración y estima personal.

Atentamente;



Dangelo Henry Pacheco Trujillo

Se adjunta:

- La Matriz de Operacionalización
- Los instrumentos de recolección de la información
- Las fichas de validación de los instrumentos

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 01 DEL FORMATO DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN CON PERCENTIL 85 DE LA DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	Localización	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	Características Geométricas	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Tiempo de recorrido del vehículo de ensayo, en los puntos de control.	5	5	5		
10	Velocidad de recorrido del vehículo de ensayo, en los puntos de control.	5	5	5		
11	Percentil 85 de la distribución de velocidad en tangente	5	5	5		
12	Percentil 85 de la distribución de velocidad en curva	5	5	5		
13	Imagen del sector	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Jose Antonio Cardenas Garro	DNI N°	47199993
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 02 DEL FORMATO PARA ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN SEGÚN MODELOS DE PREDICCIÓN DE VELOCIDAD DE OPERACIÓN**

N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	<b>Localización</b>	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	<b>Características Geométricas</b>	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Ancho de carril	5	5	5		
10	Radio	5	5	5		
11	Longitud de curva	5	5	5		
12	Longitud de Tangente	5	5	5		
13	Modelo de predicción de velocidad de operación	5	5	5		
14	Velocidad de operación según modelo en tangente	5	5	5		
15	Velocidad de operación según modelo en curva	5	5	5		
16	Imagen del sector	5	5	5		




### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Jose Antonio Cardenas Garro	DNI N°	47199993
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 03 DEL FORMATO PARA EVALUAR LA CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICA, CON EL CRITERIO DE SEGURIDAD II, PROPUESTO POR LAMM ET AL., 1999, CON LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN (PERCENTIL 85)**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	Localización	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	Características Geométricas	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Percentil 85 de la distribución de velocidad	5	5	5		
10	Imagen del sector	5	5	5		
11	Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm en 1999)	5	5	5		
12	Nivel de diseño de seguridad	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Nombres y Apellidos	Jose Antonio Cardenas Garro	DNI N°	47199993
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Por lo expuesto, en función a la información del instrumento, se le solicita evaluar cada uno de los ítems bajo los siguientes criterios:

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Para ello, asigne un puntaje de 1 a 5 a cada evaluación que realice de los ítems, donde 1 equivale a un mínimo del criterio y 5 a un máximo.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 04 DEL FORMATO PARA EVALUAR LA CONSISTENCIA DE DISEÑO GEOMÉTRICA, CON EL CRITERIO DE SEGURIDAD II, PROPUESTO POR LAMM ET AL., 1999, CON LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN DE MODELOS DE PREDICCIÓN.**


N°	Formulación del ítem	Pertinencia	Relevancia	Claridad	Observaciones	Sugerencias
		1-5	1-5	1-5		
1	Localización	5	5	5		
2	Punto	5	5	5		
3	Norte	5	5	5		
4	Este	5	5	5		
5	Cota	5	5	5		
6	Características Geométricas	5	5	5		
7	Distancia	5	5	5		
8	Pendiente	5	5	5		
9	Percentil 85 de la distribución de velocidad	5	5	5		
10	Imagen del sector	5	5	5		
11	Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm en 1999)	5	5	5		
12	Nivel de diseño de seguridad	5	5	5		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN:



Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]


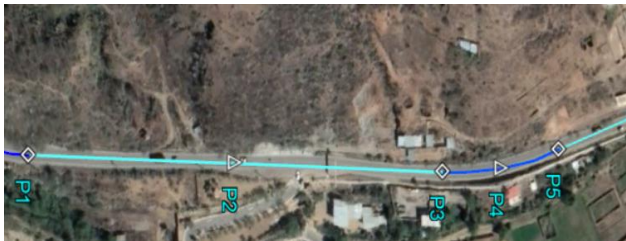
Nombres y Apellidos	Jose Antonio Cardenas Garro	DNI N°	47199993
Grado Académico	Maestro en Ciencia de los Datos	Firma	
Metodólogo/ temático	Estadística e investigación científica	Lugar y fecha	27/12/2021

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


## 5.6. Anexo 6: Formatos procesados

 <b>Formato para medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades</b>											
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con el percentil 85 de las velocidades, de la medición de la distancia y el tiempo de recorrido del vehículo.											
SECTOR :		1									
FECHA :		07/12/2021		SENTIDO TRAFICO :			Tomaykichwa - Quicacan				
PROGRESIVAS :		KM 217+160		AL		KM 217+570					
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						IMAGEN DE SECTOR					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE						
P1	8886125	366530	2042								
P2	8886280	366543	2036	158.75	-3.75%						
P3	8886440	366558	2030	158.75	-3.75%						
P4	8886486	366557	2029	46.25	-1.45%						
P5	8886531	366546	2028	46.25	-1.45%						
VEHICULO	P1 Tiempo (seg)	P2 Tiempo (seg)	P3 Tiempo (seg)	P4 Tiempo (seg)	P5 Tiempo (seg)	P2 Velocidad (km/h)	P3 Velocidad (km/h)	P4 Velocidad (km/h)	P5 Velocidad (km/h)	Percentil 85 de Velocidades en Tangente	Percentil 85 de Velocidades en Curva
V1	0:00:00	05:51	07:66	01:71	02:55	104	75	97	65		
V2	0:00:00	06:69	09:13	02:40	01:79	85	63	69	93		
V3	0:00:00	06:24	06:44	01:90	01:87	92	89	88	89		
V4	0:00:00	09:97	06:75	01:79	01:58	57	85	93	105		
V5	0:00:00	05:76	07:49	01:66	01:65	99	76	100	101		
V6	0:00:00	08:41	12:09	02:68	02:50	68	47	62	67		
V7	0:00:00	04:68	05:64	01:65	01:44	122	101	101	116		
V8	0:00:00	09:26	07:98	03:17	01:50	62	72	53	111		
V9	0:00:00	10:14	10:81	02:52	02:07	56	53	66	80		
V10	0:00:00	06:34	12:16	03:40	02:48	90	47	49	67		
V11	0:00:00	07:69	09:30	02:75	01:87	74	61	61	89		
V12	0:00:00	05:84	11:86	01:61	02:07	98	48	103	80		
V13	0:00:00	06:66	08:99	02:21	01:42	86	64	75	117		
V14	0:00:00	08:71	14:19	03:03	02:57	66	40	55	65		
V15	0:00:00	07:52	15:19	03:48	02:26	76	38	48	74		
V16	0:00:00	04:98	07:47	01:78	01:61	115	77	94	103		
V17	0:00:00	06:60	09:96	02:48	02:45	87	57	67	68		
V18	0:00:00	05:94	07:23	01:95	01:65	96	79	85	101		
V19	0:00:00	09:40	13:58	03:38	02:72	61	42	49	61		
V20	0:00:00	07:08	10:11	03:05	01:52	81	57	55	110		
V21	0:00:00	06:41	10:94	03:52	03:84	89	52	47	43		
V22	0:00:00	05:27	12:70	02:57	01:62	108	45	65	103		
V23	0:00:00	07:22	09:52	03:00	01:82	79	60	56	91		
V24	0:00:00	07:60	11:56	02:74	01:85	75	49	61	90		
V25	0:00:00	09:36	12:81	03:11	02:45	61	45	54	68		
V26	0:00:00	08:00	13:75	02:66	03:05	71	42	63	55		
V27	0:00:00	05:09	08:26	02:25	01:63	112	69	74	102		
V28	0:00:00	09:49	11:44	03:02	02:32	60	50	55	72		
V29	0:00:00	07:26	10:42	03:02	02:15	79	55	55	77		

V30	00:00	07:04	11:42	02:90	01:80	81	50	57	93	93.43 km/h	96.33 km/h
V31	00:00	05:52	07:67	01:42	01:62	104	75	117	103		
V32	00:00	06:21	09:14	02:41	01:79	92	63	69	93		
V33	00:00	06:66	06:10	01:90	01:87	86	94	88	89		
V34	00:00	06:98	06:13	01:79	01:94	82	93	93	86		
V35	00:00	05:77	07:50	01:66	01:62	99	76	100	103		
V36	00:00	08:42	12:10	02:68	02:51	68	47	62	66		
V37	00:00	05:19	05:65	01:65	01:72	110	101	101	97		
V38	00:00	08:27	07:99	03:18	02:88	69	72	52	58		
V39	00:00	10:15	10:82	02:52	02:89	56	53	66	58		
V40	00:00	06:35	12:17	03:41	02:13	90	47	49	78		
V41	00:00	07:70	09:31	02:76	01:88	74	61	60	89		
V42	00:00	05:85	10:87	02:12	01:63	98	53	79	102		
V43	00:00	06:67	08:10	02:22	01:73	86	71	75	96		
V44	00:00	08:72	14:20	03:93	02:50	66	40	42	67		
V45	00:00	07:53	15:20	03:13	01:97	76	38	53	85		
V46	00:00	05:69	07:48	01:78	01:62	100	76	94	103		
V47	00:00	06:60	09:97	02:48	02:27	87	57	67	73		
V48	00:00	05:95	07:24	01:95	01:68	96	79	85	99		
V49	00:00	09:41	13:59	03:38	02:73	61	42	49	61		
V50	00:00	07:09	10:17	03:05	01:83	81	56	55	91		
V51	00:00	06:42	10:26	03:52	01:77	89	56	47	94		
V52	00:00	06:12	12:71	02:58	01:68	93	45	65	99		
V53	00:00	07:98	09:53	03:01	02:22	72	60	55	75		
V54	00:00	07:13	11:57	02:75	01:85	80	49	61	90		
V55	00:00	09:37	12:82	03:12	02:46	61	45	53	68		
V56	00:00	08:01	13:76	02:16	02:16	71	42	77	77		
V57	00:00	05:48	08:27	02:57	01:58	104	69	65	105		
V58	00:00	09:50	11:45	03:02	02:36	60	50	55	71		
V59	00:00	07:18	10:43	03:02	02:19	80	55	55	76		
V60	00:00	07:20	11:43	02:91	02:20	79	50	57	76		

 <b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>										
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.										
SECTOR :	1		SENTIDO TRAFICO :		Tomaykichwa - Quicacan					
FECHA :	07/12/2021		PROGRESIVAS :		KM 217+160	KM 217+570				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS										
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE					
P1	8886125	366530	2042		PENDIENTE EN CURVA	-3.75%				
P2	8886280	366543	2036	158.75	CARRIL	3.3 m				
P3	8886440	366558	2030	158.75	RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	290 m				
P4	8886486	366557	2029	46.25	RADIO n (R <sub>2</sub> )	350 m				
P5	8886531	366546	2028	46.25	(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	92.5 m				
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	317.5 m				
Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente				Modelo de predicción de velocidad de operación en curva						
Ecuación del modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Fitzpatrick y el manual de carreteras (DG-2018)						
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R} \dots\dots(1)$ $V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R} \dots\dots(2)$ $V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R} \dots\dots(3)$ $V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R} \dots\dots(4)$						
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math></div>				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td><math>De (1): V_{85} = 93.31 \text{ km/h}</math></td> <td><math>De (2): V_{85} = 95.38 \text{ km/h}</math></td> </tr> <tr> <td><math>De (3): V_{85} = 94.61 \text{ km/h}</math></td> <td><math>De (4): V_{85} = 88.75 \text{ km/h}</math></td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><math>V_{85} = 88.75 \text{ km/h}</math></div> </div>			$De (1): V_{85} = 93.31 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 95.38 \text{ km/h}$	$De (3): V_{85} = 94.61 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 88.75 \text{ km/h}$
$De (1): V_{85} = 93.31 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 95.38 \text{ km/h}$									
$De (3): V_{85} = 94.61 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 88.75 \text{ km/h}$									
IMAGEN DEL SECTOR										
										



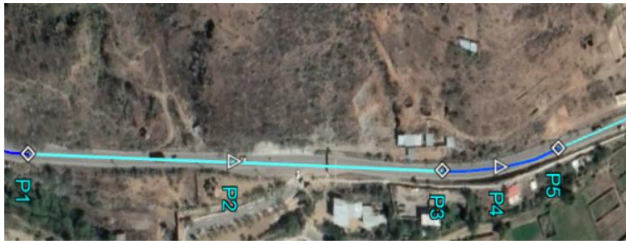





**Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación**


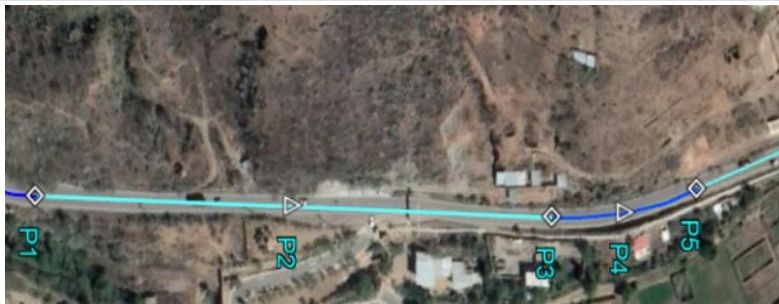
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.


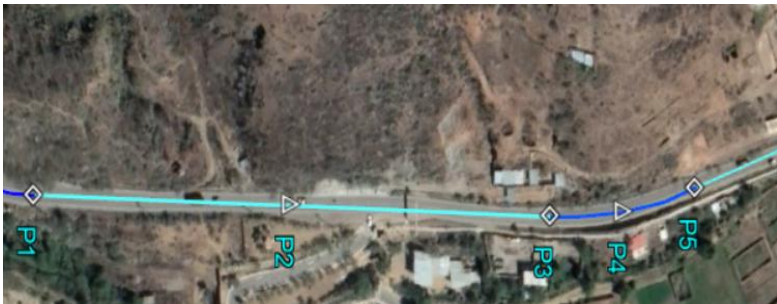
SECTOR :	<b>I</b>		SENTIDO TRAFICO :		Tomaykichwa - Quicacan	
FECHA :	07/12/2021		PROGRESIVAS :		KM 217+160	AL
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>						
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	-3.75%
P1	8886125	366530	2042		PENDIENTE EN CURVA	-1.45%
P2	8886280	366543	2036	158.75	CARRIL	3.3 m
P3	8886440	366558	2030	158.75	RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	290 m
P4	8886486	366557	2029	46.25	RADIO n (R <sub>2</sub> )	250 m
P5	8886531	366546	2028	46.25	(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	92.5 m
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	317.5 m
<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente</b>				<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en curva</b>		
Ecuación del modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Perez 2012		
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 106.863 - \frac{60.1185}{e^{0.00422596 * r}} \dots\dots(1)$		
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Perez 2012		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math> </div>				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85} = 85.96 \text{ km/h}</math> </div>		



**IMAGEN DEL SECTOR**




 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85)</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación del 85 percentil de la distribución de velocidades.					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	1				
FECHA :	07/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 217+160	AL	KM 217+570		
SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Quicacan				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8886125	366530	2042		
P2	8886280	366543	2036	158.75	-3.75%
P3	8886440	366558	2030	158.75	-3.75%
P4	8886486	366557	2029	46.25	-1.45%
P5	8886531	366546	2028	46.25	-1.45%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Medida	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Percentil 85 de la Distribución de las Velocidades	Sector 1	93.43 km/m	96.33 km/m	2.90 km/m	Bueno


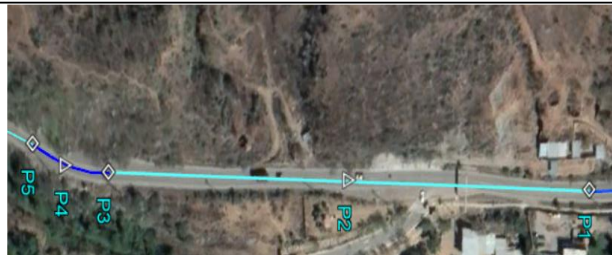

 <b>Formato para la consistencia de diseño geométrico con la velocidad de operación según percentil 85 y modelos de predicción de velocidad de operación</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
<i>Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.</i>					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10\text{km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20\text{km/h}$		$*V_{85} > 20\text{km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	1				
FECHA :	07/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 217+160	AL	KM 217+570		
SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Quicacan				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8886125	366530	2042		
P2	8886280	366543	2036	158.75	-3.75%
P3	8886440	366558	2030	158.75	-3.75%
P4	8886486	366557	2029	46.25	-1.45%
P5	8886531	366546	2028	46.25	-1.45%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geometrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geometrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geometrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Fitzpatrick (Curva)	Sector 1	100.00 km/m	88.75 km/m	11.25 km/m	Regular

 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
$*V_{85} \leq 10\text{km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20\text{km/h}$		$*V_{85} > 20\text{km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	1				
FECHA :	07/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 217+160	AL	KM 217+570		
SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Quicacan				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8886125	366530	2042		
P2	8886280	366543	2036	158.75	-3.75%
P3	8886440	366558	2030	158.75	-3.75%
P4	8886486	366557	2029	46.25	-1.45%
P5	8886531	366546	2028	46.25	-1.45%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geometrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geometrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geometrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Perez 2012 (Curva)	Sector 1	100.00 km/m	85.96 km/m	14.04 km/m	Regular



 <b>Formato para medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades</b>											
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con el percentil 85 de las velocidades, de la medición de la distancia y el tiempo de recorrido del vehículo.											
SECTOR :	2										
FECHA :	07/12/2021	SENTIDO TRAFICO :				Tomaykichwa - Huancahuasi					
PROGRESIVAS :	KM 217+478	AL			KM 217+110						
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						IMAGEN DE SECTOR					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE						
P1	8886440	366558	2030								
P2	8886280	366543	2036	158.75	3.75%						
P3	8886125	366530	2042	158.75	3.75%						
P4	8886097	366525	2044	25	3.18%						
P5	8886078	366512	2046	25	3.18%						
VEHICULO	P1 Tiempo (seg)	P2 Tiempo (seg)	P3 Tiempo (seg)	P4 Tiempo (seg)	P5 Tiempo (seg)	P2 Velocidad (km/h)	P3 Velocidad (km/h)	P4 Velocidad (km/h)	P5 Velocidad (km/h)	Percentil 85 de Velocidades en Tangente	Percentil 85 de Velocidades en Curva
V1	0:00:00	05:95	08:31	02:07	01:27	96	69	43	71		
V2	0:00:00	09:77	08:53	01:16	01:43	58	67	78	63		
V3	0:00:00	06:54	07:21	01:41	01:17	87	79	64	77		
V4	0:00:00	09:71	07:87	01:49	00:93	59	73	60	97		
V5	0:00:00	07:92	07:97	02:43	00:95	72	72	37	95		
V6	0:00:00	12:36	13:65	02:50	01:58	46	42	36	57		
V7	0:00:00	12:87	13:36	01:86	01:21	44	43	48	74		
V8	0:00:00	10:79	08:16	01:65	01:37	53	70	55	66		
V9	0:00:00	14:83	22:65	03:16	02:57	39	25	28	35		
V10	0:00:00	15:29	12:43	02:43	01:96	37	46	37	46		
V11	0:00:00	06:95	06:79	00:90	01:05	82	84	100	86		
V12	0:00:00	07:60	06:21	01:35	00:87	75	92	67	103		
V13	0:00:00	08:98	11:42	02:88	01:97	64	50	31	46		
V14	0:00:00	06:46	06:44	00:65	00:95	88	89	138	95		
V15	0:00:00	06:49	05:76	01:50	01:32	88	99	60	68		
V16	0:00:00	07:39	05:72	02:05	01:00	77	100	44	90		
V17	0:00:00	07:96	09:85	01:22	00:80	72	58	74	113		
V18	0:00:00	07:34	07:77	01:34	00:95	78	74	67	95		
V19	0:00:00	07:00	06:67	01:57	00:69	82	86	57	130		
V20	0:00:00	09:50	10:12	01:87	01:33	60	56	48	68		
V21	0:00:00	17:60	11:31	01:38	01:48	32	51	65	61		
V22	0:00:00	06:67	05:82	01:23	00:77	86	98	73	117		
V23	0:00:00	09:45	07:47	01:02	01:56	60	77	88	58		
V24	0:00:00	11:96	10:62	01:72	01:37	48	54	52	66		
V25	0:00:00	07:43	07:34	01:35	00:92	77	78	67	98		
V26	0:00:00	12:42	12:61	01:86	01:64	46	45	48	55		
V27	0:00:00	10:40	09:37	01:65	01:60	55	61	55	56		
V28	0:00:00	11:15	08:71	01:97	01:81	51	66	46	50		
V29	0:00:00	09:46	08:95	01:65	01:65	60	64	55	55		
V30	0:00:00	09:07	08:00	01:27	01:22	63	71	71	74		



V31	00:00	05:96	08:75	02:08	01:27	96	65	43	71	85.92 km/h	92.14 km/h
V32	00:00	09:78	08:97	01:16	01:43	58	64	78	63		
V33	00:00	06:55	07:21	01:41	01:17	87	79	64	77		
V34	00:00	09:72	07:87	01:49	00:97	59	73	60	93		
V35	00:00	07:92	07:97	02:57	00:99	72	72	35	91		
V36	00:00	12:138	13:7	02:64	01:58	47	42	34	57		
V37	00:00	12:189	13:22	01:44	01:21	47	43	63	74		
V38	00:00	10:80	08:17	01:23	01:37	53	70	73	66		
V39	00:00	14:84	22:66	03:17	02:58	39	25	28	35		
V40	00:00	15:30	12:44	02:44	01:86	37	46	37	48		
V41	00:00	06:95	06:37	00:91	01:177	82	90	99	77		
V42	00:00	07:61	06:95	01:36	00:88	75	82	66	102		
V43	00:00	08:99	11:43	02:89	01:98	64	50	31	45		
V44	00:00	06:52	06:44	00:65	00:95	88	89	138	95		
V45	00:00	06:55	05:68	01:50	01:32	87	101	60	68		
V46	00:00	07:39	05:64	02:06	01:64	77	101	44	55		
V47	00:00	07:96	09:86	01:24	00:84	72	58	73	107		
V48	00:00	07:34	07:77	01:34	00:95	78	74	67	95		
V49	00:00	07:00	06:68	01:57	00:69	82	86	57	130		
V50	00:00	09:51	10:13	01:87	01:63	60	56	48	55		
V51	00:00	17:61	11:32	01:38	01:78	32	50	65	51		
V52	00:00	06:68	05:83	01:23	00:78	86	98	73	115		
V53	00:00	09:46	07:48	01:02	01:18	60	76	88	76		
V54	00:00	11:97	10:63	01:72	01:1	48	54	52	82		
V55	00:00	07:43	07:34	01:35	00:93	77	78	67	97		
V56	00:00	12:42	12:61	01:86	01:64	46	45	48	55		
V57	00:00	10:41	09:38	01:65	01:60	55	61	55	56		
V58	00:00	11:16	08:71	01:97	01:81	51	66	46	50		
V59	00:00	09:32	08:95	01:65	01:65	61	64	55	55		
V60	00:00	09:71	08:00	01:27	01:22	59	71	71	74		



		<b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>							
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.									
SECTOR :	2		SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Huancahuasi					
FECHA :	07/12/2021		PROGRESIVAS :	KM 217+478	AL KM 217+110				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>									
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	3.75%			
P1	8886440	366558	2030		PENDIENTE EN CURVA	3.18%			
P2	8886280	366543	2036	158.75	CARRIL	3.3 m			
P3	8886125	366530	2042	158.75	RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	350 m			
P4	8886097	366525	2044	25	RADIO n (R <sub>2</sub> )	290 m			
P5	8886078	366512	2046	25	(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	50.0 m			
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	317.5 m			
Ecuación del modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)			Modelo de predicción de velocidad de operación en curva						
Ecuación del modelo de Díaz 2012			Ecuación del modelo de Fitzpatrick y el manual de carreteras (DG-2018)						
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$			$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R} \dots\dots(1) \quad V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R} \dots\dots(2)$ $V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R} \dots\dots(3) \quad V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R} \dots\dots(4)$						
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)			Velocidad de Operación en curva según modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math> </div>			<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>De (1): V_{85} = 91.49 \text{ km/h}</math></td> <td style="padding: 2px;"><math>De (2): V_{85} = 93.19 \text{ km/h}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>De (3): V_{85} = 92.49 \text{ km/h}</math></td> <td style="padding: 2px;"><math>De (4): V_{85} = 87.12 \text{ km/h}</math></td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85} = 87.12 \text{ km/h}</math> </div> </div>			$De (1): V_{85} = 91.49 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 93.19 \text{ km/h}$	$De (3): V_{85} = 92.49 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 87.12 \text{ km/h}$
$De (1): V_{85} = 91.49 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 93.19 \text{ km/h}$								
$De (3): V_{85} = 92.49 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 87.12 \text{ km/h}$								
<b>IMAGEN DEL SECTOR</b>									
									



 <b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>						
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.						
SECTOR :	2		SENTIDO TRAFICO :		Tomaykichwa - Huancahuasi	
FECHA :	07/12/2021		PROGRESIVAS :		KM 217+478	AL KM 217+110
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	3.75%
P1	8886440	366558	2030		PENDIENTE EN CURVA	3.18%
P2	8886280	366543	2036	158.75	CARRIL	3.3 m
P3	8886125	366530	2042	158.75	RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	350 m
P4	8886097	366525	2044	25	RADIO n (R <sub>2</sub> )	290 m
P5	8886078	366512	2046	25	(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	50.0 m
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	317.5 m
Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente				Modelo de predicción de velocidad de operación en curva		
Ecuación del modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Perez 2012		
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 106.863 - \frac{60.1185}{e^{0.00422596 \cdot r}} \dots (1)$		
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Perez 2012		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math></div>				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><math>V_{85} = 89.21 \text{ km/h}</math></div>		
IMAGEN DEL SECTOR						
						



 <b>Formato para la consistencia de diseño geométrico con la velocidad de operación según percentil 85 y modelos de predicción de velocidad de operación</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al. En 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación del 85 percentil de la distribución de velocidades.					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	2				
FECHA :	07/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 217+478	AL	KM 217+110		
SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Huancahuasi				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8886440	366558	2030		
P2	8886280	366543	2036	158.75	3.75%
P3	8886125	366530	2042	158.75	3.75%
P4	8886097	366525	2044	25	3.18%
P5	8886078	366512	2046	25	3.18%
IMAGEN					
					
Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Medida	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Percentil 85 de la Distribución de las Velocidades	Sector 2	85.92 km/m	92.14 km/m	6.22 km/m	Bueno

 <b>Formato para la consistencia de diseño geométrico con la velocidad de operación según percentil 85 y modelos de predicción de velocidad de operación</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	2				
FECHA :	07/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 217+478	AL	KM 217+110		
SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Huancahuasi				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8886440	366558	2030		
P2	8886280	366543	2036	158.75	3.75%
P3	8886125	366530	2042	158.75	3.75%
P4	8886097	366525	2044	25	3.18%
P5	8886078	366512	2046	25	3.18%
IMAGEN					
					
Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Fitzpatrick (Curva)	Sector 2	100.00 km/m	87.12 km/m	12.88 km/m	Regular




 <b>Formato para la consistencia de diseño geométrico con la velocidad de operación según percentil 85 y modelos de predicción de velocidad de operación</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	2				
FECHA :	07/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 217+478	AL	KM 217+110		
SENTIDO TRAFICO :	Tomaykichwa - Huancahuasi				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8886440	366558	2030		
P2	8886280	366543	2036	158.75	3.75%
P3	8886125	366530	2042	158.75	3.75%
P4	8886097	366525	2044	25	3.18%
P5	8886078	366512	2046	25	3.18%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geometrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geometrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geometrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Perez 2012 (Curva)	Sector 2	100.00 km/m	89.21 km/m	10.79 km/m	Regular


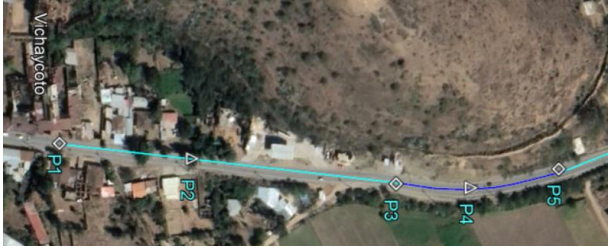

 <b>Formato para medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades</b>											
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con el percentil 85 de las velocidades, de la medición de la distancia y el tiempo de recorrido del vehículo.											
SECTOR :	3										
FECHA :	08/12/2021	SENTIDO TRAFICO :			Vichaycoto - Lindero						
PROGRESIVAS :	KM 223+260	AL	KM 223+636								
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						IMAGEN DE SECTOR					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE						
P1	8891580	364795	1997								
P2	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%						
P3	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%						
P4	8892036	364851	1982	63.25	-0.81%						
P5	8892097	364835	1981	63.25	-0.81%						
VEHICULO	P1 Tiempo (seg)	P2 Tiempo (seg)	P3 Tiempo (seg)	P4 Tiempo (seg)	P5 Tiempo (seg)	P2 Velocidad (km/h)	P3 Velocidad (km/h)	P4 Velocidad (km/h)	P5 Velocidad (km/h)	Percentil 85 de Velocidades en Tangente	Percentil 85 de Velocidades en Curva
V1	0:00:00	07:59	04:61	02:98	02:65	59	97	76	86		
V2	0:00:00	12:11	04:53	02:90	06:62	37	99	79	34		
V3	0:00:00	07:91	11:15	03:52	03:22	57	40	65	71		
V4	0:00:00	05:39	08:84	04:53	05:25	83	51	50	43		
V5	0:00:00	03:50	05:71	02:95	03:12	128	78	77	73		
V6	0:00:00	07:10	06:01	03:56	03:20	63	75	64	71		
V7	0:00:00	09:82	13:20	08:11	06:45	46	34	28	35		
V8	0:00:00	06:62	07:74	03:91	03:27	68	58	58	70		
V9	0:00:00	04:29	06:90	05:05	04:29	104	65	45	53		
V10	0:00:00	04:20	06:89	02:80	03:04	107	65	81	75		
V11	0:00:00	04:78	05:62	02:63	02:72	94	80	87	84		
V12	0:00:00	04:83	06:20	03:04	03:01	93	72	75	76		
V13	0:00:00	08:14	06:44	04:40	03:82	55	70	52	60		
V14	0:00:00	06:18	06:84	05:16	04:74	73	66	44	48		
V15	0:00:00	07:56	08:19	03:74	02:65	59	55	61	86		
V16	0:00:00	07:62	11:45	02:52	03:75	59	39	90	61		
V17	0:00:00	07:19	04:94	03:49	02:09	62	91	65	109		
V18	0:00:00	05:84	07:95	03:90	03:94	77	56	58	58		
V19	0:00:00	08:25	11:09	04:53	04:66	54	40	50	49		
V20	0:00:00	07:23	08:35	05:91	04:61	62	54	39	49		
V21	0:00:00	05:05	06:57	03:72	03:07	89	68	61	74		
V22	0:00:00	11:94	09:92	07:91	06:02	38	45	29	38		
V23	0:00:00	05:07	06:50	04:10	02:10	88	69	56	108		
V24	0:00:00	07:27	03:92	04:94	04:43	62	114	46	51		
V25	0:00:00	03:74	05:27	02:89	02:78	120	85	79	82		
V26	0:00:00	05:85	09:16	05:83	04:65	77	49	39	49		
V27	0:00:00	06:18	07:46	05:25	03:54	73	60	43	64		
V28	0:00:00	05:36	07:10	04:13	04:17	84	63	55	55		
V29	0:00:00	05:45	06:04	02:35	02:53	82	74	97	90		
V30	0:00:00	05:49	07:45	03:63	02:48	82	60	63	92		



V31	0:00:00	07:60	04:62	02:82	02:65	59	97	81	86
V32	0:00:00	12:12	04:52	02:74	06:63	37	99	83	34
V33	0:00:00	07:92	11:16	03:52	03:22	57	40	65	71
V34	0:00:00	05:40	08:85	04:54	05:26	83	51	50	43
V35	0:00:00	03:51	05:72	02:96	03:28	128	78	77	69
V36	0:00:00	07:11	06:02	03:56	03:36	63	74	64	68
V37	0:00:00	09:83	13:21	08:12	06:46	46	34	28	35
V38	0:00:00	06:63	07:75	03:91	03:27	68	58	58	70
V39	0:00:00	04:29	06:88	05:06	04:30	104	65	45	53
V40	0:00:00	04:20	06:87	02:46	03:05	107	65	93	75
V41	0:00:00	04:78	05:63	02:29	02:72	94	80	99	84
V42	0:00:00	04:83	06:20	03:04	03:16	93	72	75	72
V43	0:00:00	08:15	06:44	04:41	03:24	55	70	52	70
V44	0:00:00	06:18	06:84	05:17	04:75	73	66	44	48
V45	0:00:00	07:56	08:20	03:75	02:66	59	55	61	86
V46	0:00:00	07:62	11:46	02:53	03:76	59	39	90	61
V47	0:00:00	07:19	04:95	03:131	02:10	62	91	73	108
V48	0:00:00	05:85	07:96	03:172	03:94	77	56	72	58
V49	0:00:00	08:26	11:10	04:53	04:56	54	40	50	50
V50	0:00:00	07:24	08:36	05:92	04:51	62	54	38	50
V51	0:00:00	05:06	06:58	03:72	03:07	89	68	61	74
V52	0:00:00	11:95	09:93	07:92	06:03	38	45	29	38
V53	0:00:00	05:08	06:51	04:17	02:11	88	69	55	108
V54	0:00:00	07:28	03:93	04:26	04:43	62	114	53	51
V55	0:00:00	03:75	05:28	02:89	02:78	120	85	79	82
V56	0:00:00	05:86	09:17	05:33	04:66	76	49	43	49
V57	0:00:00	06:19	07:26	05:91	03:55	72	62	39	64
V58	0:00:00	05:36	07:62	04:13	04:17	84	59	55	55
V59	0:00:00	05:45	06:05	02:35	02:43	82	74	97	94
V60	0:00:00	05:49	07:46	03:64	02:38	82	60	63	96

91.04 km/h


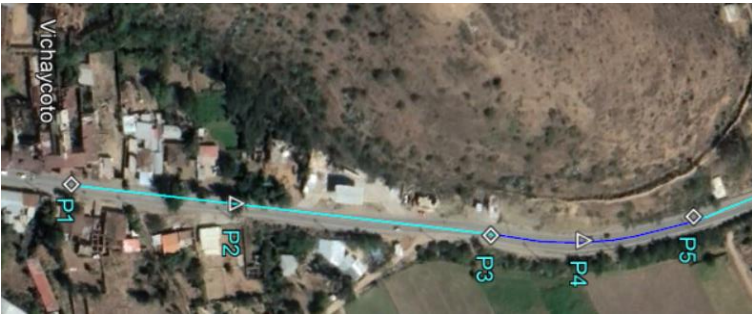
85.13 km/h



 <b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>										
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.										
SECTOR :	3		SENTIDO TRAFICO :		Vichaycoto - Lindero					
FECHA :	08/12/2021		PROGRESIVAS :		KM 223+260	AL KM 223+636				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>										
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	-4.39%				
P1	8891580	364795	1997		PENDIENTE EN CURVA	-0.81%				
P2	8891845	364835	1987	124.5	CARRIL	3.3 m				
P3	8891845	364835	1987	124.5	RADIO n-1 (R1)	Curva Vertical - Curva Concava				
P4	8892036	364851	1982	63.25	RADIO n (R2)	320 m				
P5	8892097	364835	1981	63.25	(Longitud de Curva) Lc	126.5 m				
					(Longitud de Tangente) TL	249.0 m				
<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente</b>				<b>Modelo de predicción de velocidad de operación en curva</b>						
Ecuación de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Fitzpatrick y el manual de carreteras (DG-2018)						
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R} \dots\dots(1)$ $V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R} \dots\dots(2)$ $V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R} \dots\dots(3)$ $V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R} \dots\dots(4)$						
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math> </div>				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>De (1): V_{85} = 92.48 \text{ km/h}</math></td> <td style="padding: 2px;"><math>De (2): V_{85} = 94.39 \text{ km/h}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>De (3): V_{85} = 93.65 \text{ km/h}</math></td> <td style="padding: 2px;"><math>De (4): V_{85} = 88.01 \text{ km/h}</math></td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px; border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85} = 88.01 \text{ km/h}</math> </div>			$De (1): V_{85} = 92.48 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 94.39 \text{ km/h}$	$De (3): V_{85} = 93.65 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 88.01 \text{ km/h}$
$De (1): V_{85} = 92.48 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 94.39 \text{ km/h}$									
$De (3): V_{85} = 93.65 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 88.01 \text{ km/h}$									
<b>IMAGEN DEL SECTOR</b>										
										



 <b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>						
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.						
SECTOR :	3		SENTIDO TRAFICO :		Vichaycoto - Lindero	
FECHA :	08/12/2021		PROGRESIVAS :		KM 223+260	KM 223+636
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	
P1	8891580	364795	1997		PENDIENTE EN CURVA	-4.39%
P2	8891845	364835	1987	124.5	CARRIL	3.3 m
P3	8891845	364835	1987	124.5	RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	Curva Vertical - Curva Concava
P4	8892036	364851	1982	63.25	RADIO n (R <sub>2</sub> )	320 m
P5	8892097	364835	1981	63.25	(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	126.5 m
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	249.0 m
Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente				Modelo de predicción de velocidad de operación en curva		
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Perez 2012		
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 106.863 - \frac{60.1185}{e^{0.00422596 * r}} \dots\dots(1)$		
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Perez 2012		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math></div>				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><math>V_{85} = 91.31 \text{ km/h}</math></div>		
IMAGEN DEL SECTOR						
						

 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85)</b>					
El propósito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación del 85 percentil de la distribución de velocidades.					
<i>Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.</i>					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	3				
FECHA :	08/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 223+260	AL	KM 223+636		
SENTIDO TRAFICO :	Vichaycoto - Lindero				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8891580	364795	1997		
P2	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%
P3	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%
P4	8892036	364851	1982	63.25	-0.81%
P5	8892097	364835	1981	63.25	-0.81%
IMAGEN					
					
Consistencia de Diseño Geometrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Medida	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geometrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geometrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Percentil 85 de la Distribución de las Velocidades	Sector 3	91.04 km/m	85.13 km/m	5.91 km/m	Bueno






 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.</b>					
El propósito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	3				
FECHA :	08/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 223+260	AL	KM 223+636		
SENTIDO TRAFICO :	Vichaycoto - Lindero				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8891580	364795	1997		
P2	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%
P3	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%
P4	8892036	364851	1982	63.25	-0.81%
P5	8892097	364835	1981	63.25	-0.81%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Fitzpatrick (Curva)	Sector 3	100.00 km/m	88.01 km/m	11.99 km/m	Regular



 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
* $V_{85} \leq 10\text{km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20\text{km/h}$		* $V_{85} > 20\text{km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	3				
FECHA :	08/12/2021				
PROGRESIVAS :	KM 223+260	AL	KM 223+636		
SENTIDO TRAFICO :	Vichaycoto - Lindero				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8891580	364795	1997		
P2	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%
P3	8891845	364835	1987	124.5	-4.39%
P4	8892036	364851	1982	63.25	-0.81%
P5	8892097	364835	1981	63.25	-0.81%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Perez 2012 (Curva)	Sector 3	100.00 km/m	91.31 km/m	8.69 km/m	Bueno



 <b>Formato para medición de velocidad de operación con percentil 85 de la distribución de velocidades</b>											
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con el percentil 85 de las velocidades, de la medición de la distancia y el tiempo de recorrido del vehículo.											
SECTOR :	4										
FECHA :	09/12/2022	SENTIDO TRAFICO :				Vichaycoto - Lindero					
PROGRESIVAS :	KM 223+168	AL		KM 222+839							
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						IMAGEN DE SECTOR					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE						
P1	8891580	364795	1997								
P2	8891460	364779	1988	123	-2.91%						
P3	8891337	364763	1986	123	-2.91%						
P4	8891290	364746	1986	41.5	-0.38%						
P5	8891263	364727	1985	41.5	-0.38%						
VEHICULO	P1 Tiempo (seg)	P2 Tiempo (seg)	P3 Tiempo (seg)	P4 Tiempo (seg)	P5 Tiempo (seg)	P2 Velocidad (km/h)	P3 Velocidad (km/h)	P4 Velocidad (km/h)	P5 Velocidad (km/h)	Percentil 85 de Velocidades en Tangente	Percentil 85 de Velocidades en Curva
V1	0:00:00	08:78	05:54	02:88	02:17	50	80	52	69		
V2	0:00:00	08:42	08:57	04:43	03:82	53	52	34	39		
V3	0:00:00	15:01	08:62	05:15	02:87	30	51	29	52		
V4	0:00:00	09:80	09:74	05:10	02:27	45	45	29	66		
V5	0:00:00	05:96	05:91	04:65	01:40	74	75	32	107		
V6	0:00:00	04:18	05:02	02:62	01:32	106	88	57	113		
V7	0:00:00	06:32	06:57	03:56	02:11	70	67	42	71		
V8	0:00:00	11:78	06:82	04:68	02:42	38	65	32	62		
V9	0:00:00	09:19	08:32	04:51	03:04	48	53	33	49		
V10	0:00:00	04:19	04:44	02:45	01:42	106	100	61	105		
V11	0:00:00	05:15	05:62	02:45	01:22	86	79	61	122		
V12	0:00:00	05:01	06:02	03:14	01:52	88	74	48	98		
V13	0:00:00	04:67	04:47	02:06	01:16	95	99	73	129		
V14	0:00:00	06:27	06:02	04:52	03:12	71	74	33	48		
V15	0:00:00	06:97	10:21	03:90	01:47	64	43	38	102		
V16	0:00:00	06:15	06:55	03:51	02:68	72	68	43	56		
V17	0:00:00	09:04	08:04	03:83	02:24	49	55	39	67		
V18	0:00:00	07:26	07:57	03:40	02:05	61	58	44	73		
V19	0:00:00	15:73	14:25	03:29	02:27	28	31	45	66		
V20	0:00:00	10:95	07:77	04:65	02:24	40	57	32	67		
V21	0:00:00	08:84	07:62	02:80	01:81	50	58	53	83		
V22	0:00:00	07:20	07:70	04:62	03:57	62	58	32	42		
V23	0:00:00	01:39	06:33	04:29	01:87	319	70	35	80		
V24	0:00:00	03:84	06:53	03:75	03:19	115	68	40	47		
V25	0:00:00	07:84	07:32	03:88	02:14	56	60	39	70		
V26	0:00:00	07:30	08:67	04:72	02:62	61	51	32	57		
V27	0:00:00	09:45	09:06	04:06	02:47	47	49	37	60		
V28	0:00:00	11:63	06:50	01:35	01:30	38	68	111	115		
V29	0:00:00	08:24	06:03	03:21	01:21	54	73	47	123		
V30	0:00:00	06:61	06:65	04:19	01:94	67	67	36	77		

V31	0:00:00	08:60	05:55	02:88	02:17	51	80	52	69	85.70 km/h	80.25 km/h
V32	0:00:00	08:30	08:67	04:44	03:83	53	51	34	39		
V33	0:00:00	15:02	08:72	05:50	02:33	29	51	27	64		
V34	0:00:00	09:80	09:74	05:00	02:93	45	45	30	51		
V35	0:00:00	05:96	05:87	04:66	01:24	74	75	32	120		
V36	0:00:00	04:19	05:17	02:63	01:76	106	86	57	85		
V37	0:00:00	06:32	06:10	03:57	02:73	70	73	42	55		
V38	0:00:00	11:79	06:13	04:34	02:10	38	72	34	71		
V39	0:00:00	09:20	08:33	04:17	03:05	48	53	36	49		
V40	0:00:00	04:19	04:44	02:45	01:62	106	100	61	92		
V41	0:00:00	05:13	05:62	02:45	01:72	86	79	61	87		
V42	0:00:00	05:27	06:03	03:15	01:52	84	73	47	98		
V43	0:00:00	04:67	04:47	02:07	01:56	95	99	72	96		
V44	0:00:00	06:27	06:02	04:53	03:13	71	74	33	48		
V45	0:00:00	06:97	10:22	03:90	03:48	64	43	38	43		
V46	0:00:00	06:15	06:55	03:51	02:68	72	68	43	56		
V47	0:00:00	09:05	08:05	03:83	02:24	49	55	39	67		
V48	0:00:00	07:26	07:57	03:40	02:05	61	58	44	73		
V49	0:00:00	15:74	14:26	03:29	02:27	28	31	45	66		
V50	0:00:00	10:96	07:77	04:66	02:24	40	57	32	67		
V51	0:00:00	08:85	07:62	02:81	01:82	50	58	53	82		
V52	0:00:00	07:20	07:70	04:40	03:58	62	58	34	42		
V53	0:00:00	01:40	06:73	04:37	01:88	316	66	34	79		
V54	0:00:00	03:85	06:93	03:10	03:19	115	64	48	47		
V55	0:00:00	07:24	07:32	03:11	02:14	61	60	48	70		
V56	0:00:00	07:78	08:68	04:60	02:62	57	51	32	57		
V57	0:00:00	09:45	09:06	04:12	02:47	47	49	36	60		
V58	0:00:00	11:64	06:50	01:35	01:80	38	68	111	83		
V59	0:00:00	08:25	06:03	03:22	01:61	54	73	46	93		
V60	0:00:00	06:61	06:65	04:20	01:94	67	67	36	77		



 <b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>										
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.										
SECTOR :	4		SENTIDO TRAFICO :		Vichaycoto - Lindero					
FECHA :	09/12/2022		PROGRESIVAS :		KM 223+168	AL KM 222+839				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS										
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	-2.91%				
P1	8891580	364795	1997		PENDIENTE EN CURVA	-0.38%				
P2	8891460	364779	1988	123	CARRIL	3.3 m				
P3	8891337	364763	1986	123	RADIO n-1 (R <sub>1</sub> )	Curva Vertical - Curva Concava				
P4	8891290	364746	1986	41.5	RADIO n (R <sub>2</sub> )	120 m				
P5	8891263	364727	1985	41.5	(Longitud de Curva) L <sub>c</sub>	83.0 m				
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	246.0 m				
Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente				Modelo de predicción de velocidad de operación en curva						
Ecuación de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Fitzpatrick y el manual de carreteras (DG-2018)						
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R} \dots\dots(1)$ $V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R} \dots\dots(2)$ $V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R} \dots\dots(3)$ $V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R} \dots\dots(4)$						
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Fitzpatrick indicado en el manual de carreteras (DG-2018)						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math> </div>				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td><math>De (1): V_{85} = 76.46 \text{ km/h}</math></td> <td><math>De (2): V_{85} = 75.06 \text{ km/h}</math></td> </tr> <tr> <td><math>De (3): V_{85} = 75.03 \text{ km/h}</math></td> <td><math>De (4): V_{85} = 73.68 \text{ km/h}</math></td> </tr> </table> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85} = 73.68 \text{ km/h}</math> </div> </div>			$De (1): V_{85} = 76.46 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 75.06 \text{ km/h}$	$De (3): V_{85} = 75.03 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 73.68 \text{ km/h}$
$De (1): V_{85} = 76.46 \text{ km/h}$	$De (2): V_{85} = 75.06 \text{ km/h}$									
$De (3): V_{85} = 75.03 \text{ km/h}$	$De (4): V_{85} = 73.68 \text{ km/h}$									
IMAGEN DEL SECTOR										
										

 <b>Formato para la estimación de velocidad de operación según modelos de predicción de velocidad de operación</b>						
El proposito del presente formato es obtener la velocidad de operación en tangente y curva con modelos de predicción, con la características geometricas de la carretera.						
SECTOR :	4		SENTIDO TRAFICO :		Vichaycoto - Lindero	
FECHA :	09/12/2022		PROGRESIVAS :		KM 223+168	KM 222+839
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS						
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE EN TANGENTE	
P1	8891580	364795	1997		PENDIENTE EN CURVA	-2.91%
P2	8891460	364779	1988	123	CARRIL	3.3 m
P3	8891337	364763	1986	123	Curva Vertical	Curva Vertical - Curva Concava
P4	8891290	364746	1986	41.5	RADIO n (R <sub>2</sub> )	120 m
P5	8891263	364727	1985	41.5	(Longitud de Curva) Lc	83.0 m
					(Longitud de Tangente) T <sub>L</sub>	246.0 m
Modelo de predicción de velocidad de operación en tangente				Modelo de predicción de velocidad de operación en curva		
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Ecuación del modelo de Perez 2012		
$V_{85}^T = 100 \text{ km/h}$				$V_{85} = 106.863 - \frac{60.1185}{e^{0.00422596 \cdot r}} \dots\dots(1)$		
Velocidad de Operación en tangente según modelo de Fitzpatrick y Collins (2000)				Velocidad de Operación en curva según modelo de Perez 2012		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85}^T = 100.00 \text{ km/h}</math> </div>				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>V_{85} = 70.66 \text{ km/h}</math> </div>		
IMAGEN DEL SECTOR						
 						

 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación (Percentil 85)</b>					
El propósito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación del 85 percentil de la distribución de velocidades.					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
Nivel de diseño de seguridad					
Bueno		Tolerable		Pobre	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	4				
FECHA :	09/12/2022				
PROGRESIVAS :	KM 223+168	AL	KM 222+839		
SENTIDO TRAFICO :	Vichaycoto - Lindero				
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8891580	364795	1997		
P2	8891460	364779	1988	123	-2.91%
P3	8891337	364763	1986	123	-2.91%
P4	8891290	364746	1986	41.5	-0.38%
P5	8891263	364727	1985	41.5	-0.38%
IMAGEN					
					
Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Medida	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Percentil 85 de la Distribución de las Velocidades	Sector 4	85.70 km/m	80.25 km/m	5.45 km/m	Bueno

 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.</b>					
El propósito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
$*V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20 \text{ km/h}$		$*V_{85} > 20 \text{ km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	4				
FECHA :	09/12/2022				
PROGRESIVAS :	KM 223+168	AL	KM 222+839		
SENTIDO TRAFICO :	Vichaycoto - Lindero				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8891580	364795	1997		
P2	8891460	364779	1988	123	-2.91%
P3	8891337	364763	1986	123	-2.91%
P4	8891290	364746	1986	41.5	-0.38%
P5	8891263	364727	1985	41.5	-0.38%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V_{85}^T $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Fitzpatrick (Curva)	Sector 4	100.00 km/m	73.68 km/m	26.32 km/m	Malo



 <b>Formato para evaluar la consistencia de diseño geométrica, con el criterio de seguridad II, propuesto por Lamm et al., 1999, con la velocidad de operación de modelos de estimación.</b>					
El proposito del presente formato es obtener la consistencia de diseño geométrico, con el criterio II propuesto por Lamm et al., 1999, en elementos geométricos sucesivos de tangente y curva por sector, con la velocidad de operación de modelos de estimación de velocidad en (km / h)					
Nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al.					
<b>Nivel de diseño de seguridad</b>					
<b>Bueno</b>		<b>Tolerable</b>		<b>Pobre</b>	
$*V_{85} \leq 10\text{km/h}$		$10 > *V_{85} \geq 20\text{km/h}$		$*V_{85} > 20\text{km/h}$	
* $V_{85}$ = diferencia en el 85 percentil de velocidad entre elementos geométricos sucesivos (km / h)					
Nota: La tabla muestra el nivel de diseño de seguridad propuesto por Lamm et al. Fuente: Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways (p.184), 2000.					
SECTOR :	4				
FECHA :	09/12/2022				
PROGRESIVAS :	KM 223+168	AL	KM 222+839		
SENTIDO TRAFICO :	Vichaycoto - Lindero				
<b>LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>					
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
P1	8891580	364795	1997		
P2	8891460	364779	1988	123	-2.91%
P3	8891337	364763	1986	123	-2.91%
P4	8891290	364746	1986	41.5	-0.38%
P5	8891263	364727	1985	41.5	-0.38%
IMAGEN					
					
<b>Consistencia de Diseño Geométrico según criterio de seguridad II de Lamm desarrollado en el año 1999</b>					
$*V_{85} =  V_{85} - V^T_{85} $					
Modelo	Sector	Velocidad de Operación		Consistencia de Diseño Geométrico (Criterio de Seguridad II de Lamm et al. 1999)	
		Tangente	Curva	Consistencia de Diseño Geométrico entre tangente y curva	Nivel de diseño de seguridad
Modelo de Fitzpatrick y Collins (2000) (Tangente) y Modelo de Perez 2012 (Curva)	Sector 4	100.00 km/m	70.66 km/m	29.34 km/m	Malo