

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**IMPACTO DEL DISEÑO GEOMETRICO EN LOS ACCIDENTES DE
TRANSITO EN LA CARRETERA PACHAR - HUAROCONDO, CUSCO**

2025

PRESENTADO POR:

Br. BRAYAN MACKARTI SUTTA AT AUSINCHI

Br. JHEMMI PAUL CCANA VILLALVA

PARA OPTAR AL TÍTULO

PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Mgt. Ing. JUAN PABLO ESCOBAR MASIAS

CUSCO - PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Juan Pablo Escobar Masias.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: IMPACTO DEL DISEÑO GEOMETRICO EN LOS
ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA CARRETERA PACHAR - HUARACONDO,
CUSCO 2025......

Presentado por: Brayan Mackenti Sutta Atausinchi DNI N° 72747338 ;
presentado por: Jhemmi Paul Ccana Villaiva DNI N°: 47493202
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Civil.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de*
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 6.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 16 de Enero..... de 2026.....

J. Escobar Masias

Firma

Post firma JUAN PABLO ESCOBAR MASIAS

Nro. de DNI 23847338

ORCID del Asesor 0000-0002-9454-3414

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:546889425

PROYECTO TESIS FINAL.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546889425

Fecha de entrega

16 ene 2026, 5:09 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 ene 2026, 5:12 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

PROYECTO TESIS FINAL.pdf

Tamaño del archivo

11.7 MB

211 páginas

60.589 palabras

250.038 caracteres

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
DEDICATORIA	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN.....	1
ABSTRAC	2
CAPÍTULO I: INTRODUCCION.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	4
1.2.1 Problema General	4
1.2.2 Problemas Específicos.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3.1 Relevancia social.	4
1.3.2 Implicancias prácticas.	5
1.3.3 Valor teórico.....	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivo Específico	6
1.5 DELIMITACIÓN DE ESTUDIO	7
1.5.1 Delimitación espacial.	7
1.5.2 Delimitación temporal.	7
CAPITULO II: ANTECEDENTE Y MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales	8
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes locales	10

2.2. BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1. Definición Conceptual.....	12
2.2.2. Definición Operacional	40
2.3. Hipótesis.....	44
2.3.1. Hipótesis general.....	44
2.3.2. Hipótesis específicas	44
CAPITULO III: METODOLOGÍA Y REFERENCIAS	45
3.1. Metodología de la investigación	45
3.1.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica	45
3.1.2. Accesibilidad.....	47
3.1.3. Tipo de investigación	47
3.1.4. Nivel de la investigación	47
3.1.5. Diseño de la investigación.....	47
3.1.6. Enfoque de la investigación	48
3.2. Unidad de análisis	48
3.3. Población y Muestra.....	49
3.3.1. Población	49
3.3.2. Muestra.....	51
CAPITULO IV: ENSAYOS Y RECOLECCIÓN DE DATOS	53
4.1. ACCIDENTABILIDAD	53
4.2. ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	61
4.3. ESTUDIO TRAFICO.....	70
4.4. VERIFICACION DEL DISEÑO GEOMETRICO.....	77
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	131
5.1. ANALISIS.....	131
5.1.1. INFLUENCIA DEL DISEÑO GEOMETRICO SOBRE LA OCURRENCIA DE ADT.....	131

5.2. DISCUSIONES.....	149
5.3. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	152
5.4. JUSTIFICACION INTEGRAL DE LA TESIS	161
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
6.1. CONCLUSIONES	163
6.2. RECOMENDACIONES	165
CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
ANEXOS	170
8.1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	170
8.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA	172
8.3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	173
8.4. ESTUDIO DE TRAFICO	181
8.5. CÁLCULO DEL TRÁFICO DE DISEÑO (ESALS)	183
8.6. DOCUMENTOS	189
8.7. ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD.....	192
8.8. PLANOS	200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de Accidentes, detallando horario y condiciones climáticas	54
Tabla 2 Accidentes de Tránsito según el Tipo de Acceso	55
Tabla 3 Accidentes de Tránsitos según el Grado de Consecuencias	56
Tabla 4 Identificación de Tramos de Concentración de Accidentes TCA.....	59
Tabla 5 Coordenadas de Puntos de Control (BM)	63
Tabla 6 Cuadro de Curvas Horizontales	65
Tabla 7 Verificación Diaria de Vehículos.....	71
Tabla 8 Datos Generales de la Vía.....	79
Tabla 9 Verificación del Angulo de Deflexión Mínima	80
Tabla 10 Verificación de longitud de curva máxima y mínima.....	84
Tabla 11 Verificación de Lmax y Lmin en longitudes de tramos tangentes	88
Tabla 12 Verificación de Rmin para V=40 Km/h.....	92
Tabla 13 Verificación de la necesidad de curvas de Transición	96
Tabla 14 Verificación de Sa min y Sa requerido	102
Tabla 15 Verificación de Necesidad de Peralte, Pmin y Pmax.....	106
Tabla 16 Verificación de +i: Subida Respecto al Sentido de Circulación	111
Tabla 17 Verificación de -i: Bajada Respecto al Sentido de Circulación	115
Tabla 18 Distancia de Adelantamiento.....	120
Tabla 19 Verificación del Ancho de Calzada, Bombeo y Ancho de Berma.....	125
Tabla 20 Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-01.....	132
Tabla 21 Elementos de Curva que no cumplen en TCA 01	133
Tabla 22 Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 01	133
Tabla 23 ADT Ocurridos en TCA 01 entre los años 2020-2025	134

Tabla 24 Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-02.....	137
Tabla 25 Elementos de Curva que no cumplen en TCA 02	138
Tabla 26 Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 02	139
Tabla 27 ADT Ocurridos en TCA 02 entre los años 2020-2025	140
Tabla 28 Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-03.....	142
Tabla 29 Elementos de Curva que no cumplen en TCA 03	143
Tabla 30 Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 03	144
Tabla 31 ADT Ocurridos en TCA 03 entre los años 2020-2025	144
Tabla 32 Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-04.....	146
Tabla 33 Elementos de Curva que no cumplen en TCA 04	147
Tabla 34 Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 04	148
Tabla 35 ADT Ocurridos en TCA 04 entre los años 2020-2025	148
Tabla 36 verificación del Rmin de Propuesta de Mejoramiento.....	152
Tabla 37 Verificación de Sa Requeridos de Propuesta de Mejoramiento	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Clasificación del terreno en carreteras	17
Figura 2	Velocidades de diseño según a la Demanda y Orografía	20
Figura 3	Distancia de visibilidad de parada (metros)	23
Figura 4	Distancia de Visibilidad de adelantamiento (metros).....	25
Figura 5	Elementos que Conforman la Distancia de Adelantamiento.....	27
Figura 6	Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular	29
Figura 7	Valores del bombeo de la calzada	30
Figura 8	Ancho de Bermas	30
Figura 9	Longitudes de tramos en Tangentes	31
Figura 10	Elementos de una curva circular.....	32
Figura 11	Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	33
Figura 12	Obtención del punto principal a partir de las marcas fiduciales	37
Figura 13	Proyecto de vuelo	38
Figura 14	Altura de vuelo $ON=H$	40
Figura 15	Ubicación geográfica de la aplicación de la tesis	45
Figura 16	Ubicación de la Vía Huaroscondo- Pacha.....	46
Figura 17	Distribución de los ADT ocurridos entre los años 2022-2025	53
Figura 18	Porcentaje De Accidentes De Tránsito Según El Tipo De Suceso	56
Figura 19	Porcentaje De Accidentes De Tránsito Según el Grado de Consecuencia..	57
Figura 20	Distribución de puntos de control (BM).....	62
Figura 21	Variación diaria de vehículos	71
Figura 22	Factor de crecimiento estacional	72
Figura 23	Factor Carril.....	73
Figura 24	ESALs.....	74

Figura 25 ESALs Proyectado para 20 Años	76
Figura 26 Vehículo de diseño (B2)	101
Figura 27 Tramo de Concentración de Accidentes 01	131
Figura 28 Tramo de Concentración de Accidentes 01 irradiado por una estación total	131
Figura 29 Tramo de Concentración de Accidentes 02	135
Figura 30 Tramo de Concentración de Accidentes 02 irradiado por una estación total	136
Figura 31 Tramo de Concentración de Accidentes 03	140
Figura 32 Tramo de Concentración de Accidentes 03 irradiado por una estación total	141
Figura 33 Tramo de Concentración de Accidentes 04	145
Figura 34 Tramo de Concentración de Accidentes 04 irradiado por una estación total	146

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y admiración, dedico esta tesis a varias personas y entidades cuya influencia ha sido fundamental en la culminación de este trabajo.

A Dios, porque es mi faro de luz y me ha dado la fortaleza, la esperanza y el conocimiento que he requerido para vencer los retos que se han presentado en este trayecto académico.

Jhemmi Paul Ccana Villalva

DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento y reconocimiento, dedico esta tesis a todas las personas que han sido fundamentales en la culminación de este trabajo académico.

A Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza durante todo este recorrido, así como por su sabiduría infinita. Su presencia ha representado un apoyo y una inspiración ininterrumpidos en cada reto que he afrontado.

Brayan Mackarti Sutta Atausinchi

RESUMEN

La presente tesis titulada “Impacto del diseño geométrico en los accidentes de tránsito en la carretera Pachar–Huarucondo, Cusco 2025” analiza la relación entre las características del diseño geométrico y la ocurrencia de accidentes de tránsito (ADT) en dicho tramo vial, clasificado como carretera de segunda clase y desarrollado en una orografía accidentada (Tipo 4). No obstante, la vía opera con una velocidad de diseño asumida de 40 km/h, inferior al rango recomendado por el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018, lo que evidencia inconsistencias normativas.

La investigación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño no experimental. Se evaluó la totalidad del tramo de estudio y los accidentes registrados durante el periodo 2022–2025, empleando criterios técnicos del Manual DG-2018 y considerando el vehículo de diseño tipo B2.

Los resultados indican que el despiste representa el 45% de los accidentes registrados. El análisis geométrico evidenció que el 99% de las curvas no cumple con la longitud mínima de curva (L_{min}) y el 14% presenta radios inferiores al radio mínimo (R_{min}). Asimismo, el 48% de los tramos en tangente no cumple con la longitud mínima requerida. En la sección transversal, el 96% de las curvas no cumple con el sobreechancho normativo y el 100% del tramo presenta bermas inferiores al mínimo exigido. Además, se identificaron deficiencias en las distancias de visibilidad de adelantamiento y de parada.

Se concluye que las deficiencias del diseño geométrico influyen significativamente en la ocurrencia de ADT, justificando la propuesta de mejoras geométricas orientadas a incrementar la seguridad vial, priorizando los Tramos de Concentración de Accidentes.

PALABRA CLAVE: Diseño, Accidentes, Carretera, Curvatura

ABSTRAC

This thesis, entitled “Impact of Geometric Design on Traffic Accidents on the Pachar–Huarrocondo Highway, Cusco 2025,” analyzes the relationship between geometric design characteristics and the occurrence of traffic accidents (TAs) on this road segment, classified as a second-class highway and located in a rugged terrain (Type 4). However, the road operates with an assumed design speed of 40 km/h, lower than the range recommended by the Highway Manual – Geometric Design DG-2018, which reveals regulatory inconsistencies.

The research is applied, with a quantitative approach, descriptive level, and non-experimental design. The entire study segment and the accidents recorded during the period 2022–2025 were evaluated using the technical criteria of the DG-2018 Manual and considering a type B2 design vehicle.

The results indicate that run-off-road accidents account for 45% of the recorded accidents. Geometric analysis revealed that 99% of the curves do not meet the minimum curve length (L_{min}), and 14% have radii smaller than the minimum radius (R_{min}). Similarly, 48% of the tangent sections do not meet the minimum required length. In the cross-section, 96% of the curves do not comply with the standard widening requirements, and 100% of the section has shoulders smaller than the minimum required. Furthermore, deficiencies were identified in overtaking and stopping sight distances.

It is concluded that the geometric design deficiencies significantly influence the occurrence of accidents, justifying the proposal for geometric improvements aimed at increasing road safety, prioritizing accident blackspots.

KEYWORDS: Design, Accidents, Road, Curvature

CAPÍTULO I: INTRODUCCION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La carretera Pachar-Huarocondo, ubicada en la región Cusco, es una vía de vital importancia para el tránsito local y regional. Sin embargo, en los últimos años, se ha evidenciado un incremento en los accidentes de tránsito que ocurren en esta carretera. Diversos estudios sugieren que el diseño geométrico de las vías puede influir directamente en la seguridad vial, especialmente en zonas montañosas como esta, donde las condiciones topográficas pueden representar un desafío adicional para los conductores.

Elementos del diseño geométrico, tales como las pendientes, los radios de curvatura, el ancho de los carriles, las condiciones de visibilidad y la presencia o ausencia de señalización adecuada, podrían estar contribuyendo a la frecuencia y gravedad de los accidentes en esta vía. Estos factores, combinados con el aumento del flujo vehicular y el transporte turístico, generan una situación de riesgo constante que afecta tanto a los usuarios como a la economía y al desarrollo regional.

La falta de estudios específicos que analicen cómo las características geométricas de esta carretera influyen en los accidentes limita la posibilidad de implementar intervenciones efectivas que mejoren la seguridad vial. Por lo tanto, resulta fundamental plantear un análisis detallado que permita identificar las deficiencias existentes en el diseño geométrico de la carretera y su relación con los accidentes registrados.

Este planteamiento busca establecer una base sólida para proponer medidas correctivas, tales como ajustes en el diseño geométrico, mejoras en la señalización y fortalecimiento de la gestión vial, con el objetivo de reducir los accidentes y garantizar una circulación segura y eficiente para los usuarios de esta carretera estratégica.

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

1.2.1 *Problema General*

¿Cómo influye el diseño geométrico de la carretera Pachar-Huarocondo en la incidencia de accidentes de tránsito registrados durante el año 2025?

1.2.2 *Problemas Específicos*

- ¿Qué características del diseño geométrico de la carretera (curvaturas, pendientes, ancho de calzada, intersecciones) presentan mayor relación con la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025?
- ¿Cómo afecta la señalización y visibilidad de la carretera, en combinación con su diseño geométrico, a la seguridad de los usuarios en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025?
- ¿Qué deficiencias del diseño geométrico pueden ser corregidas para disminuir la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025?

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 *Relevancia social.*

La importancia social de la investigación se basa en que, al reducir accidentes y proteger vidas humanas, así como al disminuir las lesiones, se mejora directamente la seguridad vial de peatones y conductores. Asimismo, tiene un impacto económico importante al disminuir los gastos relacionados con los accidentes para las familias, el sistema sanitario y el Estado. Este análisis también promueve el progreso de la infraestructura local, favoreciendo a las poblaciones rurales con una conectividad más eficaz y segura, lo cual estimula la economía y el turismo en la zona. Además, fomenta la protección del medioambiente al perfeccionar el diseño geométrico, de manera que las alteraciones en el entorno sean mínimas y los peligros de

derrames o daños ecológicos se reduzcan. Al final, el análisis reforzará las políticas públicas en términos de seguridad y diseño vial, al ofrecer datos fundamentales para tomar decisiones que optimicen la calidad de vida de los usuarios y el crecimiento sustentable de las comunidades locales.

1.3.2 Implicancias prácticas.

La implicancia práctica del estudio, radica en proporcionar información técnica clave para mejorar la infraestructura vial mediante la corrección de curvas peligrosas, ajustes en pendientes pronunciadas, ampliación del ancho de la calzada y optimización de la señalización. Esto permitirá prevenir accidentes al implementar estrategias como controles de velocidad y zonas de escape, además de orientar la planificación y mantenimiento de tramos críticos, priorizando inversiones estratégicas. Los resultados también contribuirán al desarrollo de políticas públicas adaptadas a las condiciones locales, fortaleciendo la seguridad vial, y servirán como base para campañas de educación y concienciación de los usuarios. En conjunto, el estudio promoverá el bienestar social y económico al reducir la frecuencia de accidentes, los costos asociados y mejorar la calidad de vida de las comunidades beneficiadas, fomentando un desarrollo regional más seguro y sostenible.

1.3.3 Valor teórico.

El valor teórico del estudio radica en su contribución al conocimiento científico y técnico relacionado con la interacción entre las características geométricas de las vías y la incidencia de accidentes de tránsito. Este análisis profundiza en cómo elementos como las curvas, pendientes, ancho de calzada y señalización influyen en la seguridad vial, enriqueciendo las teorías de diseño geométrico y seguridad vial establecidas en disciplinas como la ingeniería civil y el urbanismo.

Además, aporta una base conceptual y metodológica para futuras investigaciones, permitiendo generar modelos predictivos sobre el comportamiento del tránsito en relación con el diseño vial. El estudio refuerza la comprensión de los principios del diseño de carreteras adaptados a contextos específicos como el de regiones rurales y montañosas, donde los desafíos técnicos son mayores.

Asimismo, se integra al marco teórico de referencia de organismos internacionales, como la AASHTO y la OMS, actualizando y contextualizando las recomendaciones para carreteras similares en otros entornos geográficos y sociales. Esto fomenta la creación de estrategias innovadoras y prácticas para mejorar la seguridad vial y prevenir accidentes. y regiones.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 *Objetivo general*

Analizar el impacto del diseño geométrico de la carretera Pachar-Huarocondo en la incidencia de accidentes de tránsito durante el año 2025, con el fin de identificar deficiencias y proponer mejoras que incrementen la seguridad vial.

1.4.2 *Objetivo Específico*

- Identificar las características del diseño geométrico de la carretera (curvaturas, pendientes, ancho de calzada, intersecciones) que presentan mayor relación con los accidentes de tránsito registrados en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025.
- Evaluar la influencia de la señalización y la visibilidad en combinación con el diseño geométrico de la carretera a la seguridad de los usuarios en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025

- Proponer medidas de mejora en el diseño geométrico y en la gestión vial de la carretera para reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025

1.5 DELIMITACIÓN DE ESTUDIO

1.5.1 Delimitación espacial.

El estudio se delimita espacialmente a la carretera Pachar-Huarocondo, ubicada en la región Cusco, Perú. Esta vía conecta comunidades rurales y es una ruta de importancia estratégica para el transporte local, comercial y turístico. Se analizarán específicamente los tramos más transitados y aquellos que presentan mayores riesgos debido a sus características geométricas, como curvas cerradas, pendientes pronunciadas, y zonas con deficiencia de señalización o visibilidad.

La delimitación incluye la evaluación de los accidentes ocurridos en toda la extensión de la carretera durante el periodo establecido, considerando además las condiciones físicas y técnicas de los segmentos con mayor incidencia de siniestros, así como su interacción con el entorno geográfico y las características del terreno.

1.5.2 Delimitación temporal.

El estudio se delimita temporalmente al período comprendido entre enero a abril del año 2025. Durante este intervalo, se analizarán los accidentes de tránsito registrados en la carretera Pachar-Huarocondo, así como las características geométricas de la vía en ese mismo periodo. Esta delimitación permite obtener datos actualizados y representativos para evaluar la relación entre el diseño geométrico y la incidencia de accidentes, asegurando que los resultados sean relevantes y aplicables al contexto actual de la carretera.

CAPITULO II: ANTECEDENTE Y MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Nancy Cifuentes Ospina (2014) realizaron la investigación titulada **“Estudio De Seguridad Vial Para Determinar La Incidencia Del Diseño Geometrico En La Accidentalidad Carretera Bogotá-Villavicencio A Partir De La Salida Del Túnel De Boquerón A Puente Quetame”** La seguridad vial de una vía es muy importante, ya que los accidentes de carretera son una de las principales razones por las cuales la gente muere.

Mejorar la seguridad vial en las carreteras es una de las principales preocupaciones en los diversos países, puesto que si esta no es adecuada puede resultar en una tasa elevada de accidentes con muertos y heridos, no solo en vehículos motorizados o no motorizados, sino también con los usuarios vulnerables que transitan por la vía. Dado que los accidentes de carretera son la segunda causa de muerte en todo el mundo, se considera esencial revisar los proyectos desde la fase del diseño geométrico hasta su puesta en funcionamiento. Esto es para optimizar la infraestructura, tanto en lo que respecta a problemas que ocurren con frecuencia de accidentes, como a lugares deficientes donde no se producen accidentes en un momento específico, pero que podrían generar altas incidencias (un enfoque preventivo). Este estudio revela la conexión entre la accidentalidad y el diseño geométrico de la carretera Bogotá-Villavicencio, en el segmento que va desde la salida del túnel de Boquerón hasta el peaje de Puente Quetame, tanto en diseño como en operación. Para ello, se utilizaron listas de verificación considerando los parámetros del Manual de Diseño del INVIAS 2008 y los factores preventivos de seguridad vial. Este método es acorde con el enfoque actual que se emplea en las auditorías de seguridad vial, cuyo objetivo es identificar puntos críticos de accidentabilidad vial. La infraestructura vial es uno de los factores de accidentalidad con el 28%. Es por esto

que la consistencia en el trazado de una carretera se relaciona con la conformidad de su geometría y la seguridad vial.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Hidalgo Juárez, Yenny Diana (2022) realizó la investigación titulada **“Diseño Geométrico Vial Para La Transitabilidad De La Av. Trujillo, Distrito De Mi Perú, Callao, 2021”** La presente investigación “Diseño geométrico vial en el mejoramiento de la transitabilidad en la Av. Trujillo, Distrito de Mi Perú, Callao, 2021, se da por el elevado índice de accidentes de tránsito, por eso surge el problema: ¿Cuál será el diseño geométrico vial que mejora la transitabilidad, en la Av. Trujillo, Distrito de Mi Perú, Callao, 2021?, el objetivo fue: Determinar el diseño geométrico vial que mejora la transitabilidad en la Av. Trujillo – Distrito de Mi Perú, y la hipótesis es: La transitabilidad en la Avenida Trujillo, en el distrito de Mi Perú, se ve mejorada con el diseño geométrico vial planteado. El diseño de la investigación es cuasi-experimental, ya que se busca investigar el efecto del diseño propuesto. El tipo de estudio es aplicado y el nivel de investigación es explicativo-descriptivo. La población beneficiada se encuentra en la Avenida Trujillo, distrito de Mi Perú. La muestra está compuesta por el perímetro comercial situado en la intersección vial entre la Avenida Ayacucho y la Avenida Trujillo. Huara. Para el procedimiento metodológico, se llevaron a cabo los conteos de vehículos y peatones en la intersección de vías más transitada y se llevó a cabo la recolección planimétrica de las secciones viales, empleando fichas de conteo y planos creados con Autocad. El diseño vial propuesto, que consiste en limitar un giro vehicular del tráfico en la Avenida Trujillo, mejora el tránsito al disminuir a cero los accidentes de tráfico, los cuales fueron confirmados con el software Vissim. Además, este diseño mantiene el nivel de servicio de la vía y favorece la seguridad de los usuarios más vulnerables.

Rosa Marleny Tinuco Llacma, (2020) realizaron la investigación titulada **“Influencia Del Diseño Geométrico Sobre La Ocurrencia De Accidentes De Tránsito En La Carretera Fernando Belaunde Terry Tramo Km 21+000 Al Km 31+000, Año 2020”** Este trabajo de investigación, surge a partir de la preocupación debido a la constante ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera Fernando Belaunde Terry (tramo que comprende la jurisdicción del centro poblado Limón de Porcuya-Huarmaca). Por lo tanto, tales hechos han causado muchas pérdidas en términos de daños materiales, traumas físicos y psicológicos, y vidas humanas. Los factores que se le asignan son: el factor climático, el factor vehículo y el factor vía; no obstante, en la mayor parte de ellos no se ha determinado con claridad cuál es el elemento incidente. Por esta razón, es necesario averiguar si el diseño geométrico de la carretera actual es uno de los elementos que contribuye a la ocurrencia de tales siniestros. Para ello, se llevaron a cabo estudios de tráfico, accidentabilidad y topografía en el segmento crítico, con el fin de establecer los parámetros y elementos geométricos presentes y compararlos con la normativa vigente. Los resultados mostraron que un diseño geométrico deficiente sí afecta la ocurrencia de accidentes de tránsito. Esto se debe a que, en los tramos donde hay una mayor concentración de accidentes, se encontraron más inconsistencias en las dimensiones de la longitud de curva, el sobreancho, el radio mínimo, la longitud de los tramos tangenciales y el ancho de berma. El tipo de accidente más frecuente es el despiste y volcadura.

2.1.3. Antecedentes locales

La tesis intitulada: **“diseño geométrico para mejorar la transitabilidad vehicular de la carretera cu-1204 y cu-1206 en el tramo: huariocondo (km 0+000) - munaypata (km 10+000), distrito de huariocondo, provincia de anta, departamento de cusco”**. Tiene como objetivo elaborar un diseño geométrico para mejorar la transitabilidad vehicular de la carretera cu-1204 y cu-1206 en el tramo: Huariocondo (km 0+000) - Munaypata (km 10+000), distrito

de Huarucondo, provincia de Anta, departamento de Cusco. La metodología empleada en la investigación es Hipotético Deductivo, de tipo Aplicativo Transversal, con un enfoque Cuantitativo, No Correlacional, con diseño No Experimental; siendo la población y muestra el tramo Huarucondo–Munaypata, carretera de 10 Km, de longitud que beneficia a una población de 120 familias. Para llevar a cabo la investigación actual, fue necesario realizar un estudio topográfico en la zona, así como un análisis de la mecánica de suelos, uno hidrológico y uno de costos y presupuestos. Se obtuvieron diferentes resultados a partir de las tareas realizadas en campo, gabinete y laboratorio. En el área investigada, el estudio de suelos reveló un CBR del 12% para la subrasante, lo que se considera una subrasante buena. Según el manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, la capa de afirmado debe tener al menos 0.15 m de espesor.

El proyecto **“Mejoramiento del servicio de transitabilidad vial interurbano en el tramo CU-902 vía vecinal entre los distritos de Huarucondo y Zurite de la provincia de Anta-Cusco** “tiene el objetivo de mejorar las condiciones de transitabilidad de la vía ubicada entre ambos distritos, la calidad de vida de los sectores aledaños y el nivel socioeconómico, así como, se busca la disminución en tiempos de transporte, reducción en riesgos de accidentes y generar un mejor acceso a los centros de salud y educación de la zona para los pobladores de ambos distritos y anexos correspondientes. La vía actualmente cuenta con una longitud de 6.49km con un ancho promedio de vía de 5m, en condiciones iguales a una trocha carrozable de tierra sin obras de arte en funcionamiento; posee una topografía ondulada, con ciertos sectores llanos; la zona es lluviosa que propicia el desgaste de las capas de la vía, generando baches, charcos y bofedales.

Con el presente trabajo se plantea el mejoramiento de la vía a través de la elaboración de un diseño geométrico, conformado por una capa sub base, una base y una carpeta de rodadura

de tipo (asfáltica), así como, un tramo diseñado a base de pavimento articulado, el proyecto cuenta además con obras de arte y señalización. Por otro lado, se tomará en cuenta el impacto que se producirá por la construcción de la vía y para poder cuantificar el proyecto, se realizará los metrados correspondientes de cada una de las partidas que comprenderán el proyecto, de esta forma poder realizar el análisis de precios unitarios, costos y presupuestos, programación de obra y especificaciones técnicas para cada uno de los componentes del proyecto.

2.2.BASES TEÓRICAS

2.2.1. Definición Conceptual

DISEÑO GEOMÉTRICO

Para definir el diseño geométrico se tomaron en cuenta a los siguientes autores: Es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo con base en los condicionantes o factores existentes la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad de la solución final.

“Es una popular tendencia que muestra formas básicas en diseños creativos. Con raíces en los principios matemáticos reales, el diseño geométrico puede ser creado con precisión formulista o por medio de la experimentación”. El diseño geométrico vial comprende la selección y dimensionamiento de sus características visibles. En este proceso, el proyectista debe seleccionar los elementos necesarios para su proyecto específico y darle dimensiones según las necesidades del consumidor. El diseño debe propender a que los usuarios mantengan velocidades sensiblemente uniformes, les induzca a una conducción libre de tensiones y sorpresas, y les imposibilite la ocurrencia de siniestros o al menos les reduzca sus consecuencias.

OBJETIVOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

Con el diseño geométrico hay que intentar lograr todos los objetivos del mismo, que son:

a) La funcionalidad

Vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar y sus características, así como por el volumen y propiedades del tráfico que se estime pueda recorrerla cuando esté en servicio, permitiendo una adecuada movilidad por el territorio a los usuarios y mercancías a través de una suficiente velocidad de recorrido del conjunto de la circulación.

b) La seguridad vial

Ha de ser la premisa básica en cualquier diseño viario, inspirando todas las fases del mismo, hasta las mínimas facetas, reflejada principalmente en la simplicidad y uniformidad de los diseños.

c) La comodidad

La comodidad de los usuarios de los vehículos, debe incrementarse en consonancia con la mejora general de la calidad de vida, reduciendo las aceleraciones y, especialmente, sus variaciones, que minoran el confort de los ocupantes de los vehículos.

d) La integración en su entorno

Ha de procurar minimizar los impactos ambientales, teniendo en cuenta el uso y valores del territorio y los suelos afectados, siendo básica la mayor adaptación física posible a la orografía existente

e) La armonía o estética

El exterior o estático, relacionado con la adaptación paisajística ya mencionada, y el interior o dinámico, vinculado con la comodidad visual del conductor ante las perspectivas cambiantes que se agolpan en sus pupilas y pueden llegar a provocar fatiga o distracción, motivo de peligrosidad

f) La economía

El menor coste global posible, tanto de la ejecución de la obra, como de la explotación futura de la misma.

g) La elasticidad

Una elasticidad de la solución final permitiría la acomodación de futuras ampliaciones o mejoras, siempre y cuando estas sean previsibles en un plazo razonable de tiempo.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

La clasificación de carreteras según el Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú se da a través de dos funciones, la de demanda y por orografía, que se explica a continuación:

1) EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA

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

a) Autopistas de Primera Clase

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

b) Autopistas de Segunda Clase

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

puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

c) Carreteras de Primera Clase

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

d) Carreteras de Segunda Clase

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

e) Carreteras de Tercera Clase

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

f) Trochas Carrozables

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

2) EN FUNCIÓN A LA OROGRAFÍA

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

a) Terreno plano (tipo 1)

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

b) Terreno ondulado (tipo 2)

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

c) Terreno accidentado (tipo 3)

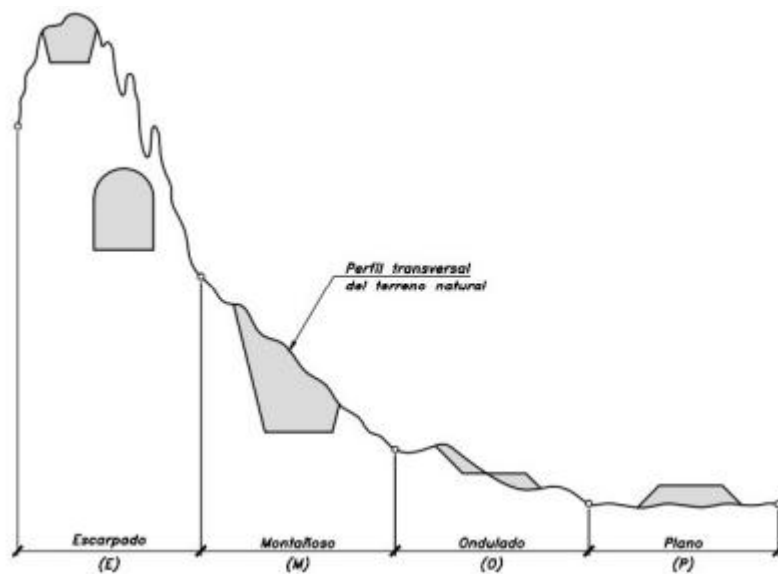
Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.

d) Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo.

Figura 1

Clasificación del terreno en carreteras



Nota. Fuente: ((Cardenas,2013))

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO

1) ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

2) CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

Expresa, en porcentaje, la participación que le corresponde en el IMDA a las diferentes categorías de vehículos, que acorde al Reglamento Nacional de Vehículos, son las siguientes:

a) Categoría L

Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

L1: Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

L2: Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h. o velocidad mayor a 50 km/h.

L4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o una velocidad mayor de 50 km/h.

L5: Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada (27 pág. 4).

b) Categoría M

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

M1: Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

M2: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

M3: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas. Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:

Clase I: Vehículos contruidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.

Clase II: Vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.

Clase III: Vehículos contruidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

c) Categoría N

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancía.

N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3.5 toneladas o menos.

N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3.5 toneladas hasta 12 toneladas. N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas. (27 pág. 6)

d) Categoría O

Remolques (incluidos semirremolques).

O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0.75 toneladas o menos.

O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0.75 toneladas hasta 3.5 toneladas.

O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3.5 toneladas hasta 10 toneladas. O4:

Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas. (27 pág. 7)

e) Categoría S

Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:

SA : Casas rodantes

SB : Vehículos blindados para el transporte de valores

SC : Ambulancias

SD : Vehículos funerarios

Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Un vehículo de la categoría N1 convertido en ambulancia será designado como N1SC.

3) VELOCIDAD DE DISEÑO

Según el MTC, es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño, se debe atender a los siguientes criterios:

- 1) La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3.0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por

hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4.0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 y 120 km/h).

- 2) La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h).

4) VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO

La Velocidad de Diseño está definida en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la Velocidad de Diseño en el rango que se indica en la siguiente tabla.

Figura 2

Velocidades de diseño según a la Demanda y Orografía

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

Nota. Fuente: (Manual de carreteras, DG-2018)

5) DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA

Según el MTC, se considera los siguientes aspectos para tomar en cuenta el diseño geométrico:

ALINEAMIENTO HORIZONTAL EN PLANTA

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

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez controla la distancia de visibilidad. Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable. En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse el empleo de curvas con radio mínimo.

Por lo general, se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas. Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente largas, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado, y la fatiga de los conductores durante el día.

Al término de tangentes largas, donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos, sean mayores que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios. Deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual,

intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

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

a) DISTANCIA DE VISIBILIDAD

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

1. visibilidad de parada

Distancia de visibilidad de parada, es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria. Para efecto de la determinación de la Visibilidad de Parada, se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante del camino.

La distancia de parada para pavimentos húmedos se calcula con la fórmula:

$$Dp = 0.278 * V * tp + 0.039 * \frac{V^2}{a}$$

Donde:

Dp: distancia de parada en m.

V: velocidad diseño en Km/h

Tp: tiempo percepción más reacción en seg.

A: aceleración en m/s²

Para carreteras con pendientes ascendentes y descendentes mayores a 3%, se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

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

d: distancia de frenado en m.

a: aceleración en m/s²

i: pendiente longitudinal en tanto por uno.

+i: Subidas respecto al sentido de circulación

–i: bajadas respecto al sentido de circulación.

Figura 3

Distancia de visibilidad de parada (metros)

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

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras DG-2018)

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6% y para velocidades directrices mayores de 70 km/hora.

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

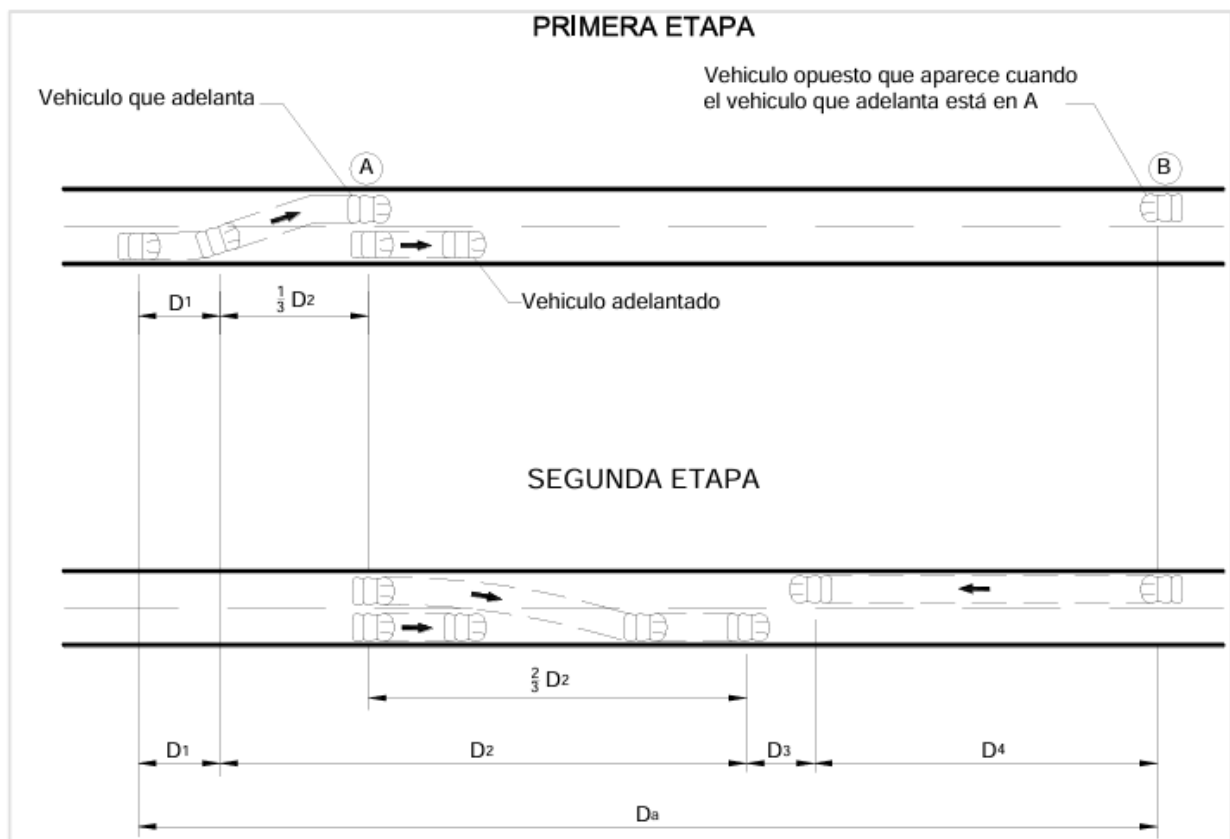
Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

2. Visibilidad de adelantamiento

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

Figura 4

Distancia de Visibilidad de adelantamiento (metros)



Nota. Fuente: (Manual de Carretera, DG-2018)

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Donde: D_a : Distancia de visibilidad de adelantamiento(m)

D_1 : Distancia que se recorre durante el tiempo de percepción y reacción(m)

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

Dónde:

t_1 : tiempo de maniobra, en segundos.

V : velocidad del vehículo que adelante, en km/h.

a : promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento en km/h.

m: diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos

D2: Distancia que recorre el veh. que adelanta a partir de que invade el carril de sentido contrario hasta que retorne a su carril(m)

$$D2 = 0.278 V t2$$

Dónde:

V: velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

t2: tiempo empleado por el vehículo en realizar la maniobra para volver a su carril en segundos.

D3: Distancia de seguridad, una vez concluida la maniobra, entre el veh. que adelanta y el que viene en sentido contrario(m)

$$D3 = \text{distancia variable entre 30 y 90 m}$$

D4: Distancia recorrida por el veh. que transita en sentido contrario (estimada en 2/3 de D2)
(m)

$$D4 = \frac{2}{3} D2$$

Figura 5

Elementos que Conforman la Distancia de Adelantamiento

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V(km/h)			
	56.2 ¹	70 ¹	84.5 ¹	99.8 ¹
<u>Maniobra inicial:</u>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t ₁ : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d ₁ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<u>Ocupación del carril contrario:</u>				
t ₂ : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d ₂ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<u>Distancia de seguridad:</u>				
d ₃ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<u>Vehículos en sentido opuesto:</u>				
d ₄ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
$D_a = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	317	446	583	726

Nota. Fuente: (Manual de Carretera, DG-2018)

b) SOBREALCHO

Este es el ancho adicional de la superficie de rodadura en las secciones de curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos, es necesario incluir sobreanchos en curvas horizontales por las siguientes razones:

- El vehículo al pasar por una curva ocupa mayor ancho, porque las ruedas traseras recorren trayectorias ubicadas en el interior de las descritas por las ruedas delanteras. Además, el externo lateral delantero, describe una trayectoria que resulta exterior a las de las ruedas delanteras
- Los conductores tienen dificultad para mantenerse en el centro del carril, se dificulta aún más, cuando aumenta con la velocidad, pero disminuye con el incremento gradual de radios en las curvas horizontales. Para determinar la magnitud del sobreancho, se debe elegir el vehículo más representativo que transita por la ruta.

$$Sa = n(R - (R^2 - L^2)) + \frac{V^2}{10(r)^{0.5}}$$

Donde:

Sa: sobreancho (m)

n: número de carriles

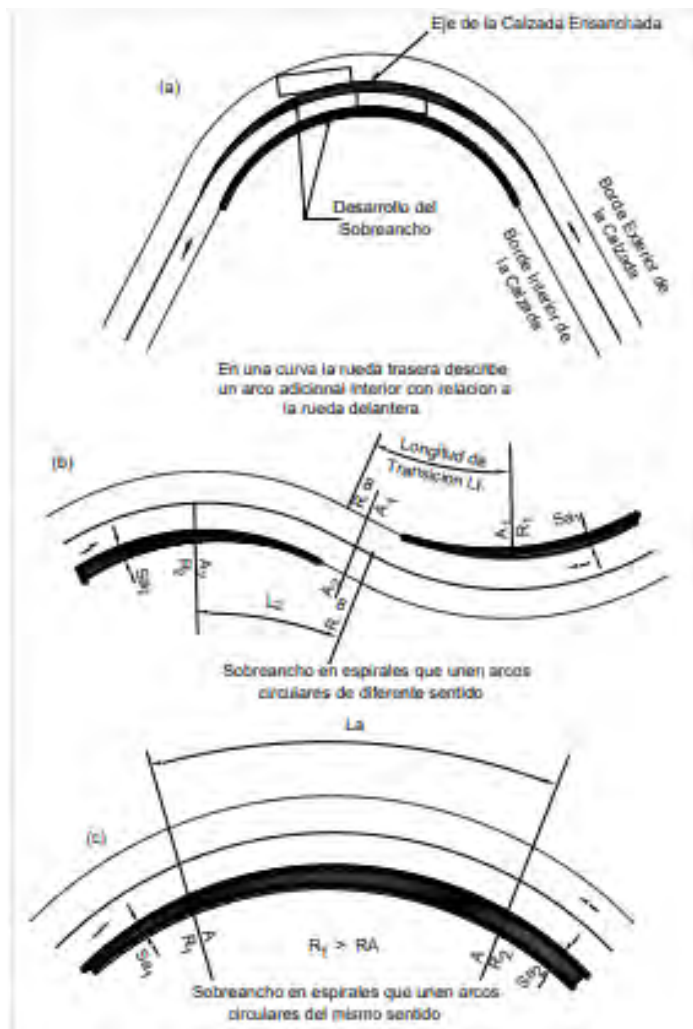
Rc: Radio de curvatura (m)

L: distancia entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo de diseño (m)

V: velocidad de diseño (km/h)

Figura 6

Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular



Nota. Fuente: (Manual de Carretera, DG-2018)

c) BOMBEO

Denominada también como “corona del pavimento”. Esta, es la elevación del eje de la vía respecto a sus orillas; el cual debe tener un porcentaje adecuado, de tal manera, que permita el drenaje de las aguas pluviales de manera óptima.

Figura 7

Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Nota. Fuente: (Manual de Carretera, DG-2018)

d) BERMAS

Son franjas longitudinales que se encuentran al lado de la calzada de forma paralela y son utilizadas como zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos. Además, brindan protección al pavimento y seguridad para realizar maniobras de emergencia.

Figura 8

Ancho de Bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h																1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Nota. Fuente: (Manual de Carretera, DG-2018)

e) TRAMOS TANGENTES

Estas son las longitudes mínimas permisibles y máximas deseables de los tramos en tangente de acuerdo a la velocidad de diseño.

Figura 9

Longitudes de tramos en Tangentes

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

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras DG-2018)

Dónde:

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

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

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

f) CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Son arcos de circunferencia que cumplen la función de unir dos tramos tangentes consecutivos, formando así una proyección horizontal de curvas reales o espaciales. Sus elementos son:

PC: Punto de inicio de la curva

PI: Punto de Intersección

PT: Punto de tangencia

E: distancia externa

M: Distancia de la ordenada media.

R: Radio de curva

T: longitud de subtangente

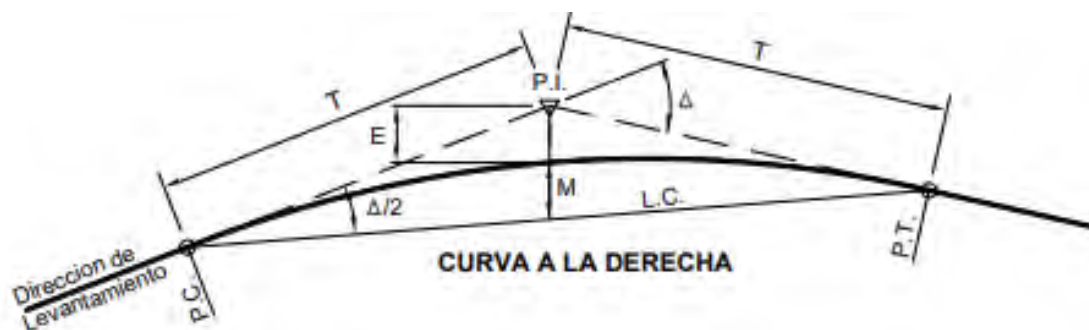
L: Longitud de la curva

LC: Longitud de la cuerda

Δ : Ángulo de deflexión

Figura 10

Elementos de una curva circular



P.C. = Punto de Inicio de la Curva

P.I. = Punto de Intersección

P.T. = Punto de Tangencia

E = Distancia a Externa (m.)

M = Distancia de la Ordenada Media (m.)

R = Longitud del Radio de la Curva (m.)

T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.)

L = Longitud de la Curva (m.)

LC = Longitud de la Cuerda (m.)

Δ = Ángulo de Deflexión

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$LC = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$$

$$M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$$

$$E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$$

Nota. Fuente: Manual de Carreteras DG-2018)

g) RADIOS MÍNIMOS

Son radios de la curvatura horizontal que permiten el recorrido de la vía con la velocidad de diseño y peralte máximo en condiciones aceptables de seguridad y comodidad

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

Donde:

R_{mín}: Radio mínimo

V: Vel. de diseño.

Pmáx: Peralte máximo en función a la Vel (en tanto por uno).

f_{máx}: Coeficiente de fricción transversal máx. en función a la Vel.

Figura 11

Radio mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Nota. Fuente: Manual de Carreteras DG-2018)

h) CURVAS DE TRANSICIÓN

Son longitudes de espirales que tienen la finalidad de evitar discontinuidades en el trazado de curvas. En el paso o cambio de una sección con un bombeo correspondiente a los tramos tangentes de curvas, donde se ha previsto un peralte y sobreancho, es necesario un elemento que permita el cambio gradual; es decir una longitud de transición. Se debe adoptar en todos los casos, la clotoide, como curva de transición cuyas ventajas son:

- La fuerza centrífuga aumenta y disminuye a medida que el vehículo entra o sale de la curva horizontal, manteniendo su velocidad y sin salirse del eje del carril.
- La aceleración transversal no compensada de una trayectoria en curva puede ser controlada gradualmente para que no genere incomodidad a los usuarios.
- El desarrollo del peralte se desarrolla en forma progresiva, haciendo que la pendiente trasversal de la calzada aumente a medida que aumente la curvatura.
- La flexibilidad de una clotoide no solo mejora la armonía y apariencia del camino, sino también brinda comodidad sin romper la continuidad.

El cálculo de la clotoide se da mediante la siguiente fórmula:

$$RL = A^2$$

Donde:

R: Radio de curvatura

L: Longitud de curvatura

A: Parámetro de clotoide.

El parámetro mínimo ($A_{\min}$) y la longitud mínima de curva de transición ($L_{\min}$) se calcula mediante las fórmulas siguientes:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656J} \left(\frac{VR^2}{R} - 1.27p \right)}$$

$$L_{min} = \frac{V}{46.65J} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)$$

Donde:

V: Velocidad de diseño en km/h

R: Radio de curvatura en m

J: Variación uniforme de la aceleración en m/s³

P: Peralte en %

ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Es un suceso inesperado que ocurre en la vía de circulación; en donde participa al menos un vehículo en marcha, con consecuencias como: fallecidos, lesiones y/o daños materiales.

Los accidentes de tránsito son tema de estudio de la Organización Mundial de la Salud. Según la Ley 769 de 2002, un accidente de tránsito, es todo evento, generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él. En el concepto de seguridad vial un accidente de tránsito, es resultado de la orientación e incidencia de cada uno de los componentes del contexto y del sentido que el actor le da a cada uno de sus elementos, que en última instancia terminaría configurando la situación de riesgo de la accidentalidad vial de la ciudad.

CAUSAS DE ACCIDENTES

En el “Estudio para el Análisis de Alternativas Tecnológicas para Vehículos de Transporte Urbano Colectivo que hacen parte del Programa de Reposición del Parque Automotor”; clasifica las causas de los accidentes urbanos de tránsito en cuatro categorías:

- Fallas técnicas del vehículo
- Deficiencias en la infraestructura
- Fallas de tipo operacional
- Errores de tipo humano

CLASIFICACIÓN:

- Choques: es la colisión de un vehículo en circulación contra un objeto inmóvil o en movimiento.
- Volcadura: es el vuelco que sufre un vehículo cuando este se encuentra en traslación, puede ser hacia los lados, hacia adelante o atrás
- Despiste: es la pérdida de contacto de las llantas del vehículo con la superficie de rodadura designada para su circulación.

NATURALEZA DEL ESTUDIO DE LA SEGURIDAD VIAL

Los accidentes en las vías tienen que ver con factores como el usuario, el vehículo y la infraestructura. Cuando se realiza un proyecto vial, cada uno de estos factores debe estar involucrado en las fases de planificación, diseño, construcción e implementación para aumentar la seguridad y minimizar el riesgo de accidentes.

Por lo anterior, se hace necesario supervisar cada una de las etapas para evitar el riesgo de accidentes. Cuando la carretera se encuentra en operación, es indispensable contar con una estadística de accidentalidad para identificar puntos que presenten un riesgo elevado de accidente, y así determinar el problema e implementar mecanismos para mejorar la seguridad.

CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL

La seguridad vial, se puede definir como la descripción de una situación futura deseable, fundamentada en una teoría de cómo interactúan o deberían interactuar los distintos componentes del sistema de la circulación.

CONCEPTOS DE SEGURIDAD VIAL

Los elementos que contribuyen, en forma individual o en conjunto a la ocurrencia de accidentes de tránsito son: el factor humano, el vehículo, y la vía y el entorno. Según estudios, se ha demostrado que los factores mencionados, estadísticamente representan los siguientes porcentajes:

- Factor Humano (implicado en alrededor del 94% de los accidentes)
- Factor vehículo (implicado en alrededor del 8% de los accidentes)
- Factor vía y el entorno (implicado en el 28% de los accidentes)

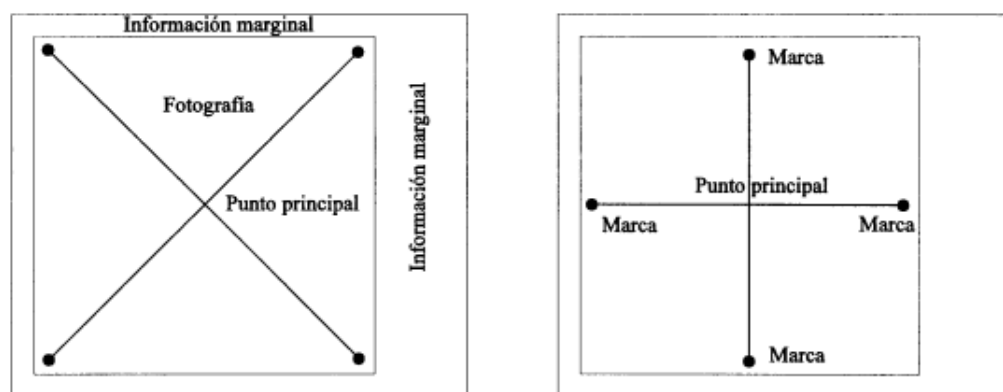
LA FOTOGRAMETRÍA

Fotogrametría es la ciencia por medio de la cual a partir de fotografías del terreno, se consigue deducir su planta y su alzado, llegando a formar un plano topográfico del mismo. Estas fotografías pueden tomarse desde tierra o desde el aire, dando lugar a la división en dos grandes ramas de la fotogrametría: terrestre y aérea.

Puede definirse también la fotogrametría como el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuáles podemos deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo. Levantamiento fotogramétrico es la aplicación de los métodos fotogramétricos a la fotografía. Cuando la fotografía se hace desde el aire con objeto de tomar medidas del terreno, estamos haciendo fotogrametría aérea. (Fundamentos de fotogrametría, Jacinto Santa María Peña y Teófilo Sanz Mendez,2011)

Figura 12

Obtención del punto principal a partir de las marcas fiduciales



Nota. Fuente: ((Fundamentos de fotogrametría, Jacinto Santa María Peña y Teófilo Sanz Mendez,2011))

CAMARAS AÉREAS

Una buena cámara debe tener una exposición rápida, un buen objetivo y una película o serie de placas que se puedan sustituir con rapidez. Las fotos aéreas pueden ser:

Simples: que son las de una zona o lugar que se quiere ver desde el aire. (Fotos aisladas)

En serie: las obtenidas cuando entra en juego el automatismo de la cámara. Los disparos se hacen en función de la velocidad del avión, para que haya cierto solapamiento entre fotos consecutivas.

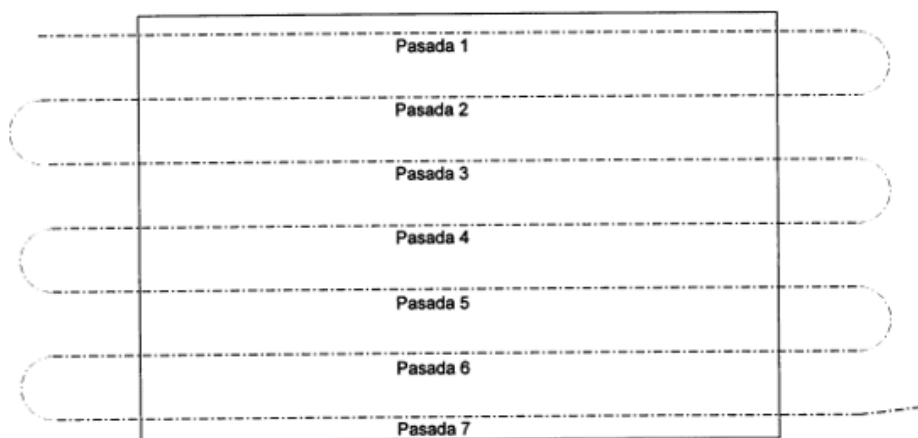
Las cámaras aéreas son totalmente automáticas. (Fundamentos de fotogrametría, Jacinto Santa María Peña y Teófilo Sanz Mendez, 2011)

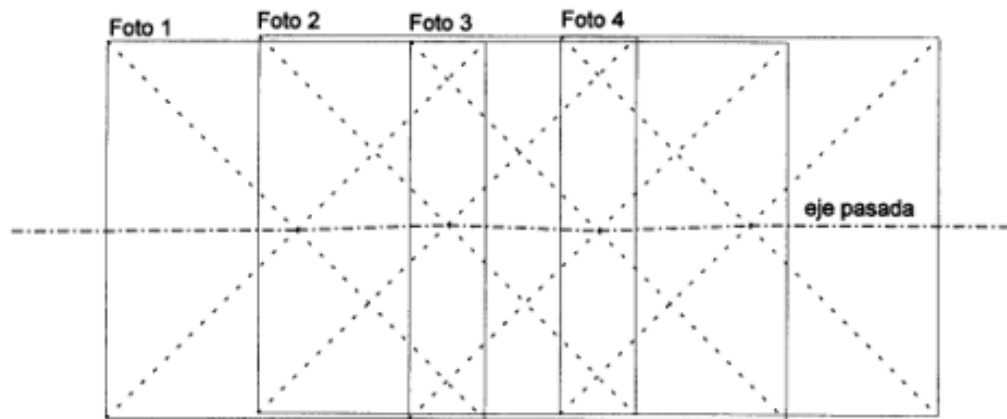
EL PROYECTO DE VUELO

El vuelo fotogramétrico de un terreno, debe hacerse por pasadas paralelas y todas a la misma altura de vuelo. Eje de la pasada es la línea que une los puntos principales de todos los fotogramas. Debe existir un recubrimiento longitudinal (para ver en estereoscopia) y otro recubrimiento transversal, de una pasada sobre otra.

Figura 13

Proyecto de vuelo





Nota. Fuente: ((Fundamentos de fotogrametría, Jacinto Santa María Peña y Teófilo Sanz Mendez,2011))

TIPOS DE VUELO

a) Vuelo Nadiral.

Es el ideal. El eje del levantamiento (prolongación de la focal) es completamente vertical. Es casi imposible de conseguir.

b) Vuelo vertical.

Es aquel en el que el ángulo de separación entre la vertical y el eje del levantamiento es menor de 3° . El vuelo vertical, se puede considerar como nadiral sin cometer error apreciable.

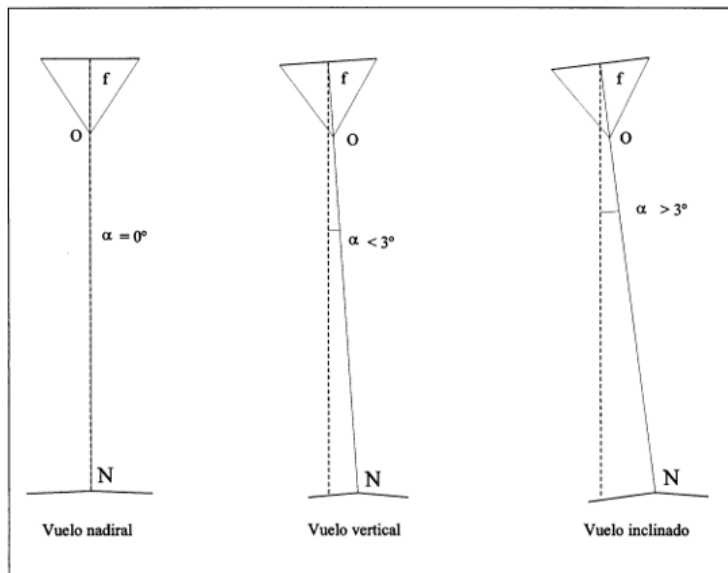
c) Vuelo inclinado.

Es cuando el ángulo es mayor de 3° .

El punto donde el eje del levantamiento corta al terreno, se denomina N (punto Nadiral) o principal del terreno. (Fundamentos de fotogrametría, Jacinto Santa María Peña y Teófilo Sanz Mendez,2011)

Figura 14

Altura de vuelo $ON=H$



Nota. Fuente: ((Fundamentos de fotogrametría, Jacinto Santa María Peña y Teófilo Sanz Mendez, 2011))

2.2.2. Definición Operacional

2.2.2.1. Radios de Curvatura

Definición operacional: El radio de curvatura se determinó a partir del levantamiento geométrico de la vía mediante GPS diferencial, registrando coordenadas precisas de los puntos que definen el eje de la carretera en las curvas horizontales. Con dicha información se calculó el radio de cada curva utilizando herramientas de procesamiento geoespacial. Los valores obtenidos se compararon con los radios mínimos establecidos en la normativa de diseño geométrico vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), considerándose como curvas peligrosas aquellas cuyo radio es inferior al mínimo permitido.

Unidad de medida: metros (m).

Indicador: Curvas con radio menor al mínimo permitido.

2.2.2.2.Pendientes Longitudinales

Definición operacional: Las pendientes de la vía se calcularán mediante un nivel de burbuja o teodolito, midiendo el desnivel entre dos puntos en un tramo específico. Se clasificarán las pendientes en leves (menos de 5%), moderadas (5%-7%), y pronunciadas (más de 7%).

Unidad de medida: Porcentaje (%) de pendiente.

Indicador: Tramos con pendiente mayor al límite permitido por la normativa.

2.2.2.3.Peralte

Definición operacional: El peralte se evaluará midiendo la inclinación de la carretera en curvas mediante un inclinómetro. Se verificará que el peralte esté dentro de los parámetros de diseño establecidos para la vía.

Unidad de medida: Grados (°) de inclinación.

Indicador: Tramos con peralte inadecuado.

2.2.2.4.Ancho de Calzada y Bermas

Definición operacional: Se medirá el ancho de la calzada utilizando una cinta métrica o medidor láser en varios puntos representativos de la carretera. Se considerará el ancho mínimo permitido para carreteras de la misma categoría.

Unidad de medida: Metros (m).

Indicador: Calzada con un ancho menor al mínimo permitido.

2.2.2.5.Visibilidad (Adelantamiento y Parada)

Definición operacional: Se calculará la visibilidad de los conductores en diferentes tramos, tomando medidas desde un punto de referencia (p. ej., un poste o señalización) hacia el punto de la curva o zona crítica. Se utilizarán mediciones visuales y un distanciómetro.

Unidad de medida: Metros (m) de visibilidad.

Indicador: Tramos con visibilidad menor a la distancia mínima recomendada.

2.2.2.6.Elementos de Seguridad Vial

Definición operacional: Se realizará un inventario de la señalización vertical (señales de tránsito) y horizontal (tachas, marcas en el pavimento). Se verificará la presencia y estado de cada elemento, y se asignará una clasificación de acuerdo con las normas del MTC.

Unidad de medida: Número de elementos de seguridad vial por kilómetro (km).

Indicador: Porcentaje de tramos sin la señalización o medidas de seguridad adecuadas.

2.2.2.7.Condiciones Superficiales del Pavimento

Definición operacional: Se evaluará el estado del pavimento mediante inspecciones visuales y medición de deformaciones con un nivel de agua o medidor de irregularidades de superficie. Las irregularidades se clasificarán en leves, moderadas y severas.

Unidad de medida: Porcentaje de superficie afectada.

Indicador: Tramos con más del 20% de la superficie deteriorada.

2.2.2.8.Intersecciones y Accesos

Definición operacional: Se analizarán las intersecciones y accesos a la carretera mediante observación directa en campo y evaluación de la geometría de los cruces, considerando la visibilidad, el ángulo de entrada y salida de vehículos, y la señalización.

Unidad de medida: Número de intersecciones con geometría deficiente.

Indicador: Intersecciones con un ángulo de entrada o salida mayor de 90° o sin señalización adecuada.

2.2.2.9. Zonas Propensas a Deslizamientos y Caída de Rocas

Definición operacional: Las zonas propensas a deslizamientos se identificarán con la observación de terreno y el registro histórico de incidentes relacionados. Se realizarán encuestas a conductores y comités locales para verificar las áreas con mayor incidencia de deslizamientos y caída de rocas.

Unidad de medida: Número de zonas identificadas por km.

Indicador: Zonas con alta frecuencia de deslizamientos o caída de rocas.

2.2.2.10. Frecuencia y Ubicación de Accidentes de Tránsito

Definición operacional: Se utilizarán los reportes de accidentes proporcionados por la Policía Nacional del Perú, municipalidades y otras entidades, registrando la fecha, hora, ubicación y tipo de accidente. Se analizarán los accidentes según su gravedad y su relación con el diseño geométrico de la vía.

Unidad de medida: Número de accidentes por km.

Indicador: Zonas con mayor concentración de accidentes.

2.3.Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

El diseño geométrico de la carretera Pachar-Huarocondo influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito registrados durante el año 2025, debido a deficiencias en sus características geométricas y en su interacción con otros factores viales.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Las características geométricas inadecuadas, como curvas pronunciadas, pendientes excesivas y un ancho de calzada insuficiente, están directamente relacionadas con la alta incidencia de accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo durante el año 2025.
- La falta de señalización adecuada y la limitada visibilidad en tramos específicos de la carretera, en combinación con su diseño geométrico, incrementan los riesgos de accidentes de tránsito.
- La implementación de mejoras en el diseño geométrico, como la optimización de las curvas, pendientes y señalización, podría reducir significativamente la frecuencia y gravedad de los accidentes en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025.

CAPITULO III: METODOLÓGIA Y REFERENCIAS

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. *Ámbito de estudio: localización política y geográfica*

La presente investigación se desarrolla en la provincia de Anta, departamento del Cusco. Esta vía, de importancia regional, atraviesa una zona con topografía accidentada, curvas cerradas y pendientes pronunciadas, factores que influyen directamente en su diseño geométrico y en la ocurrencia de accidentes de tránsito. Se encuentra entre los 2,800 y 3,200 m.s.n.m., en una región vulnerable a deslizamientos, especialmente en temporada de lluvias.

Figura 15

Ubicación geográfica de la aplicación de la tesis



País-Perú



Departamento-Cusco



Provincia-Anta

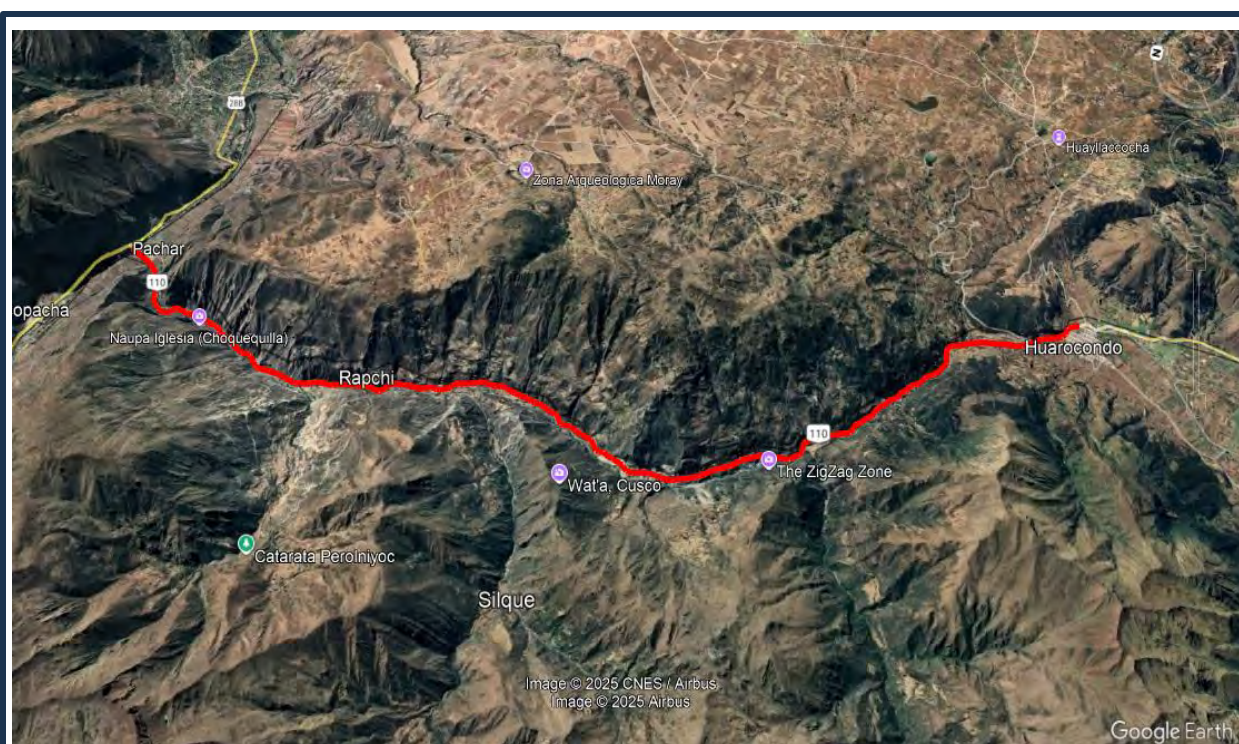


Distrito-Huarcocondo

Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/Cusco>

Figura 16

Ubicación de la Vía Huarocondo- Pacha



Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/Cusco>

3.1.2. Accesibilidad

La carretera Pachar-Huarocondo es accesible desde varios puntos estratégicos. Desde la ciudad del Cusco, se puede llegar a través de la vía Cusco–Urubamba, tomando un desvío en el sector de Pachar. También se puede acceder desde la carretera principal que atraviesa la provincia de Anta, permitiendo el ingreso hacia Huarocondo. Esta vía conecta con localidades rurales intermedias, facilitando el tránsito de vehículos ligeros y pesados. A pesar de su ubicación en una zona con relieve accidentado, las condiciones de acceso son relativamente buenas en época seca; sin embargo, en temporada de lluvias, la accesibilidad se ve afectada por deslizamientos, caída de rocas y deterioro del camino, lo que limita el flujo vehicular y pone en riesgo la seguridad de los usuarios.

3.1.3. Tipo de investigación

Según (Córdova, 2013), es de tipo APLICADA porque buscara obtener nuevos saberes técnicos, adquirir nuevas formas técnicas con aplicaciones inmediatas a los problemas específicos.

3.1.4. Nivel de la investigación

El nivel de investigación para este proyecto es DESCRIPTIVA, Puesto que únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández Sampieri, sexta edición 2014, pag 92).

3.1.5. Diseño de la investigación

El trabajo de investigación es del tipo NO EXPERIMENTAL, porque podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. (Hernández Sampieri, sexta edición 2014, pag 152).

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. Lo que hacemos en la

investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos (Hernández Sampieri, sexta edición 2014, pag 152).

3.1.6. Enfoque de la investigación

El trabajo de INVESTIGACIÓN tiene un enfoque CUANTITATIVO, ya que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernández Sampieri, sexta edición 2014, pág. 4).

3.2.Unidad de análisis

1. Los **tramos viales específicos de la carretera Pachar-Huarocondo** que presentan características geométricas relevantes para el estudio, tales como radios de curvatura reducidos, pendientes longitudinales pronunciadas, secciones angostas, cambios abruptos de alineación y zonas con deficiencias de visibilidad. Estos tramos son evaluados considerando los elementos del diseño geométrico establecidos en el *Manual de Carreteras DG-2018* del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, con el fin de verificar su correspondencia o desviación respecto a los estándares técnicos aplicables.

Los **eventos de accidentes de tránsito** registrados en la vía durante un periodo determinado, los cuales son clasificados por tipo de accidente, severidad, ubicación geográfica y condiciones del entorno. Esta información se obtiene a través de reportes de la Policía Nacional del Perú, municipalidades distritales y encuestas aplicadas a conductores frecuentes de la zona.

3.3.Población y Muestra

3.3.1. Población

La población del estudio está constituida por:

Todos los tramos de la carretera Pachar-Huarocondo, en la región Cusco, específicamente aquellos que registran tráfico vehicular y son susceptibles a análisis en términos de diseño geométrico y accidentalidad.

Componentes específicos de la población:

1. Infraestructura vial:

Todas las secciones del tramo carretero Pachar-Huarocondo, incluyendo curvas, pendientes, intersecciones y rectas.

2. Usuarios de la vía:

Conductores de vehículos motorizados (autos, camiones, motocicletas, etc.).

Peatones y ciclistas que circulan por o cerca de la carretera.

3. Accidentes de tránsito registrados:

Incidentes ocurridos en la carretera Pachar-Huarocondo durante el período 2020-2025, según registros de entidades responsables como la Policía Nacional del Perú (PNP) y otras bases de datos oficiales.

4. Señalización y elementos de seguridad:

Todas las señales de tránsito y dispositivos de control presentes en el tramo de estudio.

Tamaño de la población:

La población incluye un número finito de kilómetros del tramo de carretera y la totalidad de los usuarios y registros de accidentes ocurridos en el periodo de tiempo establecido, lo cual será delimitado más precisamente al seleccionar la muestra. Esta definición asegura que el estudio abarque todos los aspectos pertinentes al diseño geométrico y su impacto en los accidentes.

Justificación de la Población

La población de estudio está constituida por la totalidad del tramo vial de la carretera Pachar–Huarcocondo, así como por todos los accidentes de tránsito (ADT) registrados en dicha vía durante el periodo de análisis. La elección de esta población se justifica técnicamente debido a que el objetivo de la investigación no es realizar inferencias probabilísticas sobre una población mayor, sino evaluar el comportamiento real del diseño geométrico existente y su impacto directo en la ocurrencia de accidentes de tránsito en una vía específica.

Desde el enfoque de la ingeniería vial, el diseño geométrico es una variable espacial y física, cuyos efectos se manifiestan de manera localizada a lo largo del eje de la carretera. Por tanto, excluir segmentos del tramo estudiado podría generar sesgos en la interpretación de los resultados, ya que las deficiencias geométricas y los accidentes no se distribuyen de forma uniforme, sino que se concentran en sectores críticos.

Asimismo, al tratarse de una carretera clasificada como carretera de segunda clase, desarrollada en orografía accidentada (tipo 4) y con una velocidad de diseño asumida de 40 km/h, resulta metodológicamente adecuado considerar la totalidad del tramo como población, permitiendo una evaluación integral de la consistencia geométrica de la vía y su relación con la seguridad vial.

3.3.2. Muestra

Criterios de Selección de la Muestra

1. Criterios de inclusión:

Tramos con mayor número de accidentes registrados. Características geométricas que presenten irregularidades (curvas cerradas, pendientes pronunciadas, ausencia de señalización).

Sectores con alta densidad de tráfico o accesos conflictivos.

2. Criterios de exclusión:

Tramos que no presenten registros de accidentes o riesgos evidentes. Sectores con modificaciones recientes en su diseño geométrico.

Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra será determinado con base en:

- El total de kilómetros de la carretera.
- La proporción de accidentes registrados en cada tramo.
- Técnicas de muestreo como muestreo intencional (focalizando en puntos críticos) o muestreo aleatorio estratificado, si se busca representar diversos tipos de geometrías en el análisis.

Justificación de la Muestra

La muestra de la investigación coincide con la población, adoptándose un muestreo censal. Esta decisión metodológica se sustenta en criterios técnicos, normativos y operativos. En estudios de evaluación del diseño geométrico y seguridad vial, el muestreo censal es apropiado cuando el tamaño de la población es manejable y cuando se requiere identificar con precisión tramos específicos con mayor concentración de deficiencias y accidentes, como es el caso de la presente investigación.

El uso de una muestra censal permite analizar la totalidad de los elementos geométricos relevantes (curvas, tramos tangentes, pendientes, peraltes, secciones transversales y distancias de visibilidad), asegurando que ningún tramo potencialmente crítico quede fuera del análisis. Esto es especialmente importante para la identificación de los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), los cuales solo pueden ser determinados de manera confiable cuando se evalúa la vía en su conjunto.

Desde un punto de vista metodológico, la adopción del muestreo censal fortalece la validez interna del estudio, ya que elimina el error muestral y permite una correspondencia directa entre los resultados del análisis geométrico y los registros reales de accidentabilidad. Además, esta estrategia es coherente con investigaciones similares en el ámbito de la seguridad vial, donde el análisis integral del tramo resulta indispensable para formular propuestas de mejoramiento técnicamente justificadas.

En consecuencia, la población y la muestra seleccionadas permiten cumplir de manera adecuada con los objetivos de la investigación, garantizando que los resultados obtenidos representen fielmente las condiciones reales de la carretera Pachar–Huarrocondo y su influencia en la ocurrencia de accidentes de tránsito.

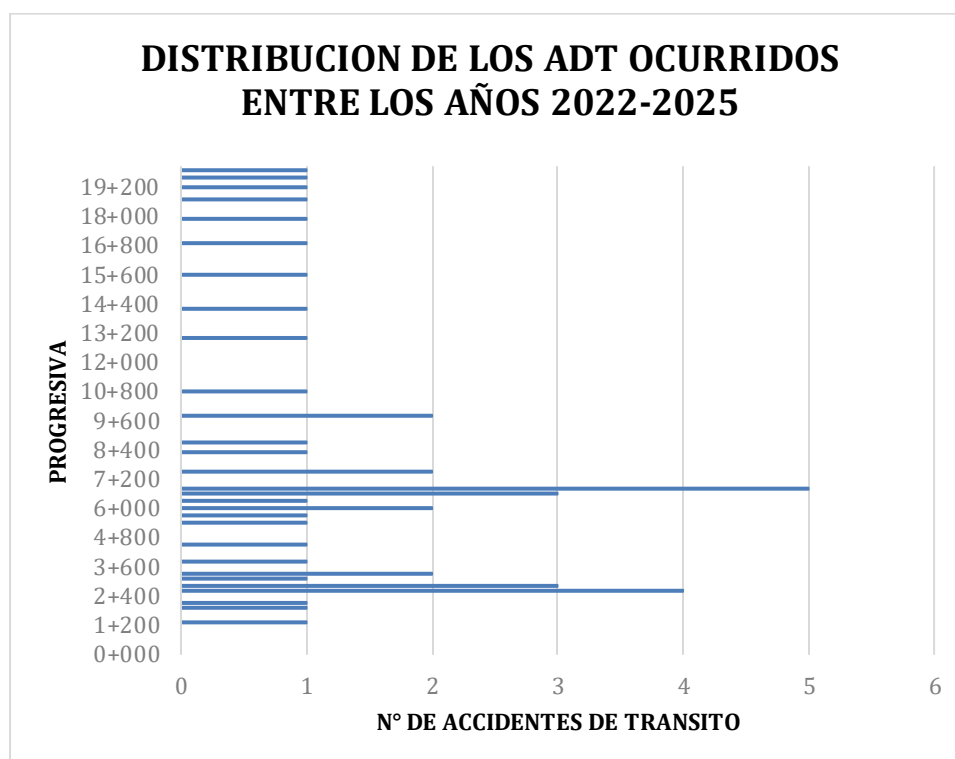
CAPITULO IV: ENSAYOS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.ACCIDENTABILIDAD

La finalidad de este estudio, es identificar el tramo de carretera de mayor accidentabilidad en la carretera HUAROCONDO-PACHAR. Para lo cual, primero, se procedió a solicitar los cuadernos de ocurrencias de accidentes de tránsito del Comisaría PNP Rural Huarucondo y la Comisaría PNP Sectorial Ollantaytambo; de donde se obtuvo información a partir del año 2022 hasta el año 2025. En base a información obtenida, se procedió a elaborar una base de datos de los accidentes ocurridos en función a su ubicación, causa y consecuencia; identificando un total de 44 sucesos. Así mismo, se elaboró un gráfico en el que se muestra el número de accidentes de tránsito (ADT) ocurridos por cada kilómetro, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 17

Distribución de los ADT ocurridos entre los años 2022-2025



Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 1

Análisis de Accidentes, detallando horario y condiciones climáticas

Variable	Clasificación	Fechas de ocurrencia	Nº de accidentes	Análisis técnico
Horario del accidente	Madrugada (00:00 – 06:00)	31/07/2022, 05/09/2022, 19/11/2022, 10/05/2023, 28/05/2023, 29/03/2024, 15/03/2024, 05/06/2024, 03/11/2024, 23/01/2025	13	Alta incidencia asociada a visibilidad reducida, fatiga del conductor y deficiencias geométricas, principalmente curvas cerradas, peralte insuficiente y distancias de visibilidad limitadas.
	Mañana (06:00 – 12:00)	17/05/2022, 18/08/2022, 23/09/2022, 28/10/2022, 15/06/2022	7	Accidentes vinculados al incremento progresivo del flujo vehicular y a la adaptación visual del conductor, predominando despistes y atropellos.
	Tarde (12:00 – 18:00)	28/07/2022, 02/10/2023, 22/10/2023, 03/11/2023, 09/11/2023	16	Mayor concentración de accidentes debido al mayor volumen de tránsito y velocidades operativas superiores a la velocidad de diseño en tramos geoméricamente deficientes.
	Noche (18:00 – 24:00)	25/10/2022, 28/10/2022, 25/10/2023	8	Accidentes asociados a conducción nocturna, visibilidad limitada y carencia de señalización y elementos reflectivos de seguridad vial.
Condición climática (estacional)	Época seca (abril – octubre)	17/05/2022, 28/07/2022, 18/08/2022, 23/09/2022, 28/10/2022, 10/05/2023, 28/05/2023, 29/03/2024	21	En condiciones secas predominan accidentes relacionados con exceso de velocidad en curvas con radios reducidos, peralte insuficiente y ausencia de sobreancho.
	Época lluviosa (noviembre – marzo)	19/11/2022, 03/12/2023, 15/03/2024, 05/06/2024, 03/11/2024, 23/01/2025	23	Mayor riesgo por reducción de la fricción neumático–pavimento y agravamiento de las deficiencias geométricas, principalmente despistes y volcaduras.
Interacción horaria-clima	Madrugada / noche + época lluviosa	Noviembre 2022, marzo 2024, noviembre 2024, enero 2025	Alta	Condición más crítica de seguridad vial, donde concurren visibilidad reducida, pavimento húmedo y un diseño geométrico que no cumple con los parámetros del DG-2018.

Nota: se presenta el análisis de los accidentes considerando el horario, las condiciones climáticas y las fechas de ocurrencia

TIPOLOGÍA DE ACCIDENTES

Accidentes Por Tipo De Evento

El tipo de accidente de mayor frecuencia, es el de tipo despiste. Pues este representa el 45% del total de eventos ocurridos entre los años 2022 y 2025, tal como se muestra en la siguiente tabla e ilustración.

Tabla 2

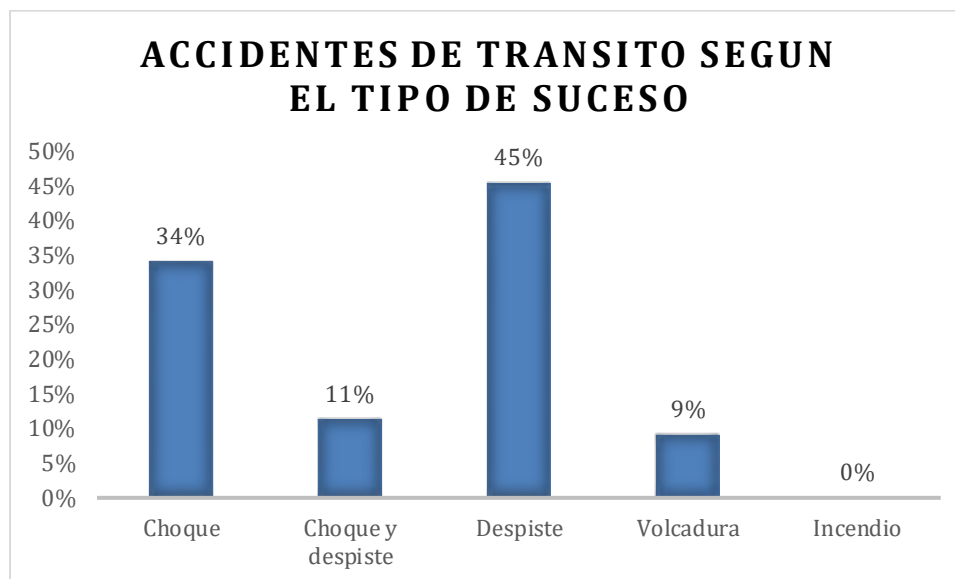
Accidentes de Tránsito según el Tipo de Acceso

TIPO DE ACCIDENTE	FRECUENCIA	INCIDENCIA
Choque	15	34%
Choque y despiste	5	11%
Despiste	20	45%
Volcadura	4	9%
Incendio	0	0%
Total	44	100%

Nota: El despiste constituye el tipo de accidente de tránsito con mayor incidencia (45 %), seguido por el choque (34 %). Los accidentes por choque y despiste representan el 11 %, mientras que la volcadura alcanza el 9 %. No se registraron accidentes por incendio durante el periodo de análisis.

Figura 18

Porcentaje De Accidentes De Tránsito Según El Tipo De Suceso



Nota. Fuente: elaboración propia

Accidentes De Tránsito Según El Grado De Consecuencia

Se muestra que el tipo de consecuencia con mayor incidencia es el de daños materiales con un 45%; seguido de herido grave, herido leve y fatal con un 23%, 11% y 9%, respectivamente.

Tabla 3

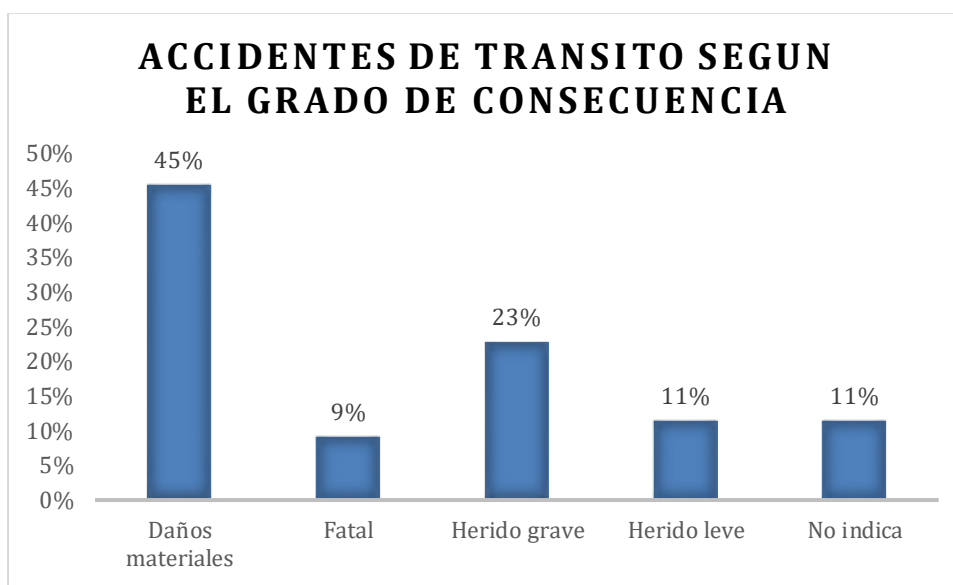
Accidentes de Tránsitos según el Grado de Consecuencias

CONSECUENCIAS	FRECUENCIA	INCIDENCIA
Daños materiales	20	45%
Fatal	4	9%
Herido grave	10	23%
Herido leve	5	11%
No indica	5	11%
Total	44	100%

Nota: Los daños materiales constituyen la consecuencia más frecuente (45 %), seguidos por los heridos graves (23 %). Los casos fatales representan el 9 %, mientras que los heridos leves y los registros sin información alcanzan cada uno el 11 %.

Figura 19

Porcentaje De Accidentes De Tránsito Según el Grado de Consecuencia



Nota. Fuente: elaboración propia

Tramos De Concentración De Accidentes (TCA)

Para determinar los TCA, primero se cuantificó los ADT ocurridos entre los años 2022 al 2025 por cada tramo de kilómetro a partir de la progresiva 0+000 a km 20+000 de la carretera HUAROCONDO -PACHAR. Posterior a ello, se empleó la metodología basada en valores observados (cálculo de TCA por peligrosidad), el mismo que se encuentra descrita en El Manual de Seguridad Vial. Pues, en esta metodología se compara el índice de peligrosidad (IP) (por cada tramo) con el umbral de índice de peligrosidad (I.Po). Donde el tramo con un $IP > I.Po$ es identificado como un TCA.

Las fórmulas empleadas para el cálculo de I.P. y I.Po son:

$$I.P = \frac{\text{Colisiones ponderadas} * 10^8}{IMD * 365 * L}$$

Donde:

Colisiones ponderadas: es la suma de colisiones en un tramo de carretera dentro de un periodo establecido.

IMD: Intensidad media diaria

L: longitud en kilómetros

$$I.P_o = \frac{\sum_{i=1}^N I.P}{N} + \sigma_{est}$$

Donde:

$\sum_{i=1}^N I.P$: es la sumatoria de los índices de peligrosidad de los tramos de un mismo rango de IMD.

σ_{est} : es la desviación estándar de los índices de peligrosidad de los tramos de un mismo rango de IMD.

N: número de tramos

De los treinta y nueve tramos evaluados comprendidos entre el km 0+000 y el km 20+000, se determinó la existencia de 5 TCA, tal como se muestra. Además, entre el km 2+000 y el km 8+000 se tiene mayor porcentaje de incidencia de ADT; evaluados por cada 0.500 kilómetro llegando a alcanzar a un pico 18% de accidentes de tránsito. Por lo que, éste será considerado como el tramo más crítico.

Tabla 4

Identificación de Tramos de Concentración de Accidentes TCA

N°	TRAMO		LONGITUD(Km)	N° DE ACCIDENTES	TPDA (Veh/día)	IP	Xi-X	(Xi-x)2	IPo	CONDICION (IP>IPo)	INCIDENCIA CADA 0.500 Km
	INICIO	FIN									
1	0+000	0+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
2	0+500	1+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
3	1+000	1+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
4	1+500	2+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
5	2+000	2+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
6	2+500	3+000	0.500	7	1639	2340.22	1963.04	3853524.34	962.19	TCA	16%
7	3+000	3+500	0.500	3	1639	1002.95	625.77	391591.14	962.19	TCA	7%
8	3+500	4+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
9	4+000	4+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
10	4+500	5+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
11	5+000	5+500	0.500	3	1639	1002.95	625.77	391591.14	962.19	TCA	7%
12	5+500	6+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
13	6+000	6+500	0.500	3	1639	1002.95	625.77	391591.14	962.19	TCA	7%
14	6+500	7+000	0.500	8	1639	2674.53	2297.36	5277846.19	962.19	TCA	18%
15	7+000	7+500	0.500	2	1639	668.63	291.46	84946.40	962.19	NO TCA	5%
16	7+500	8+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
17	8+000	8+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
18	8+500	9+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
19	9+000	9+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
20	9+500	10+000	0.500	2	1639	668.63	291.46	84946.40	962.19	NO TCA	5%
21	10+000	10+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
22	10+500	11+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
23	11+000	11+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
24	11+500	12+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
25	12+000	12+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
26	12+500	13+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%

27	13+000	13+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
28	13+500	14+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
29	14+000	14+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
30	14+500	15+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
31	15+000	15+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
32	15+500	16+000	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
33	16+000	16+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
34	16+500	17+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
35	17+500	18+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
36	18+000	18+500	0.500	1	1639	334.32	-42.86	1837.08	962.19	NO TCA	2%
37	18+500	19+000	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
38	19+000	19+500	0.500	0	1639	0.00	-377.18	142263.17	962.19	NO TCA	0%
39	19+500	20+000	0.500	2	1639	668.63	291.46	84946.40	962.19	NO TCA	5%

Nota: La identificación de los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) se realizó comparando el Índice de Peligrosidad (IP) de cada tramo de 0.500 km con el Índice de Peligrosidad crítico (IPo = 962.19). Los tramos donde $IP > IPo$ fueron clasificados como TCA, evidenciando mayor incidencia de accidentes y prioridad para intervención vial

4.2. ESTUDIO TOPOGRAFICO

El propósito de este estudio es identificar la configuración topográfica del terreno mediante el análisis de curvas de nivel, así como recopilar y evaluar los elementos geométricos presentes en el tramo vial analizado. Entre estos se incluyen el ancho de calzada, el ancho de bermas, las longitudes de tramos rectos (tangentes), curvas horizontales y verticales, pendientes, entre otros componentes relevantes. Esta información permitirá comparar el diseño geométrico actual con los criterios establecidos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Equipo Técnico y herramientas topográficas

El equipo topográfico se conformó de 05 personas:

- 2 técnicos en topografía (tesistas)
- 3 auxiliares

Equipos, herramientas y materiales utilizados

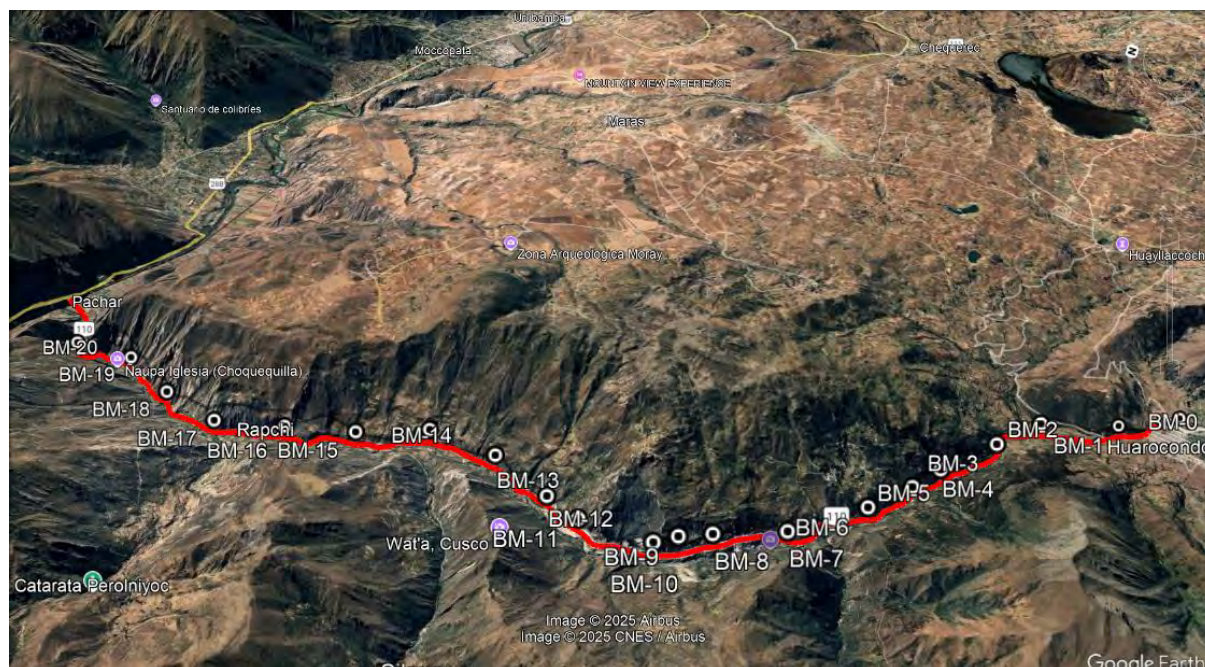
- 01 GNSS DIFERENCIAL TRIMBLE R8 MODELO 3 (GPS+ GLONASS L1 y L2+GALILEOY BEIDOU).
- 01 DRONE DJI MAVIC 3 ENTERPRISE (3E)
- 04 radios transmisores
- Clavos de acero de 4”.
- 01 flexómetro de 5 metros.
- Pintura esmalte color rojo
- Libreta de campo

Puntos De Control (Bms)

Primero se realizó el posicionamiento del punto de control BASE 1, en el km 11+500 de la carretera Huarcoondo-Pachar. Luego, se procedió a establecer 20 BMS enlazados al punto BASE-1 que fueron distribuidos de tal manera que se logre cubrir toda el área de influencia del proyecto, su fácil acceso y su permanencia en el tiempo.

Figura 20

Distribución de puntos de control (BM)



Nota: La figura muestra la ubicación y el trazado del tramo vial Pachar-Huarcoondo, incluyendo la distribución de los puntos de referencia (BM) y los segmentos analizados para la identificación de tramos con concentración de accidentes. La información espacial fue obtenida y elaborada a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

Tabla 5

Coordenadas de Puntos de Control (BM)

CUADRO DE BMS			
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
BM-0	802790.087	8515143.066	3336.168
BM-1	802411.588	8515905.619	3335.337
BM-2	802144.601	8516844.638	3325.334
BM-3	801632.564	8517370.672	3308.332
BM-4	801027.186	8518013.101	3278.938
BM-5	800650.730	8518319.086	3274.945
BM-6	800225.942	8518793.557	3238.729
BM-7	799616.532	8519650.496	3205.256
BM-8	799338.803	8520477.699	3231.654
BM-9	799189.724	8520854.296	3217.771
BM-10	799050.636	8521116.587	3172.654
BM-11	799153.658	8522063.959	3118.256
BM-12	799425.129	8522550.958	3075.364
BM-13	799859.350	8523386.865	3071.198
BM-14	800066.797	8524378.555	3035.851
BM-15	799794.795	8525309.596	3017.561
BM-16	799623.910	8526245.895	2968.359
BM-17	799492.809	8527226.838	2951.438
BM-18	799792.455	8528145.966	2939.364
BM-19	800222.686	8528996.317	2907.924
BM-20	800293.409	8529940.754	2905.645

Nota: Se presentan las coordenadas UTM y elevaciones de los Bench Marks (BM) empleados como puntos de referencia para el levantamiento y análisis geométrico del tramo vial.

Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico del área de estudio se realizó empleando una combinación de métodos terrestres y aéreos, con el objetivo de obtener datos precisos y detallados del terreno, necesarios para el desarrollo del proyecto.

Para la adquisición de datos en campo, se utilizó un receptor GNSS DIFERENCIAL TRIMBLE R8 MODELO 3 , el cual opera con señales satelitales de múltiples constelaciones:

GPS, GLONASS, GALILEO y BEIDOU, en las bandas L1 y L2. Este equipo fue configurado en modo ESTÁTICO, permitiendo obtener precisiones de hasta $\pm 5 \text{ mm} + 1.5 \text{ ppm}$ en el plano horizontal y $\pm 8 \text{ mm} + 1.5 \text{ ppm}$ en el eje vertical, dentro del sistema geodésico global WGS 84.

Complementariamente, se empleó un dron DJI Mavic 3 Enterprise (3E), equipado con sensores ópticos de alta resolución y capacidades de georreferenciación precisa. Este equipo permitió realizar vuelos planificados sobre la zona de estudio, capturando imágenes aéreas detalladas que fueron posteriormente utilizadas en procesos de fotogrametría para generar modelos digitales del terreno (MDT) y ortomosaicos.

Durante el levantamiento, se identificaron y georreferenciaron elementos relevantes como calzada, bermas, cunetas, edificaciones, taludes y terreno adyacente, garantizando la cobertura completa del área de influencia. La densidad de puntos fue aumentada en zonas de geometría compleja y en tramos curvos, con una distancia promedio de 20 metros entre secciones en tangente y 10 metros en curva.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el software Agisoft Metashape, y AutoCAD Civil 3D, permitiendo generar planos topográficos y perfiles longitudinales y transversales con alto nivel de precisión y detalle, insumos fundamentales para el análisis y diseño técnico del proyecto.

Trabajo de gabinete

En esta etapa, se procedió a realizar el procesamiento de datos en formato csv y la elaboración de los planos en el programa de Auto CAD CIVIL 3D. De este estudio, Se ha determinado la existencia de 153 curvas horizontales; además, el ancho de calzada promedio a lo largo del tramo es de 6.60 m, el radio mínimo encontrado es de 13m, la orografía es de tipo 4 y la pendiente máxima es de 9 %. A continuación, se presentan los cuadros de elementos geométricos horizontales, existentes.

Tabla 6

Cuadro de Curvas Horizontales

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES													
Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
PC-0	I	180°00'00"	0	0.000	0.000	0.000	0 + 000.000	0 + 000.000	0 + 000.000	8515085.48	802738.35	0	0.0
PC-1	I	55°43'40"	80	42.293	77.811	10.492	0 + 139.345	0 + 097.052	0 + 174.862	8515199.96	802817.79	5	0.9
PC-2	I	11°33'00"	270	27.307	54.428	1.377	0 + 384.063	0 + 356.756	0 + 411.185	8515434.80	802727.78	2	0.6
PC-3	I	47°53'00"	60	26.641	50.143	5.648	0 + 480.673	0 + 454.032	0 + 504.176	8515516.41	802675.74	5	1.2
PC-4	D	28°00'10"	60	14.961	29.324	1.837	0 + 551.772	0 + 536.811	0 + 566.135	8515528.79	802602.54	5	1.2
PC-5	D	36°02'10"	125	40.659	78.619	6.446	0 + 683.095	0 + 642.436	0 + 721.055	8515609.28	802498.02	4	0.6
PC-6	I	22°19'00"	130	25.642	50.635	2.505	0 + 979.739	0 + 954.097	1 + 004.731	8515896.49	802413.68	4	0.6
PC-7	D	10°46'00"	281	26.480	52.804	1.245	1 + 087.331	1 + 060.851	1 + 113.655	8515980.99	802346.03	2	0.6
PC-8	D	27°42'50"	300	74.003	145.110	8.993	1 + 377.504	1 + 303.501	1 + 448.610	8516237.53	802210.10	2	0.6
PC-9	I	7°00'00"	147	8.991	17.959	0.275	1 + 591.687	1 + 582.696	1 + 600.656	8516454.61	802209.34	4	0.6
PC-10	I	8°45'10"	385	29.465	58.814	1.126	1 + 954.504	1 + 925.039	1 + 983.854	8516814.59	802163.86	2	0.3
PC-11	I	7°19'40"	470	30.096	60.110	0.963	2 + 141.594	2 + 111.498	2 + 171.608	8516994.59	802112.41	0	0.3
PC-12	I	28°26'30"	67	16.980	33.259	2.118	2 + 513.445	2 + 496.465	2 + 529.724	8517336.24	801965.42	5	1.2
PC-13	I	55°55'30"	70	37.161	68.325	9.252	2 + 603.169	2 + 566.008	2 + 634.333	8517392.25	801894.43	5	1.2
PC-14	D	18°43'40"	180	29.682	58.835	2.431	2 + 697.341	2 + 667.659	2 + 726.494	8517361.89	801798.98	3	0.6
PC-15	D	27°59'20"	150	37.384	73.275	4.588	2 + 827.552	2 + 790.168	2 + 863.443	8517364.36	801668.26	4	0.6
PC-16	D	18°25'20"	235	38.108	75.559	3.070	2 + 969.453	2 + 931.345	3 + 006.904	8517434.03	801542.93	3	0.6
PC-17	D	11°23'30"	75	7.480	14.912	0.372	3 + 116.916	3 + 109.436	3 + 124.347	8517543.23	801442.85	5	0.9
PC-18	I	29°52'20"	110	29.343	57.351	3.846	3 + 268.496	3 + 239.153	3 + 296.504	8517673.04	801364.49	4	0.9
PC-19	D	22°08'30"	130	25.436	50.238	2.465	3 + 352.706	3 + 327.270	3 + 377.508	8517714.53	801289.68	4	0.6
PC-20	D	22°58'30"	74	15.039	29.673	1.513	3 + 460.333	3 + 445.294	3 + 474.968	8517798.85	801221.78	5	0.9
PC-21	I	48°07'00"	55	24.555	46.189	5.232	3 + 547.712	3 + 523.157	3 + 569.346	8517883.29	801197.78	5	1.2
PC-22	D	31°47'20"	60	17.085	33.289	2.385	3 + 650.612	3 + 633.527	3 + 666.816	8517929.70	801102.68	5	1.2
PC-23	I	36°21'00"	86	28.234	54.561	4.516	3 + 762.518	3 + 734.284	3 + 788.845	8518025.15	801042.58	5	0.9
PC-24	D	51°17'10"	50	24.002	44.756	5.463	3 + 877.971	3 + 853.969	3 + 898.724	8518068.08	800933.36	6	1.5
PC-25	I	53°11'20"	60	30.038	55.699	7.099	3 + 995.385	3 + 965.347	4 + 021.046	8518183.31	800897.56	5	1.2
PC-26	D	26°54'30"	80	19.139	37.571	2.257	4 + 057.998	4 + 038.859	4 + 076.430	8518205.73	800834.43	5	0.9
PC-27	D	15°37'00"	39	5.348	10.630	0.365	4 + 161.557	4 + 156.209	4 + 166.839	8518281.31	800762.61	8	1.8

PC-28	I	29°50'20"	96	25.579	49.996	3.349	4 + 237.013	4 + 211.434	4 + 261.430	8518348.04	800727.25	5	0.9
PC-29	I	26°43'30"	40	9.502	18.658	1.113	4 + 326.984	4 + 317.482	4 + 336.140	8518396.66	800650.16	8	1.5
PC-30	D	57°07'10"	80	43.544	79.754	11.083	4 + 399.309	4 + 355.765	4 + 435.518	8518403.64	800577.83	5	0.9
PC-31	I	25°41'20"	67	15.277	30.040	1.720	4 + 510.408	4 + 495.131	4 + 525.171	8518508.82	800523.39	5	1.2
PC-32	D	28°27'40"	100	25.361	49.674	3.166	4 + 589.088	4 + 563.727	4 + 613.401	8518556.41	800460.09	5	0.9
PC-33	I	21°35'10"	47	8.960	17.707	0.846	4 + 646.455	4 + 637.495	4 + 655.202	8518609.53	800435.78	7	1.5
PC-34	I	26°28'10"	50	11.759	23.099	1.364	4 + 709.370	4 + 697.611	4 + 720.710	8518653.24	800390.23	6	1.5
PC-35	D	47°14'20"	90	39.356	74.203	8.229	4 + 838.750	4 + 799.394	4 + 873.596	8518691.94	800266.34	5	0.9
PC-36	D	27°39'30"	66	16.247	31.860	1.970	4 + 916.896	4 + 900.649	4 + 932.509	8518766.60	800230.87	5	1.2
PC-37	I	37°01'50"	80	26.791	51.704	4.367	4 + 990.006	4 + 963.215	5 + 014.919	8518840.29	800233.75	5	0.9
PC-38	D	11°09'40"	270	26.381	52.595	1.286	5 + 095.937	5 + 069.556	5 + 122.151	8518928.83	800172.25	2	0.6
PC-39	I	8°25'00"	80	5.887	11.752	0.216	5 + 415.981	5 + 410.094	5 + 421.846	8519222.20	800043.92	5	0.9
PC-40	I	64°28'00"	80	50.444	90.012	14.576	5 + 604.428	5 + 553.984	5 + 643.997	8519381.96	799943.93	5	0.9
PC-41	D	64°44'20"	68	43.103	76.834	12.510	5 + 735.275	5 + 692.172	5 + 769.005	8519365.89	799803.12	5	1.2
PC-42	I	22°42'20"	60	12.047	23.777	1.197	5 + 844.636	5 + 832.589	5 + 856.367	8519466.84	799740.61	5	1.2
PC-43	D	36°03'50"	46	14.975	28.954	2.376	5 + 945.132	5 + 930.157	5 + 959.111	8519525.42	799658.56	7	1.5
PC-44	D	39°22'10"	53	18.961	36.418	3.290	6 + 007.940	5 + 988.979	6 + 025.397	8519585.96	799638.41	5	1.2
PC-45	I	34°51'30"	54	16.953	32.853	2.599	6 + 061.603	6 + 044.650	6 + 077.503	8519637.47	799658.15	5	1.2
PC-46	D	30°38'50"	40	10.960	21.396	1.474	6 + 099.379	6 + 088.419	6 + 109.814	8519675.16	799648.82	8	1.5
PC-47	I	31°05'50"	40	11.130	21.710	1.519	6 + 130.845	6 + 119.715	6 + 141.425	8519705.80	799658.04	8	1.5
PC-48	D	6°33'40"	225	12.897	25.765	0.369	6 + 198.042	6 + 185.145	6 + 210.911	8519771.43	799641.26	3	0.6
PC-49	I	17°12'10"	180	27.227	54.044	2.048	6 + 438.653	6 + 411.426	6 + 465.470	8520009.85	799608.65	3	0.6
PC-50	I	14°09'50"	150	18.635	37.081	1.153	6 + 505.097	6 + 486.462	6 + 523.542	8520070.45	799580.41	4	0.6
PC-51	D	19°00'40"	120	20.093	39.817	1.671	6 + 566.026	6 + 545.933	6 + 585.750	8520117.84	799541.82	4	0.9
PC-52	I	12°31'00"	200	21.933	43.691	1.199	6 + 674.339	6 + 652.406	6 + 696.097	8520219.88	799504.40	3	0.6
PC-53	D	33°56'50"	72	21.976	42.659	3.279	6 + 955.771	6 + 933.795	6 + 976.454	8520456.97	799352.45	5	1.2
PC-54	I	58°18'40"	40	22.315	40.709	5.803	7 + 027.788	7 + 005.473	7 + 046.182	8520530.27	799354.11	8	1.5
PC-55	D	39°26'00"	60	21.503	41.294	3.737	7 + 084.308	7 + 062.805	7 + 104.100	8520563.17	799303.41	5	1.2
PC-56	I	90°13'00"	14.32	14.374	22.548	5.970	7 + 379.341	7 + 364.967	7 + 387.515	8520846.05	799213.77	8	2.0
PC-57	I	86°18'10"	14.22	13.331	21.419	5.271	7 + 400.850	7 + 387.519	7 + 408.938	8520837.58	799187.38	8	2.0
PC-58	D	90°18'00"	14.15	14.224	22.301	5.914	7 + 525.515	7 + 511.291	7 + 533.592	8520711.59	799219.03	8	2.0
PC-59	D	92°44'10"	14.15	14.842	22.902	6.357	7 + 548.446	7 + 533.604	7 + 556.506	8520704.65	799190.79	8	2.0
PC-60	I	23°02'00"	100	20.376	40.201	2.055	7 + 633.018	7 + 612.642	7 + 652.843	8520794.31	799173.26	5	0.9
PC-61	D	14°49'40"	100	13.012	25.879	0.843	7 + 717.708	7 + 704.696	7 + 730.575	8520864.90	799125.47	5	0.9
PC-62	D	10°09'20"	300	26.657	53.174	1.182	7 + 823.641	7 + 796.984	7 + 850.158	8520965.03	799090.47	2	0.6

PC-63	I	15°37'00"	170	23.312	46.336	1.591	7 + 968.487	7 + 945.175	7 + 991.510	8521108.19	799067.50	3	0.6
PC-64	D	19°35'10"	100	17.261	34.184	1.479	8 + 065.598	8 + 048.337	8 + 082.522	8521196.65	799026.75	5	0.9
PC-65	D	18°56'50"	130	21.693	42.990	1.798	8 + 157.616	8 + 135.923	8 + 178.913	8521288.64	799018.47	4	0.6
PC-66	I	11°46'30"	400	41.248	82.205	2.121	8 + 325.971	8 + 284.723	8 + 366.928	8521452.51	799058.73	0	0.3
PC-67	I	14°55'10"	300	39.281	78.118	2.561	8 + 497.146	8 + 457.865	8 + 535.983	8521623.87	799064.80	2	0.6
PC-68	D	55°36'20"	30	15.819	29.115	3.915	8 + 718.788	8 + 702.969	8 + 732.084	8521840.36	799015.26	9	2.0
PC-69	I	15°28'30"	80	10.870	21.607	0.735	8 + 789.300	8 + 778.430	8 + 800.037	8521894.02	799064.80	5	0.9
PC-70	D	25°28'00"	80	18.078	35.558	2.017	8 + 864.364	8 + 846.286	8 + 881.844	8521960.88	799099.22	5	0.9
PC-71	I	34°50'40"	50	15.690	30.408	2.404	8 + 917.984	8 + 902.294	8 + 932.701	8521993.73	799142.35	6	1.5
PC-72	D	24°51'30"	180	39.672	78.095	4.320	9 + 134.796	9 + 095.124	9 + 173.219	8522201.02	799209.14	3	0.6
PC-73	I	90°26'20"	14.775	14.889	23.322	6.200	9 + 238.737	9 + 223.848	9 + 247.170	8522278.31	799280.50	8	2.0
PC-74	I	90°20'40"	14.07	14.155	22.186	5.888	9 + 261.333	9 + 247.178	9 + 269.364	8522297.85	799259.00	8	2.0
PC-75	I	22°15'00"	80	15.732	31.067	1.532	9 + 362.943	9 + 347.211	9 + 378.278	8522217.71	799187.01	5	0.9
PC-76	D	91°16'30"	14.29	14.612	22.765	6.148	9 + 455.501	9 + 440.889	9 + 463.654	8522130.19	799155.69	8	2.0
PC-77	D	96°29'20"	13.07	14.641	22.011	6.556	9 + 478.298	9 + 463.657	9 + 485.668	8522140.65	799128.37	8	2.0
PC-78	D	4°57'30"	200	8.659	17.308	0.187	9 + 531.758	9 + 523.099	9 + 540.407	8522194.55	799156.37	3	0.6
PC-79	I	23°33'20"	90	18.766	37.001	1.936	9 + 678.076	9 + 659.310	9 + 696.311	8522318.08	799234.79	5	0.9
PC-80	D	44°48'30"	90	37.103	70.385	7.348	9 + 770.368	9 + 733.265	9 + 803.650	8522409.80	799249.08	5	0.9
PC-81	I	31°02'40"	70	19.442	37.928	2.650	10 + 005.146	9 + 985.704	10 + 023.632	8522551.18	799441.28	5	1.2
PC-82	D	9°07'10"	260	20.735	41.383	0.826	10 + 130.535	10 + 109.800	10 + 151.183	8522667.81	799489.87	2	0.6
PC-83	I	8°30'00"	300	22.294	44.506	0.827	10 + 270.846	10 + 248.552	10 + 293.058	8522787.22	799563.72	2	0.6
PC-84	I	31°29'00"	80	22.550	43.959	3.117	10 + 389.992	10 + 367.442	10 + 411.401	8522896.77	799610.76	5	0.9
PC-85	D	63°29'00"	70	43.303	77.560	12.311	10 + 515.242	10 + 471.939	10 + 549.498	8523021.86	799592.62	5	1.2
PC-86	I	34°27'40"	80	24.811	48.117	3.759	10 + 656.723	10 + 631.912	10 + 680.029	8523107.69	799716.28	5	0.9
PC-87	D	17°33'20"	130	20.073	39.832	1.541	10 + 835.359	10 + 815.286	10 + 855.118	8523276.12	799780.18	4	0.6
PC-88	I	26°00'00"	100	23.087	45.379	2.630	10 + 923.952	10 + 900.865	10 + 946.244	8523345.86	799835.32	5	0.9
PC-89	D	4°11'50"	380	13.925	27.837	0.255	11 + 075.471	11 + 061.546	11 + 089.383	8523494.66	799867.84	2	0.3
PC-90	D	7°09'10"	400	25.000	49.936	0.781	11 + 401.073	11 + 376.073	11 + 426.008	8523806.83	799960.46	0	0.3
PC-91	I	10°01'40"	400	35.093	70.007	1.536	11 + 519.294	11 + 484.201	11 + 554.208	8523915.16	800007.97	0	0.3
PC-92	I	20°48'50"	180	33.059	65.389	3.011	11 + 704.557	11 + 671.498	11 + 736.887	8524095.36	800051.74	3	0.6
PC-93	D	15°05'20"	180	23.840	47.403	1.572	11 + 826.079	11 + 802.239	11 + 849.643	8524216.65	800036.50	3	0.6
PC-94	I	29°59'00"	90	24.101	47.098	3.171	12 + 024.486	12 + 000.385	12 + 047.482	8524413.44	800063.90	5	0.9
PC-95	D	14°51'40"	120	15.650	31.125	1.016	12 + 226.247	12 + 210.597	12 + 241.722	8524601.46	799987.73	4	0.9
PC-96	I	47°02'20"	70	30.465	57.469	6.342	12 + 435.690	12 + 405.225	12 + 462.694	8524809.43	799961.48	5	1.2
PC-97	D	34°36'10"	80	24.919	48.315	3.791	12 + 537.863	12 + 512.944	12 + 561.258	8524871.17	799875.77	5	0.9

PC-98	D	29°51'10"	100	26.657	52.103	3.492	12 + 720.679	12 + 694.022	12 + 746.125	8525044.80	799813.84	5	0.9
PC-99	I	30°59'50"	70	19.411	37.870	2.641	12 + 832.926	12 + 813.515	12 + 851.385	8525156.46	799833.98	5	1.2
PC-100	D	21°39'40"	250	47.828	94.514	4.534	12 + 966.808	12 + 918.980	13 + 013.494	8525282.53	799786.16	3	0.6
PC-101	I	18°19'20"	100	16.127	31.978	1.292	13 + 270.476	13 + 254.349	13 + 286.327	8525587.30	799790.88	5	0.9
PC-102	D	9°35'20"	200	16.775	33.472	0.702	13 + 367.639	13 + 350.864	13 + 384.336	8525680.26	799761.69	3	0.6
PC-103	I	35°10'00"	80	25.352	49.102	3.921	13 + 460.250	13 + 434.898	13 + 484.000	8525772.08	799749.04	5	0.9
PC-104	D	47°11'30"	80	34.944	65.892	7.299	13 + 676.602	13 + 641.658	13 + 707.550	8525931.45	799600.36	5	0.9
PC-105	D	15°25'40"	300	40.636	80.780	2.740	13 + 774.492	13 + 733.856	13 + 814.636	8526033.07	799607.79	2	0.6
PC-106	I	23°29'10"	100	20.787	40.991	2.138	13 + 875.680	13 + 854.893	13 + 895.884	8526128.85	799641.91	5	0.9
PC-107	D	4°33'20"	500	19.888	39.755	0.395	14 + 064.470	14 + 044.582	14 + 084.337	8526317.79	799629.10	0	0.3
PC-108	I	15°42'00"	200	27.574	54.803	1.892	14 + 204.271	14 + 176.697	14 + 231.500	8526457.61	799630.75	3	0.6
PC-109	D	7°47'20"	350	23.827	47.580	0.810	14 + 365.156	14 + 341.329	14 + 388.909	8526613.33	799588.96	2	0.3
PC-110	D	3°05'50"	500	13.517	27.028	0.183	14 + 468.713	14 + 455.196	14 + 482.224	8526716.13	799575.92	0	0.3
PC-111	D	13°26'10"	120	14.135	28.141	0.830	14 + 611.373	14 + 597.238	14 + 625.378	8526858.43	799565.62	4	0.9
PC-112	I	28°54'10"	80	20.617	40.356	2.614	14 + 712.032	14 + 691.415	14 + 731.771	8526957.89	799581.91	5	0.9
PC-113	I	12°00'10"	150	15.769	31.423	0.827	14 + 780.719	14 + 764.950	14 + 796.373	8527023.42	799558.57	4	0.6
PC-114	D	24°39'40"	90	19.673	38.738	2.125	14 + 858.981	14 + 839.308	14 + 878.045	8527090.17	799517.49	5	0.9
PC-115	D	21°44'10"	150	28.799	56.905	2.740	15 + 066.922	15 + 038.123	15 + 095.028	8527297.20	799492.28	4	0.6
PC-116	D	6°47'20"	400	23.725	47.395	0.703	15 + 288.165	15 + 264.440	15 + 311.835	8527511.78	799548.93	0	0.3
PC-117	I	13°57'50"	200	24.493	48.743	1.494	15 + 402.345	15 + 377.852	15 + 426.595	8527618.01	799590.94	3	0.6
PC-118	D	39°57'20"	80	29.082	55.788	5.122	15 + 796.432	15 + 767.350	15 + 823.138	8528008.86	799643.20	5	0.9
PC-119	I	16°03'00"	120	16.918	33.615	1.187	15 + 980.913	15 + 963.995	15 + 997.610	8528134.92	799781.13	4	0.9
PC-120	I	53°52'30"	60	30.489	56.418	7.302	16 + 108.220	16 + 077.731	16 + 134.149	8528243.63	799847.81	5	1.2
PC-121	D	47°49'10"	40	17.734	33.384	3.755	16 + 175.326	16 + 157.592	16 + 190.977	8528309.91	799820.56	8	1.5
PC-122	D	4°42'30"	400	16.444	32.870	0.338	16 + 319.416	16 + 302.972	16 + 335.842	8528441.88	799883.41	0	0.3
PC-123	D	21°05'20"	110	20.476	40.488	1.889	16 + 464.093	16 + 443.617	16 + 484.105	8528566.97	799956.15	4	0.9
PC-124	I	44°23'00"	60	24.475	46.478	4.800	16 + 560.456	16 + 535.981	16 + 582.459	8528627.55	800031.68	5	1.2
PC-125	D	16°36'20"	150	21.890	43.473	1.589	16 + 650.834	16 + 628.944	16 + 672.417	8528719.73	800042.81	4	0.6
PC-126	D	25°46'10"	80	18.300	35.981	2.066	16 + 730.381	16 + 712.081	16 + 748.062	8528792.97	800074.63	5	0.9
PC-127	I	45°21'40"	50	20.896	39.585	4.191	16 + 884.343	16 + 863.447	16 + 903.033	8528893.86	800191.75	6	1.5
PC-128	D	24°50'20"	80	17.618	34.682	1.917	16 + 960.949	16 + 943.331	16 + 978.013	8528972.49	800197.11	5	0.9
PC-129	I	20°01'20"	120	21.183	41.934	1.855	17 + 147.463	17 + 126.280	17 + 168.214	8529136.52	800287.04	4	0.9
PC-130	I	9°51'10"	200	17.239	34.393	0.742	17 + 213.702	17 + 196.463	17 + 230.856	8529202.42	800297.14	3	0.6
PC-131	D	11°51'00"	200	20.756	41.364	1.074	17 + 268.510	17 + 247.754	17 + 289.118	8529257.30	800296.05	3	0.6
PC-132	D	30°29'30"	80	21.804	42.574	2.918	17 + 353.601	17 + 331.797	17 + 374.371	8529341.06	800311.89	5	0.9

PC-133	I	60°00'50"	26	15.015	27.233	4.024	17 + 416.242	17 + 401.227	17 + 428.460	8529388.96	800353.83	8	2.0
PC-134	D	29°34'50"	30	7.921	15.488	1.028	17 + 452.218	17 + 444.297	17 + 459.785	8529425.67	800341.33	8	2.0
PC-135	D	18°34'00"	120	19.615	38.886	1.593	17 + 565.835	17 + 546.220	17 + 585.106	8529537.63	800362.62	4	0.9
PC-136	I	29°17'00"	80	20.901	40.887	2.685	17 + 637.710	17 + 616.809	17 + 657.697	8529600.59	800398.01	5	0.9
PC-137	I	33°59'40"	100	30.568	59.331	4.568	17 + 735.622	17 + 705.054	17 + 764.386	8529699.41	800398.10	5	0.9
PC-138	D	19°47'20"	120	20.931	41.446	1.812	17 + 855.810	17 + 834.879	17 + 876.324	8529800.62	800329.98	4	0.9
PC-139	D	63°42'10"	40	24.851	44.473	7.091	18 + 000.937	17 + 976.086	18 + 020.559	8529941.75	800294.40	8	1.5
PC-140	I	22°02'00"	80	15.575	30.764	1.502	18 + 144.566	18 + 128.991	18 + 159.756	8530038.32	800407.68	5	0.9
PC-141	D	25°08'10"	80	17.835	35.097	1.964	18 + 221.187	18 + 203.352	18 + 238.448	8530106.62	800443.25	5	0.9
PC-142	D	31°13'30"	80	22.355	43.598	3.065	18 + 320.791	18 + 298.436	18 + 342.034	8530167.39	800522.89	5	0.9
PC-143	I	31°19'00"	60	16.818	32.795	2.313	18 + 412.936	18 + 396.118	18 + 428.913	8530177.33	800615.62	5	1.2
PC-144	D	70°57'10"	30	21.380	37.151	6.839	18 + 497.386	18 + 476.006	18 + 513.157	8530229.18	800683.34	8	2.0
PC-145	I	65°10'40"	25	15.981	28.439	4.672	18 + 563.609	18 + 547.628	18 + 576.067	8530189.52	800743.23	8	2.0
PC-146	D	8°00'00"	300	20.978	41.888	0.733	18 + 645.150	18 + 624.172	18 + 666.060	8530234.18	800815.63	2	0.6
PC-147	I	25°39'40"	150	34.163	67.181	3.841	18 + 806.007	18 + 771.844	18 + 839.024	8530298.77	800963.02	4	0.6
PC-148	D	4°40'00"	300	12.224	24.435	0.249	18 + 954.720	18 + 942.496	18 + 966.931	8530412.43	801060.69	2	0.6
PC-149	I	20°39'20"	150	27.335	54.076	2.470	19 + 129.961	19 + 102.626	19 + 156.702	8530535.62	801185.35	4	0.6
PC-150	D	4°25'40"	400	15.464	30.912	0.299	19 + 279.953	19 + 264.489	19 + 295.401	8530672.44	801248.24	0	0.3
PC-151	D	101°02'20"	30	36.418	52.904	17.183	19 + 578.899	19 + 542.481	19 + 595.385	8530933.64	801393.69	8	1.2
PC-152	I	7°52'40"	300	20.657	41.248	0.710	19 + 660.451	19 + 639.794	19 + 681.042	8530868.20	801471.26	2	0.6

Nota:El cuadro presenta los elementos geométricos de las curvas horizontales del tramo vial en estudio, incluyendo radios, longitudes de curva, peraltes y sobreanchos, calculados conforme a la velocidad de diseño y normativa vigente, y utilizados para la evaluación de la consistencia y seguridad geométrica de la vía.

4.3. ESTUDIO TRAFICO

La finalidad de este estudio es cuantificar, clasificar y determinar el volumen de vehículos que transitan por el tramo de vía en estudio con el objeto de determinar los parámetros de diseño geométrico.

Conteo Vehicular

Este proceso se llevó a cabo durante 7 días consecutivos, 24 horas al día y en ambos sentidos: ida y retorno. Al tratarse de un tramo continuo; se estableció una única estación de conteo, el cual se ubicó estratégicamente en el km 11+500 de la carretera Huaroscondo-Pachar del Centro poblado Pomatales.

Progresiva: Km 11+500

Duración: 7 días

Periodo: 17 al 23 de marzo del 2025

Variación Diaria De Vehículos

Representa la sumatoria de todos los vehículos que transitan durante las 24 horas en diferentes días de la semana. Del estudio realizado, se ha determinado que existe un mayor tráfico vehicular durante los días domingo y miércoles; con una incidencia de 17%, 16%

Tabla 7

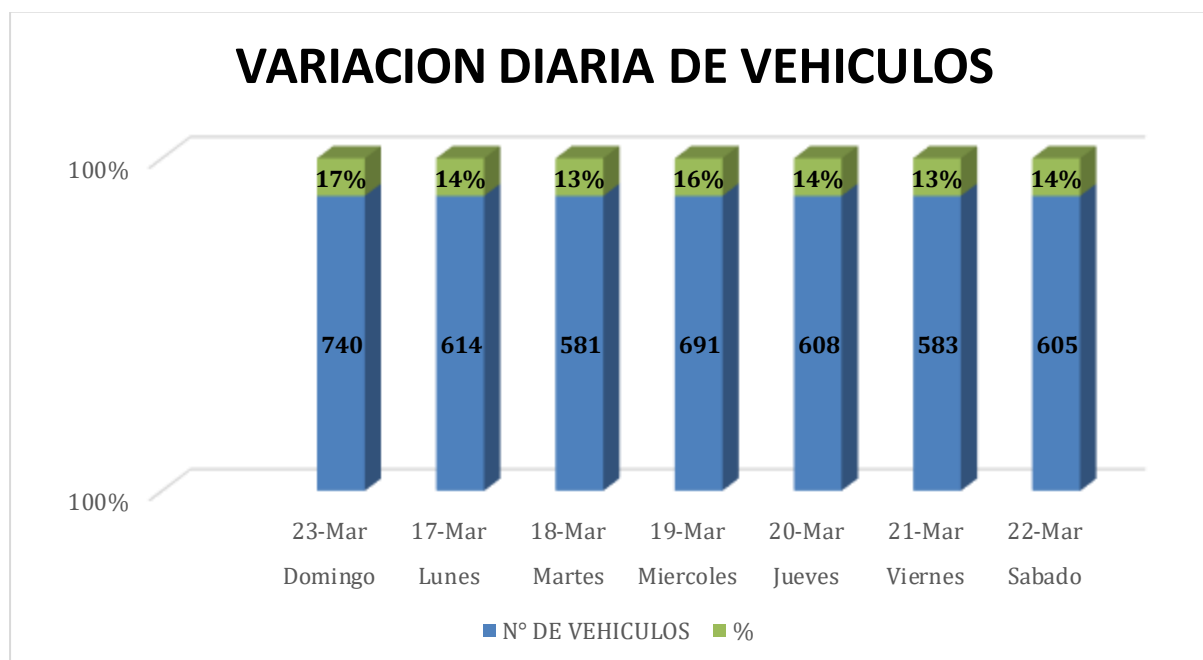
Verificación Diaria de Vehículos

DIA		N° DE VEHICULOS	%
Domingo	23-Mar	740	17%
Lunes	17-Mar	614	14%
Martes	18-Mar	581	13%
Miercoles	19-Mar	691	16%
Jueves	20-Mar	608	14%
Viernes	21-Mar	583	13%
Sabado	22-Mar	605	14%
TOTAL		4422	100%

Nota: El cuadro presenta la distribución diaria del volumen vehicular, registrándose un total de 4422 vehículos, con mayor flujo los domingos (17 %) y menor variación entre los días laborables.

Figura 21

Variación diaria de vehículos



Nota: La figura muestra la variación diaria del flujo vehicular, evidenciando el mayor volumen el domingo y una distribución relativamente uniforme durante los días de la semana.

Factor De Corrección Estacional (FC)

Debido a las variaciones mensuales estacionales del volumen de tráfico; los valores del TPDS son afectados por un factor de corrección estacional, a fin de obtener un promedio diario anual. Estos valores, fueron tomados a partir de las estaciones de saylla y Huillque.

Figura 22

Factor de crecimiento estacional

FACTOR DE CRECIMIENTO ESTACIONAL			
MES	FCEm		Promedio
	Saylla	Huillque	
Enero	1.033154	1.078885	1.056000
Febrero	1.002258	1.082401	1.042300
Marzo	1.048227	1.122024	1.085100
Abril	1.197009	1.134512	1.165800
Mayo	1.087123	1.072256	1.079700
Junio	1.085906	0.904700	0.995300
Julio	1.026910	0.988543	1.007700
Agosto	0.967106	0.962398	0.964800
Setiembre	0.969674	0.960562	0.965100
Octubre	0.996550	0.968604	0.982600
Noviembre	0.959322	0.946657	0.953000
Diciembre	0.913599	0.927700	0.920600

Nota : Plan Vial Provincial Participativo (PVPP)-Cusco

Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)

El TPDA, Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía, el mismo que se determina multiplicando el TPDS por el Factor de Corrección Estacional (FC).

$$TPDA = TPDS \times FC$$

Donde:

TPDS: Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal, el cual se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días.

$$TPDS = \frac{\sum Vi}{7}$$

Donde:

Vi: Representa el volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

Figura 23

Factor Carril

N° DE CARRILES DE TRÁFICO	% DE CAMIONES EN EL CARRIL DE DISEÑO (F. Carril)
1	100
2	90 (80-100)
3	70 (60-80)
4	62.5 (50-75)
Fcarril	90%

Nota : Plan Vial Provincial Participativo (PVPP)-Cusco

Figura 24

ESALs

TIPOLOGIA VEHICULAR	TPDS	TPDA (TPDS*Fcest.)	TPDI (TPDA*Fcarr)	FC	N18 (TPDI*FC)	ESALs 1año (N18*365)
B2 Liviano	136.429	148.04	133.24	0.0060	0.80	292
B2 Mediano	45.143	48.98	44.08	0.0100	0.44	161
B2 Pesado	0.571	0.62	0.56	1.1290	0.63	230
B3-1	0.000	0.00	0.00	1.0930	0.00	0
B4-1	0.000	0.00	0.00	0.8330	0.00	0
C2-Liviano	9.286	10.08	9.07	0.0170	0.15	55
C2-Mediano	24.000	26.04	23.44	0.0140	0.33	120
C2-Pesado	1.143	1.24	1.12	0.3980	0.45	164
C3	9.429	10.23	9.21	0.0270	0.25	91
C4	0.714	0.78	0.70	0.0600	0.04	15
8X4	0.143	0.16	0.14	0.1990	0.03	11
T2S2	0.286	0.31	0.28	0.2430	0.07	26
T2Se2	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0
T2S3	0.429	0.47	0.42	0.3970	0.17	62
T2Se3	0.143	0.16	0.14	0.2170	0.03	11
T3S1	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0
T3S2	1.429	1.55	1.40	0.1830	0.26	95
T3Se2	0.143	0.16	0.14	0.1770	0.02	7
T3S3	1.143	1.24	1.12	0.4740	0.53	193
T3Se3	0.286	0.31	0.28	0.4040	0.11	40
C2R2	0.286	0.31	0.28	0.6580	0.18	66
C3R2	0.000	0.00	0.00	0.8880	0.00	0
C3R3	0.000	0.00	0.00	0.4130	0.00	0
C4R2	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0
					ESALs	1639
					ESALs	1.64E+03

Nota: El cuadro presenta el cálculo de cargas equivalentes (ESALs) a partir del TPDS, TPDA y TPDI, considerando los factores de crecimiento y conversión, para estimar la demanda estructural anual del pavimento.

Proyección De Tráfico

Para la proyección de tráfico, se empleó los indicadores macroeconómicos que establece el Ministerio de Economía y Finanzas. Donde, la tasa de crecimiento anual del Producto Bruto Interno y la tasa de crecimiento anual poblacional para el departamento de Cusco es de 3.9% y 1.2%, respectivamente.

$$FCA = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

FCA: factor de crecimiento acumulado para un periodo de diseño

n: periodo de diseño del pavimento(años)

r: tasa anual de crecimiento de tráfico

A continuación, se muestra la proyección de tráfico vehicular para 20 años. Donde el TPDA para el año 2045 es de 36799 veh/día.

Figura 25

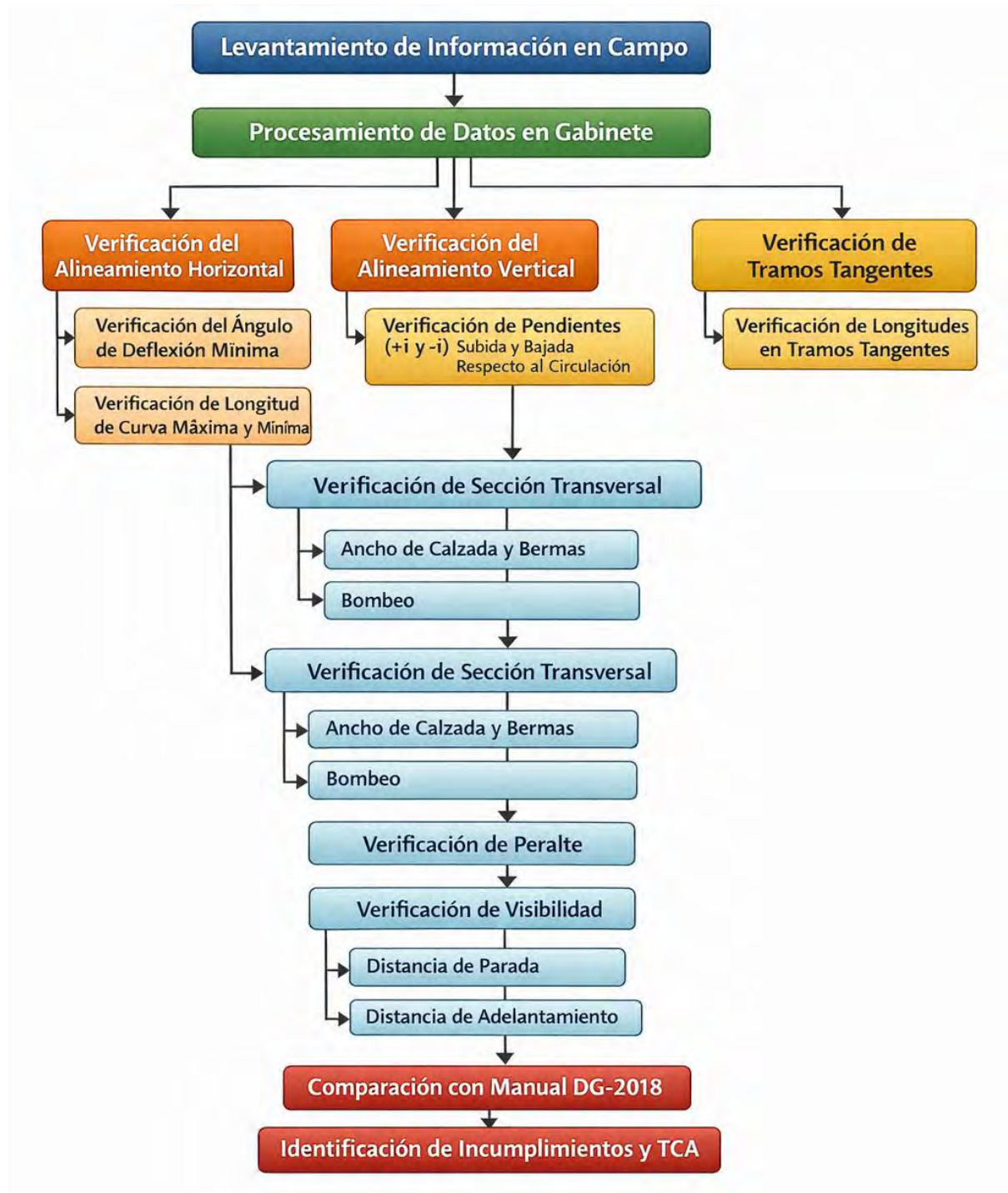
ESALs Proyectado para 20 Años

TIPOLOGIA VEHICULAR	TPDS	TPDA (TPDS*Fcest.)	TPDI (TPDA*Fcarr)	FC	N18 (TPDI*FC)	ESALs 1año (N18*365)	ESALs20años
B2 Liviano	136.429	148.04	133.24	0.0060	0.80	292	6556
B2 Mediano	45.143	48.98	44.08	0.0100	0.44	161	3615
B2 Pesado	0.571	0.62	0.56	1.1290	0.63	230	5164
B3-1	0.000	0.00	0.00	1.0930	0.00	0	0
B4-1	0.000	0.00	0.00	0.8330	0.00	0	0
C2-Liviano	9.286	10.08	9.07	0.0170	0.15	55	1235
C2-Mediano	24.000	26.04	23.44	0.0140	0.33	120	2694
C2-Pesado	1.143	1.24	1.12	0.3980	0.45	164	3682
C3	9.429	10.23	9.21	0.0270	0.25	91	2043
C4	0.714	0.78	0.70	0.0600	0.04	15	337
8X4	0.143	0.16	0.14	0.1990	0.03	11	247
T2S2	0.286	0.31	0.28	0.2430	0.07	26	584
T2Se2	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0	0
T2S3	0.429	0.47	0.42	0.3970	0.17	62	1392
T2Se3	0.143	0.16	0.14	0.2170	0.03	11	247
T3S1	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0	0
T3S2	1.429	1.55	1.40	0.1830	0.26	95	2133
T3Se2	0.143	0.16	0.14	0.1770	0.02	7	157
T3S3	1.143	1.24	1.12	0.4740	0.53	193	4333
T3Se3	0.286	0.31	0.28	0.4040	0.11	40	898
C2R2	0.286	0.31	0.28	0.6580	0.18	66	1482
C3R2	0.000	0.00	0.00	0.8880	0.00	0	0
C3R3	0.000	0.00	0.00	0.4130	0.00	0	0
C4R2	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0	0
					ESALs	1639	36799
					ESALs	1.64E+03	3.68E+04

Nota: El cuadro presenta la estimación de las cargas equivalentes (ESALs) anuales y acumuladas a 20 años, calculadas a partir del TPDS, TPDA y TPDI, considerando el factor de crecimiento, para evaluar la demanda estructural del pavimento en el periodo de diseño.

4.4. VERIFICACION DEL DISEÑO GEOMETRICO

FLUJOGRAMA DE LOS TRABAJOS DE VERIFICACION



Velocidad De Diseño

Según el Manual de Carreteras DG-2018; para una carretera de segunda clase con una orografía de tipo escarpada (tipo 4), la velocidad de diseño, se encuentra entre 40 y 60km/h. Sin embargo, teniendo en cuenta que la velocidad de operación existente es igual a 36 km/h, al no contar con el expediente técnico y considerando que al momento del trazado se trató de adaptar a lo máximo a la configuración del terreno a fin de minimizar costos; se asumirá una velocidad de diseño igual a 40 km/h.

PARÁMETROS NORMATIVOS (DG-2018) PARA V = 40 km/h

Estos valores son los que el MTC fija:

- Radio minimo normativo:
Rmin=45 m
- Peralte máximo (e):
e = 8% = 0.08
- Coeficiente de fricción lateral (f):
f = 0.15
(valor normativo para velocidades bajas según DG-2018)

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN

Se usa la ecuación del DG-2018:

$$V_o = \sqrt{127 * R * (e + f)}$$

$$V_o = \sqrt{127 * 45(0.08 + 0.15)}$$

$$V_o = \sqrt{1314.45}$$

$$V_o = 36.3Km/h$$

Este procedimiento, consiste en la contrastación del diseño geométrico existente en la carretera Huarcocondo -Pachar del km 0+000 al km 19+500 con lo especificado en el Manual de Carreteras: DG-2018; en cuanto a los principales elementos del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

Tabla 8

Datos Generales de la Vía

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS TECNICAS
Clasificación de la vía	Segunda clase
Orografía	Tipo 4
Velocidad de operación	36 km/h
Ancho de calzada	6.60 m
Número de carriles	2
Bombeo	2.00%
Ancho de bermas	0.50m
Radio mínimo	13
pendiente máxima	9%
Pendiente mínima	0.50%

Nota: El cuadro resume las características técnicas del tramo vial, incluyendo su clasificación funcional, geometría, sección transversal y parámetros de operación, utilizados como base para el análisis y evaluación del diseño geométrico.

Clasificación De La Vía

Por su demanda: el IMDA actual de la vía es de 1639 veh/día. Por tanto, se clasifica como una carretera de segunda clase. Por su orografía: las pendientes predominantes de las secciones transversales son superiores al 100%. Por consiguiente, se clasifica como una orografía de terreno escarpado o tipo 4.

Alineamiento Horizontal

Angulo de deflexión

Según el Manual DG-2018, el ángulo de deflexión mínima es de 0°59'. De las 153 curvas evaluadas, se verificó que el 100% cumple con esta condición.

Condición	Deflexión min	%
Cumple	153	100%
No Cumple	0	0%
Total	153	100%

Tabla 9

Verificación del Angulo de Deflexión Mínima

N.º PI	Km	Angulo de Deflexión	Deflexión min	Verificación
PI-0	0 + 000.000	180°00'00"	0°59'	Cumple
PI-1	0 + 139.345	55°43'40"	0°59'	Cumple
PI-2	0 + 384.063	11°33'00"	0°59'	Cumple
PI-3	0 + 480.673	47°53'00"	0°59'	Cumple
PI-4	0 + 551.772	28°00'10"	0°59'	Cumple
PI-5	0 + 683.095	36°02'10"	0°59'	Cumple
PI-6	0 + 979.739	22°19'00"	0°59'	Cumple
PI-7	1 + 087.331	10°46'00"	0°59'	Cumple
PI-8	1 + 377.504	27°42'50"	0°59'	Cumple
PI-9	1 + 591.687	7°00'00"	0°59'	Cumple
PI-10	1 + 954.504	8°45'10"	0°59'	Cumple
PI-11	2 + 141.594	7°19'40"	0°59'	Cumple
PI-12	2 + 513.445	28°26'30"	0°59'	Cumple
PI-13	2 + 603.169	55°55'30"	0°59'	Cumple
PI-14	2 + 697.341	18°43'40"	0°59'	Cumple
PI-15	2 + 827.552	27°59'20"	0°59'	Cumple
PI-16	2 + 969.453	18°25'20"	0°59'	Cumple
PI-17	3 + 116.916	11°23'30"	0°59'	Cumple
PI-18	3 + 268.496	29°52'20"	0°59'	Cumple
PI-19	3 + 352.706	22°08'30"	0°59'	Cumple
PI-20	3 + 460.333	22°58'30"	0°59'	Cumple
PI-21	3 + 547.712	48°07'00"	0°59'	Cumple
PI-22	3 + 650.612	31°47'20"	0°59'	Cumple
PI-23	3 + 762.518	36°21'00"	0°59'	Cumple
PI-24	3 + 877.971	51°17'10"	0°59'	Cumple

PI-25	3 + 995.385	53°11'20"	0°59'	Cumple
PI-26	4 + 057.998	26°54'30"	0°59'	Cumple
PI-27	4 + 161.557	15°37'00"	0°59'	Cumple
PI-28	4 + 237.013	29°50'20"	0°59'	Cumple
PI-29	4 + 326.984	26°43'30"	0°59'	Cumple
PI-30	4 + 399.309	57°07'10"	0°59'	Cumple
PI-31	4 + 510.408	25°41'20"	0°59'	Cumple
PI-32	4 + 589.088	28°27'40"	0°59'	Cumple
PI-33	4 + 646.455	21°35'10"	0°59'	Cumple
PI-34	4 + 709.370	26°28'10"	0°59'	Cumple
PI-35	4 + 838.750	47°14'20"	0°59'	Cumple
PI-36	4 + 916.896	27°39'30"	0°59'	Cumple
PI-37	4 + 990.006	37°01'50"	0°59'	Cumple
PI-38	5 + 095.937	11°09'40"	0°59'	Cumple
PI-39	5 + 415.981	8°25'00"	0°59'	Cumple
PI-40	5 + 604.428	64°28'00"	0°59'	Cumple
PI-41	5 + 735.275	64°44'20"	0°59'	Cumple
PI-42	5 + 844.636	22°42'20"	0°59'	Cumple
PI-43	5 + 945.132	36°03'50"	0°59'	Cumple
PI-44	6 + 007.940	39°22'10"	0°59'	Cumple
PI-45	6 + 061.603	34°51'30"	0°59'	Cumple
PI-46	6 + 099.379	30°38'50"	0°59'	Cumple
PI-47	6 + 130.845	31°05'50"	0°59'	Cumple
PI-48	6 + 198.042	6°33'40"	0°59'	Cumple
PI-49	6 + 438.653	17°12'10"	0°59'	Cumple
PI-50	6 + 505.097	14°09'50"	0°59'	Cumple
PI-51	6 + 566.026	19°00'40"	0°59'	Cumple
PI-52	6 + 674.339	12°31'00"	0°59'	Cumple
PI-53	6 + 955.771	33°56'50"	0°59'	Cumple
PI-54	7 + 027.788	58°18'40"	0°59'	Cumple
PI-55	7 + 084.308	39°26'00"	0°59'	Cumple
PI-56	7 + 379.341	90°13'00"	0°59'	Cumple
PI-57	7 + 400.850	86°18'10"	0°59'	Cumple
PI-58	7 + 525.515	90°18'00"	0°59'	Cumple
PI-59	7 + 548.446	92°44'10"	0°59'	Cumple
PI-60	7 + 633.018	23°02'00"	0°59'	Cumple
PI-61	7 + 717.708	14°49'40"	0°59'	Cumple
PI-62	7 + 823.641	10°09'20"	0°59'	Cumple
PI-63	7 + 968.487	15°37'00"	0°59'	Cumple
PI-64	8 + 065.598	19°35'10"	0°59'	Cumple
PI-65	8 + 157.616	18°56'50"	0°59'	Cumple
PI-66	8 + 325.971	11°46'30"	0°59'	Cumple
PI-67	8 + 497.146	14°55'10"	0°59'	Cumple
PI-68	8 + 718.788	55°36'20"	0°59'	Cumple
PI-69	8 + 789.300	15°28'30"	0°59'	Cumple
PI-70	8 + 864.364	25°28'00"	0°59'	Cumple

PI-71	8 + 917.984	34°50'40"	0°59'	Cumple
PI-72	9 + 134.796	24°51'30"	0°59'	Cumple
PI-73	9 + 238.737	90°26'20"	0°59'	Cumple
PI-74	9 + 261.333	90°20'40"	0°59'	Cumple
PI-75	9 + 362.943	22°15'00"	0°59'	Cumple
PI-76	9 + 455.501	91°16'30"	0°59'	Cumple
PI-77	9 + 478.298	96°29'20"	0°59'	Cumple
PI-78	9 + 531.758	4°57'30"	0°59'	Cumple
PI-79	9 + 678.076	23°33'20"	0°59'	Cumple
PI-80	9 + 770.368	44°48'30"	0°59'	Cumple
PI-81	10 + 005.146	31°02'40"	0°59'	Cumple
PI-82	10 + 130.535	9°07'10"	0°59'	Cumple
PI-83	10 + 270.846	8°30'00"	0°59'	Cumple
PI-84	10 + 389.992	31°29'00"	0°59'	Cumple
PI-85	10 + 515.242	63°29'00"	0°59'	Cumple
PI-86	10 + 656.723	34°27'40"	0°59'	Cumple
PI-87	10 + 835.359	17°33'20"	0°59'	Cumple
PI-88	10 + 923.952	26°00'00"	0°59'	Cumple
PI-89	11 + 075.471	4°11'50"	0°59'	Cumple
PI-90	11 + 401.073	7°09'10"	0°59'	Cumple
PI-91	11 + 519.294	10°01'40"	0°59'	Cumple
PI-92	11 + 704.557	20°48'50"	0°59'	Cumple
PI-93	11 + 826.079	15°05'20"	0°59'	Cumple
PI-94	12 + 024.486	29°59'00"	0°59'	Cumple
PI-95	12 + 226.247	14°51'40"	0°59'	Cumple
PI-96	12 + 435.690	47°02'20"	0°59'	Cumple
PI-97	12 + 537.863	34°36'10"	0°59'	Cumple
PI-98	12 + 720.679	29°51'10"	0°59'	Cumple
PI-99	12 + 832.926	30°59'50"	0°59'	Cumple
PI-100	12 + 966.808	21°39'40"	0°59'	Cumple
PI-101	13 + 270.476	18°19'20"	0°59'	Cumple
PI-102	13 + 367.639	9°35'20"	0°59'	Cumple
PI-103	13 + 460.250	35°10'00"	0°59'	Cumple
PI-104	13 + 676.602	47°11'30"	0°59'	Cumple
PI-105	13 + 774.492	15°25'40"	0°59'	Cumple
PI-106	13 + 875.680	23°29'10"	0°59'	Cumple
PI-107	14 + 064.470	4°33'20"	0°59'	Cumple
PI-108	14 + 204.271	15°42'00"	0°59'	Cumple
PI-109	14 + 365.156	7°47'20"	0°59'	Cumple
PI-110	14 + 468.713	3°05'50"	0°59'	Cumple
PI-111	14 + 611.373	13°26'10"	0°59'	Cumple
PI-112	14 + 712.032	28°54'10"	0°59'	Cumple
PI-113	14 + 780.719	12°00'10"	0°59'	Cumple
PI-114	14 + 858.981	24°39'40"	0°59'	Cumple
PI-115	15 + 066.922	21°44'10"	0°59'	Cumple
PI-116	15 + 288.165	6°47'20"	0°59'	Cumple

PI-117	15 + 402.345	13°57'50"	0°59'	Cumple
PI-118	15 + 796.432	39°57'20"	0°59'	Cumple
PI-119	15 + 980.913	16°03'00"	0°59'	Cumple
PI-120	16 + 108.220	53°52'30"	0°59'	Cumple
PI-121	16 + 175.326	47°49'10"	0°59'	Cumple
PI-122	16 + 319.416	4°42'30"	0°59'	Cumple
PI-123	16 + 464.093	21°05'20"	0°59'	Cumple
PI-124	16 + 560.456	44°23'00"	0°59'	Cumple
PI-125	16 + 650.834	16°36'20"	0°59'	Cumple
PI-126	16 + 730.381	25°46'10"	0°59'	Cumple
PI-127	16 + 884.343	45°21'40"	0°59'	Cumple
PI-128	16 + 960.949	24°50'20"	0°59'	Cumple
PI-129	17 + 147.463	20°01'20"	0°59'	Cumple
PI-130	17 + 213.702	9°51'10"	0°59'	Cumple
PI-131	17 + 268.510	11°51'00"	0°59'	Cumple
PI-132	17 + 353.601	30°29'30"	0°59'	Cumple
PI-133	17 + 416.242	60°00'50"	0°59'	Cumple
PI-134	17 + 452.218	29°34'50"	0°59'	Cumple
PI-135	17 + 565.835	18°34'00"	0°59'	Cumple
PI-136	17 + 637.710	29°17'00"	0°59'	Cumple
PI-137	17 + 735.622	33°59'40"	0°59'	Cumple
PI-138	17 + 855.810	19°47'20"	0°59'	Cumple
PI-139	18 + 000.937	63°42'10"	0°59'	Cumple
PI-140	18 + 144.566	22°02'00"	0°59'	Cumple
PI-141	18 + 221.187	25°08'10"	0°59'	Cumple
PI-142	18 + 320.791	31°13'30"	0°59'	Cumple
PI-143	18 + 412.936	31°19'00"	0°59'	Cumple
PI-144	18 + 497.386	70°57'10"	0°59'	Cumple
PI-145	18 + 563.609	65°10'40"	0°59'	Cumple
PI-146	18 + 645.150	8°00'00"	0°59'	Cumple
PI-147	18 + 806.007	25°39'40"	0°59'	Cumple
PI-148	18 + 954.720	4°40'00"	0°59'	Cumple
PI-149	19 + 129.961	20°39'20"	0°59'	Cumple
PI-150	19 + 279.953	4°25'40"	0°59'	Cumple
PI-151	19 + 578.899	101°02'20"	0°59'	Cumple
PI-152	19 + 660.451	7°52'40"	0°59'	Cumple

Nota: El cuadro muestra la verificación de los ángulos de deflexión en los Puntos de Intersección (PI) a lo largo del tramo, comprobándose que todas las deflexiones cumplen con el valor mínimo establecido (0°59'), conforme a la normativa de diseño geométrico vigente.

Longitud de curva

Según el manual DG-2018, la longitud de curva mínima para una carretera de dos carriles es 3 veces la velocidad de diseño. Por tanto, para la velocidad de diseño igual a 40km/h le corresponde una longitud de curva mínima de 120m. Además, se debe cumplir que la longitud de curva máxima sea de 800m.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se ha verificado que el 99% de curvas no cumple con la longitud de curva mínima. Mientras que el 100%, si cumple con longitud de curva máxima.

Condición	L min		L max.	
	Para V= 40 Km/h			
	N° de Curvas	%	N° de Curvas	%
Cumple	1	1%	153	100%
No Cumple	152	99%	0	0%
Total	153	100%	153	100%

Tabla 10

Verificación de longitud de curva máxima y mínima

Curva		Para 40 Km/h		Lmax	Verificación
N.º PI	L.C.	Lmin	Verificación		
PI-0	0.00	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-1	77.81	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-2	54.43	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-3	50.14	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-4	29.32	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-5	78.62	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-6	50.64	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-7	52.80	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-8	145.11	120 m	Cumple	800 m	Cumple
PI-9	17.96	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-10	58.81	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-11	60.11	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-12	33.26	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-13	68.33	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-14	58.84	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-15	73.28	120 m	No Cumple	800 m	Cumple

PI-16	75.56	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-17	14.91	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-18	57.35	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-19	50.24	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-20	29.67	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-21	46.19	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-22	33.29	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-23	54.56	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-24	44.76	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-25	55.70	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-26	37.57	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-27	10.63	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-28	50.00	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-29	18.66	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-30	79.75	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-31	30.04	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-32	49.67	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-33	17.71	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-34	23.10	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-35	74.20	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-36	31.86	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-37	51.70	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-38	52.60	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-39	11.75	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-40	90.01	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-41	76.83	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-42	23.78	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-43	28.95	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-44	36.42	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-45	32.85	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-46	21.40	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-47	21.71	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-48	25.77	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-49	54.04	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-50	37.08	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-51	39.82	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-52	43.69	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-53	42.66	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-54	40.71	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-55	41.29	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-56	22.55	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-57	21.42	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-58	22.30	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-59	22.90	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-60	40.20	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-61	25.88	120 m	No Cumple	800 m	Cumple

PI-62	53.17	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-63	46.34	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-64	34.18	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-65	42.99	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-66	82.21	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-67	78.12	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-68	29.12	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-69	21.61	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-70	35.56	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-71	30.41	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-72	78.10	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-73	23.32	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-74	22.19	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-75	31.07	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-76	22.77	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-77	22.01	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-78	17.31	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-79	37.00	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-80	70.39	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-81	37.93	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-82	41.38	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-83	44.51	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-84	43.96	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-85	77.56	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-86	48.12	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-87	39.83	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-88	45.38	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-89	27.84	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-90	49.94	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-91	70.01	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-92	65.39	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-93	47.40	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-94	47.10	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-95	31.13	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-96	57.47	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-97	48.32	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-98	52.10	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-99	37.87	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-100	94.51	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-101	31.98	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-102	33.47	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-103	49.10	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-104	65.89	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-105	80.78	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-106	40.99	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-107	39.76	120 m	No Cumple	800 m	Cumple

PI-108	54.80	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-109	47.58	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-110	27.03	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-111	28.14	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-112	40.36	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-113	31.42	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-114	38.74	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-115	56.91	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-116	47.40	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-117	48.74	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-118	55.79	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-119	33.62	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-120	56.42	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-121	33.38	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-122	32.87	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-123	40.49	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-124	46.48	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-125	43.47	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-126	35.98	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-127	39.59	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-128	34.68	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-129	41.93	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-130	34.39	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-131	41.36	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-132	42.57	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-133	27.23	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-134	15.49	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-135	38.89	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-136	40.89	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-137	59.33	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-138	41.45	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-139	44.47	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-140	30.76	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-141	35.10	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-142	43.60	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-143	32.80	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-144	37.15	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-145	28.44	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-146	41.89	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-147	67.18	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-148	24.44	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-149	54.08	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-150	30.91	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-151	52.90	120 m	No Cumple	800 m	Cumple
PI-152	41.25	120 m	No Cumple	800 m	Cumple

Nota: La evaluación de las curvas para una velocidad de diseño de 40 km/h evidencia que la gran mayoría no cumple con la longitud mínima requerida ($L_{min} = 120$ m), mientras que todas cumplen con la longitud máxima admisible ($L_{max} = 800$ m), lo que indica deficiencias geométricas asociadas principalmente a curvas cortas que afectan la seguridad y continuidad del trazado.

Tramos en tangente

Según el manual DG-2018, la longitud mínima admisible de tramos en tangente ($L_{mín}$), para una velocidad de diseño de 40km/h, es de 56m y 111m para curvas tipo “s” y “o”, respectivamente. Además, se debe tener en cuenta que la longitud máxima deseable ($L_{máx}$) sea de 668m. Por consiguiente, se determinó que el 48% de tramos en tangente, no cumplen con la longitud mínima admisible. Sin embargo, el 100% si cumple con la longitud de tramo en tangente máximo.

Condición	L_{min}	%	L_{max}	%
Cumple	79	52%	153	100%
No Cumple	74	48%	0	0%
Total	153	100%	153	100%

Tabla 11

Verificación de L_{max} y L_{min} en longitudes de tramos tangentes

Tramo		Tramo en Tangente				L_{min} (m)	L_{max} (m)	Verificacion	
		P.T.	P.C.	Long.	Tipo			L_{min} (m)	L_{max} (m)
PI-0	PI-1	0 + 000.000	0 + 097.052	97.05	s	56	668	cumple	Cumple
PI-1	PI-2	0 + 174.862	0 + 356.756	181.89	O	111	668	cumple	Cumple
PI-2	PI-3	0 + 411.185	0 + 454.032	42.85	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-3	PI-4	0 + 504.176	0 + 536.811	32.64	s	56	668	No cumple	Cumple
PI-4	PI-5	0 + 566.135	0 + 642.436	76.30	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-5	PI-6	0 + 721.055	0 + 954.097	233.04	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-6	PI-7	1 + 004.731	1 + 060.851	56.12	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-7	PI-8	1 + 113.655	1 + 303.501	189.85	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-8	PI-9	1 + 448.610	1 + 582.696	134.09	S	56	668	Cumple	Cumple

PI-9	PI-10	1 + 600.656	1 + 925.039	324.38	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-10	PI-11	1 + 983.854	2 + 111.498	127.64	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-11	PI-12	2 + 171.608	2 + 496.465	324.86	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-12	PI-13	2 + 529.724	2 + 566.008	36.28	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-13	PI-14	2 + 634.333	2 + 667.659	33.33	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-14	PI-15	2 + 726.494	2 + 790.168	63.67	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-15	PI-16	2 + 863.443	2 + 931.345	67.90	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-16	PI-17	3 + 006.904	3 + 109.436	102.53	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-17	PI-18	3 + 124.347	3 + 239.153	114.81	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-18	PI-19	3 + 296.504	3 + 327.270	30.77	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-19	PI-20	3 + 377.508	3 + 445.294	67.79	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-20	PI-21	3 + 474.968	3 + 523.157	48.19	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-21	PI-22	3 + 569.346	3 + 633.527	64.18	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-22	PI-23	3 + 666.816	3 + 734.284	67.47	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-23	PI-24	3 + 788.845	3 + 853.969	65.12	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-24	PI-25	3 + 898.724	3 + 965.347	66.62	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-25	PI-26	4 + 021.046	4 + 038.859	17.81	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-26	PI-27	4 + 076.430	4 + 156.209	79.78	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-27	PI-28	4 + 166.839	4 + 211.434	44.60	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-28	PI-29	4 + 261.430	4 + 317.482	56.05	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-29	PI-30	4 + 336.140	4 + 355.765	19.63	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-30	PI-31	4 + 435.518	4 + 495.131	59.61	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-31	PI-32	4 + 525.171	4 + 563.727	38.56	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-32	PI-33	4 + 613.401	4 + 637.495	24.09	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-33	PI-34	4 + 655.202	4 + 697.611	42.41	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-34	PI-35	4 + 720.710	4 + 799.394	78.68	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-35	PI-36	4 + 873.596	4 + 900.649	27.05	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-36	PI-37	4 + 932.509	4 + 963.215	30.71	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-37	PI-38	5 + 014.919	5 + 069.556	54.64	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-38	PI-39	5 + 122.151	5 + 410.094	287.94	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-39	PI-40	5 + 421.846	5 + 553.984	132.14	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-40	PI-41	5 + 643.997	5 + 692.172	48.17	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-41	PI-42	5 + 769.005	5 + 832.589	63.58	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-42	PI-43	5 + 856.367	5 + 930.157	73.79	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-43	PI-44	5 + 959.111	5 + 988.979	29.87	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-44	PI-45	6 + 025.397	6 + 044.650	19.25	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-45	PI-46	6 + 077.503	6 + 088.419	10.92	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-46	PI-47	6 + 109.814	6 + 119.715	9.90	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-47	PI-48	6 + 141.425	6 + 185.145	43.72	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-48	PI-49	6 + 210.911	6 + 411.426	200.52	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-49	PI-50	6 + 465.470	6 + 486.462	20.99	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-50	PI-51	6 + 523.542	6 + 545.933	22.39	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-51	PI-52	6 + 585.750	6 + 652.406	66.66	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-52	PI-53	6 + 696.097	6 + 933.795	237.70	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-53	PI-54	6 + 976.454	7 + 005.473	29.02	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-54	PI-55	7 + 046.182	7 + 062.805	16.62	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-55	PI-56	7 + 104.100	7 + 364.967	260.87	S	56	668	Cumple	Cumple

PI-56	PI-57	7 + 387.515	7 + 387.519	0.00	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-57	PI-58	7 + 408.938	7 + 511.291	102.35	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-58	PI-59	7 + 533.592	7 + 533.604	0.01	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-59	PI-60	7 + 556.506	7 + 612.642	56.14	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-60	PI-61	7 + 652.843	7 + 704.696	51.85	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-61	PI-62	7 + 730.575	7 + 796.984	66.41	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-62	PI-63	7 + 850.158	7 + 945.175	95.02	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-63	PI-64	7 + 991.510	8 + 048.337	56.83	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-64	PI-65	8 + 082.522	8 + 135.923	53.40	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-65	PI-66	8 + 178.913	8 + 284.723	105.81	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-66	PI-67	8 + 366.928	8 + 457.865	90.94	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-67	PI-68	8 + 535.983	8 + 702.969	166.99	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-68	PI-69	8 + 732.084	8 + 778.430	46.35	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-69	PI-70	8 + 800.037	8 + 846.286	46.25	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-70	PI-71	8 + 881.844	8 + 902.294	20.45	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-71	PI-72	8 + 932.701	9 + 095.124	162.42	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-72	PI-73	9 + 173.219	9 + 223.848	50.63	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-73	PI-74	9 + 247.170	9 + 247.178	0.01	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-74	PI-75	9 + 269.364	9 + 347.211	77.85	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-75	PI-76	9 + 378.278	9 + 440.889	62.61	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-76	PI-77	9 + 463.654	9 + 463.657	0.00	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-77	PI-78	9 + 485.668	9 + 523.099	37.43	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-78	PI-79	9 + 540.407	9 + 659.310	118.90	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-79	PI-80	9 + 696.311	9 + 733.265	36.95	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-80	PI-81	9 + 803.650	9 + 985.704	182.05	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-81	PI-82	10 + 023.632	10 + 109.800	86.17	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-82	PI-83	10 + 151.183	10 + 248.552	97.37	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-83	PI-84	10 + 293.058	10 + 367.442	74.38	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-84	PI-85	10 + 411.401	10 + 471.939	60.54	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-85	PI-86	10 + 549.498	10 + 631.912	82.41	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-86	PI-87	10 + 680.029	10 + 815.286	135.26	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-87	PI-88	10 + 855.118	10 + 900.865	45.75	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-88	PI-89	10 + 946.244	11 + 061.546	115.30	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-89	PI-90	11 + 089.383	11 + 376.073	286.69	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-90	PI-91	11 + 426.008	11 + 484.201	58.19	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-91	PI-92	11 + 554.208	11 + 671.498	117.29	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-92	PI-93	11 + 736.887	11 + 802.239	65.35	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-93	PI-94	11 + 849.643	12 + 000.385	150.74	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-94	PI-95	12 + 047.482	12 + 210.597	163.12	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-95	PI-96	12 + 241.722	12 + 405.225	163.50	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-96	PI-97	12 + 462.694	12 + 512.944	50.25	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-97	PI-98	12 + 561.258	12 + 694.022	132.76	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-98	PI-99	12 + 746.125	12 + 813.515	67.39	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-99	PI-100	12 + 851.385	12 + 918.980	67.59	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-100	PI-101	13 + 013.494	13 + 254.349	240.86	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-101	PI-102	13 + 286.327	13 + 350.864	64.54	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-102	PI-103	13 + 384.336	13 + 434.898	50.56	S	56	668	No cumple	Cumple

PI-103	PI-104	13 + 484.000	13 + 641.658	157.66	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-104	PI-105	13 + 707.550	13 + 733.856	26.31	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-105	PI-106	13 + 814.636	13 + 854.893	40.26	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-106	PI-107	13 + 895.884	14 + 044.582	148.70	o	56	668	Cumple	Cumple
PI-107	PI-108	14 + 084.337	14 + 176.697	92.36	s	56	668	Cumple	Cumple
PI-108	PI-109	14 + 231.500	14 + 341.329	109.83	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-109	PI-110	14 + 388.909	14 + 455.196	66.29	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-110	PI-111	14 + 482.224	14 + 597.238	115.01	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-111	PI-112	14 + 625.378	14 + 691.415	66.04	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-112	PI-113	14 + 731.771	14 + 764.950	33.18	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-113	PI-114	14 + 796.373	14 + 839.308	42.94	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-114	PI-115	14 + 878.045	15 + 038.123	160.08	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-115	PI-116	15 + 095.028	15 + 264.440	169.41	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-116	PI-117	15 + 311.835	15 + 377.852	66.02	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-117	PI-118	15 + 426.595	15 + 767.350	340.76	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-118	PI-119	15 + 823.138	15 + 963.995	140.86	O	111	668	Cumple	Cumple
PI-119	PI-120	15 + 997.610	16 + 077.731	80.12	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-120	PI-121	16 + 134.149	16 + 157.592	23.44	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-121	PI-122	16 + 190.977	16 + 302.972	111.99	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-122	PI-123	16 + 335.842	16 + 443.617	107.77	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-123	PI-124	16 + 484.105	16 + 535.981	51.88	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-124	PI-125	16 + 582.459	16 + 628.944	46.49	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-125	PI-126	16 + 672.417	16 + 712.081	39.66	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-126	PI-127	16 + 748.062	16 + 863.447	115.38	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-127	PI-128	16 + 903.033	16 + 943.331	40.30	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-128	PI-129	16 + 978.013	17 + 126.280	148.27	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-129	PI-130	17 + 168.214	17 + 196.463	28.25	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-130	PI-131	17 + 230.856	17 + 247.754	16.90	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-131	PI-132	17 + 289.118	17 + 331.797	42.68	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-132	PI-133	17 + 374.371	17 + 401.227	26.86	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-133	PI-134	17 + 428.460	17 + 444.297	15.84	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-134	PI-135	17 + 459.785	17 + 546.220	86.44	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-135	PI-136	17 + 585.106	17 + 616.809	31.70	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-136	PI-137	17 + 657.697	17 + 705.054	47.36	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-137	PI-138	17 + 764.386	17 + 834.879	70.49	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-138	PI-139	17 + 876.324	17 + 976.086	99.76	O	111	668	No cumple	Cumple
PI-139	PI-140	18 + 020.559	18 + 128.991	108.43	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-140	PI-141	18 + 159.756	18 + 203.352	43.60	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-141	PI-142	18 + 238.448	18 + 298.436	59.99	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-142	PI-143	18 + 342.034	18 + 396.118	54.08	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-143	PI-144	18 + 428.913	18 + 476.006	47.09	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-144	PI-145	18 + 513.157	18 + 547.628	34.47	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-145	PI-146	18 + 576.067	18 + 624.172	48.10	S	56	668	No cumple	Cumple
PI-146	PI-147	18 + 666.060	18 + 771.844	105.78	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-147	PI-148	18 + 839.024	18 + 942.496	103.47	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-148	PI-149	18 + 966.931	19 + 102.626	135.70	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-149	PI-150	19 + 156.702	19 + 264.489	107.79	S	56	668	Cumple	Cumple

PI-150	PI-151	19 + 295.401	19 + 542.481	247.08	S	56	668	Cumple	Cumple
PI-151	PI-152	19 + 595.385	19 + 639.794	80.63	S	56	668	Cumple	Cumple

Nota: El análisis de las tangentes evidencia una alta frecuencia de longitudes menores al L_{min} normativo, lo que reduce la transición adecuada entre curvas, aunque no se registran excedencias del L_{max} , manteniéndose el trazado dentro de los límites superiores permisibles.

Radio mínimo

Según el manual DG-2018, el radio mínimo que corresponde a una velocidad de diseño de 40km/h es de 45m. En base a ello, se ha verificado que el 14% de las curvas evaluadas, no cumple con tal condición.

Curva	v=40 Km/h	
	N° de Curva	%
Cumple	132	86%
No Cumple	21	14%
Total	153	100%

Tabla 12

Verificación de R_{min} para $V=40$ Km/h

Curva		v=40 Km/h	
N° PI	Radio (m)	R_{min} (m)	Verificación
PI-1	80.00	45	Cumple
PI-2	270.00	45	Cumple
PI-3	60.00	45	Cumple
PI-4	60.00	45	Cumple
PI-5	125.00	45	Cumple
PI-6	130.00	45	Cumple
PI-7	281.00	45	Cumple
PI-8	300.00	45	Cumple
PI-9	147.00	45	Cumple
PI-10	385.00	45	Cumple
PI-11	470.00	45	Cumple
PI-12	67.00	45	Cumple
PI-13	70.00	45	Cumple
PI-14	180.00	45	Cumple

PI-15	150.00	45	Cumple
PI-16	235.00	45	Cumple
PI-17	75.00	45	Cumple
PI-18	110.00	45	Cumple
PI-19	130.00	45	Cumple
PI-20	74.00	45	Cumple
PI-21	55.00	45	Cumple
PI-22	60.00	45	Cumple
PI-23	86.00	45	Cumple
PI-24	50.00	45	Cumple
PI-25	60.00	45	Cumple
PI-26	80.00	45	Cumple
PI-27	39.00	45	No Cumple
PI-28	96.00	45	Cumple
PI-29	40.00	45	No Cumple
PI-30	80.00	45	Cumple
PI-31	67.00	45	Cumple
PI-32	100.00	45	Cumple
PI-33	47.00	45	Cumple
PI-34	50.00	45	Cumple
PI-35	90.00	45	Cumple
PI-36	66.00	45	Cumple
PI-37	80.00	45	Cumple
PI-38	270.00	45	Cumple
PI-39	80.00	45	Cumple
PI-40	80.00	45	Cumple
PI-41	68.00	45	Cumple
PI-42	60.00	45	Cumple
PI-43	46.00	45	Cumple
PI-44	53.00	45	Cumple
PI-45	54.00	45	Cumple
PI-46	40.00	45	No Cumple
PI-47	40.00	45	No Cumple
PI-48	225.00	45	Cumple
PI-49	180.00	45	Cumple
PI-50	150.00	45	Cumple
PI-51	120.00	45	Cumple
PI-52	200.00	45	Cumple
PI-53	72.00	45	Cumple
PI-54	40.00	45	No Cumple
PI-55	60.00	45	Cumple
PI-56	14.32	45	No Cumple
PI-57	14.22	45	No Cumple
PI-58	14.15	45	No Cumple
PI-59	14.15	45	No Cumple
PI-60	100.00	45	Cumple

PI-61	100.00	45	Cumple
PI-62	300.00	45	Cumple
PI-63	170.00	45	Cumple
PI-64	100.00	45	Cumple
PI-65	130.00	45	Cumple
PI-66	400.00	45	Cumple
PI-67	300.00	45	Cumple
PI-68	30.00	45	No Cumple
PI-69	80.00	45	Cumple
PI-70	80.00	45	Cumple
PI-71	50.00	45	Cumple
PI-72	180.00	45	Cumple
PI-73	14.78	45	No Cumple
PI-74	14.07	45	No Cumple
PI-75	80.00	45	Cumple
PI-76	14.29	45	No Cumple
PI-77	13.07	45	No Cumple
PI-78	200.00	45	Cumple
PI-79	90.00	45	Cumple
PI-80	90.00	45	Cumple
PI-81	70.00	45	Cumple
PI-82	260.00	45	Cumple
PI-83	300.00	45	Cumple
PI-84	80.00	45	Cumple
PI-85	70.00	45	Cumple
PI-86	80.00	45	Cumple
PI-87	130.00	45	Cumple
PI-88	100.00	45	Cumple
PI-89	380.00	45	Cumple
PI-90	400.00	45	Cumple
PI-91	400.00	45	Cumple
PI-92	180.00	45	Cumple
PI-93	180.00	45	Cumple
PI-94	90.00	45	Cumple
PI-95	120.00	45	Cumple
PI-96	70.00	45	Cumple
PI-97	80.00	45	Cumple
PI-98	100.00	45	Cumple
PI-99	70.00	45	Cumple
PI-100	250.00	45	Cumple
PI-101	100.00	45	Cumple
PI-102	200.00	45	Cumple
PI-103	80.00	45	Cumple
PI-104	80.00	45	Cumple
PI-105	300.00	45	Cumple
PI-106	100.00	45	Cumple

PI-107	500.00	45	Cumple
PI-108	200.00	45	Cumple
PI-109	350.00	45	Cumple
PI-110	500.00	45	Cumple
PI-111	120.00	45	Cumple
PI-112	80.00	45	Cumple
PI-113	150.00	45	Cumple
PI-114	90.00	45	Cumple
PI-115	150.00	45	Cumple
PI-116	400.00	45	Cumple
PI-117	200.00	45	Cumple
PI-118	80.00	45	Cumple
PI-119	120.00	45	Cumple
PI-120	60.00	45	Cumple
PI-121	40.00	45	No Cumple
PI-122	400.00	45	Cumple
PI-123	110.00	45	Cumple
PI-124	60.00	45	Cumple
PI-125	150.00	45	Cumple
PI-126	80.00	45	Cumple
PI-127	50.00	45	Cumple
PI-128	80.00	45	Cumple
PI-129	120.00	45	Cumple
PI-130	200.00	45	Cumple
PI-131	200.00	45	Cumple
PI-132	80.00	45	Cumple
PI-133	26.00	45	No Cumple
PI-134	30.00	45	No Cumple
PI-135	120.00	45	Cumple
PI-136	80.00	45	Cumple
PI-137	100.00	45	Cumple
PI-138	120.00	45	Cumple
PI-139	40.00	45	No Cumple
PI-140	80.00	45	Cumple
PI-141	80.00	45	Cumple
PI-142	80.00	45	Cumple
PI-143	60.00	45	Cumple
PI-144	30.00	45	No Cumple
PI-145	25.00	45	No Cumple
PI-146	300.00	45	Cumple
PI-147	150.00	45	Cumple
PI-148	300.00	45	Cumple
PI-149	150.00	45	Cumple
PI-150	400.00	45	Cumple
PI-151	30.00	45	No Cumple
PI-152	300.00	45	Cumple

Nota: La verificación de radios para $v = 40$ km/h indica que la mayoría de las curvas cumple con el radio mínimo normativo ($R_{\min} = 45$ m); sin embargo, se identifican curvas puntuales con radios inferiores al mínimo, las cuales constituyen deficiencias geométricas localizadas que requieren corrección para garantizar condiciones adecuadas de seguridad vial.

Curva de transición

Según el manual DG-2018, se especifica que para una velocidad de diseño igual a 40km/h, se puede prescindir de curva de transición; siempre y cuando el radio sea superior a 150m. En base a ello, se verificó que sólo en un 31% de curvas se puede prescindir de curvas de transición.

Curva	v=40 Km/h	
	N° de Curva	%
Prescindir	47	31%
No Prescindir	106	69%
Total	153	100%

Tabla 13

Verificación de la necesidad de curvas de Transición

Curva		v=40 Km/h	
Nº PI	RADIO (m)	Radio Limite (m)	Verificación
PI-1	80.00	150	No Prescindir
PI-2	270.00	150	Prescindir
PI-3	60.00	150	No Prescindir
PI-4	60.00	150	No Prescindir
PI-5	125.00	150	No Prescindir
PI-6	130.00	150	No Prescindir
PI-7	281.00	150	Prescindir
PI-8	300.00	150	Prescindir
PI-9	147.00	150	No Prescindir
PI-10	385.00	150	Prescindir
PI-11	470.00	150	Prescindir
PI-12	67.00	150	No Prescindir

PI-13	70.00	150	No Prescindir
PI-14	180.00	150	Prescindir
PI-15	150.00	150	Prescindir
PI-16	235.00	150	Prescindir
PI-17	75.00	150	No Prescindir
PI-18	110.00	150	No Prescindir
PI-19	130.00	150	No Prescindir
PI-20	74.00	150	No Prescindir
PI-21	55.00	150	No Prescindir
PI-22	60.00	150	No Prescindir
PI-23	86.00	150	No Prescindir
PI-24	50.00	150	No Prescindir
PI-25	60.00	150	No Prescindir
PI-26	80.00	150	No Prescindir
PI-27	39.00	150	No Prescindir
PI-28	96.00	150	No Prescindir
PI-29	40.00	150	No Prescindir
PI-30	80.00	150	No Prescindir
PI-31	67.00	150	No Prescindir
PI-32	100.00	150	No Prescindir
PI-33	47.00	150	No Prescindir
PI-34	50.00	150	No Prescindir
PI-35	90.00	150	No Prescindir
PI-36	66.00	150	No Prescindir
PI-37	80.00	150	No Prescindir
PI-38	270.00	150	Prescindir
PI-39	80.00	150	No Prescindir
PI-40	80.00	150	No Prescindir
PI-41	68.00	150	No Prescindir
PI-42	60.00	150	No Prescindir
PI-43	46.00	150	No Prescindir
PI-44	53.00	150	No Prescindir
PI-45	54.00	150	No Prescindir
PI-46	40.00	150	No Prescindir
PI-47	40.00	150	No Prescindir
PI-48	225.00	150	Prescindir
PI-49	180.00	150	Prescindir
PI-50	150.00	150	Prescindir
PI-51	120.00	150	No Prescindir
PI-52	200.00	150	Prescindir
PI-53	72.00	150	No Prescindir
PI-54	40.00	150	No Prescindir
PI-55	60.00	150	No Prescindir
PI-56	14.32	150	No Prescindir
PI-57	14.22	150	No Prescindir
PI-58	14.15	150	No Prescindir

PI-59	14.15	150	No Prescindir
PI-60	100.00	150	No Prescindir
PI-61	100.00	150	No Prescindir
PI-62	300.00	150	Prescindir
PI-63	170.00	150	Prescindir
PI-64	100.00	150	No Prescindir
PI-65	130.00	150	No Prescindir
PI-66	400.00	150	Prescindir
PI-67	300.00	150	Prescindir
PI-68	30.00	150	No Prescindir
PI-69	80.00	150	No Prescindir
PI-70	80.00	150	No Prescindir
PI-71	50.00	150	No Prescindir
PI-72	180.00	150	Prescindir
PI-73	14.78	150	No Prescindir
PI-74	14.07	150	No Prescindir
PI-75	80.00	150	No Prescindir
PI-76	14.29	150	No Prescindir
PI-77	13.07	150	No Prescindir
PI-78	200.00	150	Prescindir
PI-79	90.00	150	No Prescindir
PI-80	90.00	150	No Prescindir
PI-81	70.00	150	No Prescindir
PI-82	260.00	150	Prescindir
PI-83	300.00	150	Prescindir
PI-84	80.00	150	No Prescindir
PI-85	70.00	150	No Prescindir
PI-86	80.00	150	No Prescindir
PI-87	130.00	150	No Prescindir
PI-88	100.00	150	No Prescindir
PI-89	380.00	150	Prescindir
PI-90	400.00	150	Prescindir
PI-91	400.00	150	Prescindir
PI-92	180.00	150	Prescindir
PI-93	180.00	150	Prescindir
PI-94	90.00	150	No Prescindir
PI-95	120.00	150	No Prescindir
PI-96	70.00	150	No Prescindir
PI-97	80.00	150	No Prescindir
PI-98	100.00	150	No Prescindir
PI-99	70.00	150	No Prescindir
PI-100	250.00	150	Prescindir
PI-101	100.00	150	No Prescindir
PI-102	200.00	150	Prescindir
PI-103	80.00	150	No Prescindir
PI-104	80.00	150	No Prescindir

PI-105	300.00	150	Prescindir
PI-106	100.00	150	No Prescindir
PI-107	500.00	150	Prescindir
PI-108	200.00	150	Prescindir
PI-109	350.00	150	Prescindir
PI-110	500.00	150	Prescindir
PI-111	120.00	150	No Prescindir
PI-112	80.00	150	No Prescindir
PI-113	150.00	150	Prescindir
PI-114	90.00	150	No Prescindir
PI-115	150.00	150	Prescindir
PI-116	400.00	150	Prescindir
PI-117	200.00	150	Prescindir
PI-118	80.00	150	No Prescindir
PI-119	120.00	150	No Prescindir
PI-120	60.00	150	No Prescindir
PI-121	40.00	150	No Prescindir
PI-122	400.00	150	Prescindir
PI-123	110.00	150	No Prescindir
PI-124	60.00	150	No Prescindir
PI-125	150.00	150	Prescindir
PI-126	80.00	150	No Prescindir
PI-127	50.00	150	No Prescindir
PI-128	80.00	150	No Prescindir
PI-129	120.00	150	No Prescindir
PI-130	200.00	150	Prescindir
PI-131	200.00	150	Prescindir
PI-132	80.00	150	No Prescindir
PI-133	26.00	150	No Prescindir
PI-134	30.00	150	No Prescindir
PI-135	120.00	150	No Prescindir
PI-136	80.00	150	No Prescindir
PI-137	100.00	150	No Prescindir
PI-138	120.00	150	No Prescindir
PI-139	40.00	150	No Prescindir
PI-140	80.00	150	No Prescindir
PI-141	80.00	150	No Prescindir
PI-142	80.00	150	No Prescindir
PI-143	60.00	150	No Prescindir
PI-144	30.00	150	No Prescindir
PI-145	25.00	150	No Prescindir
PI-146	300.00	150	Prescindir
PI-147	150.00	150	Prescindir
PI-148	300.00	150	Prescindir
PI-149	150.00	150	Prescindir
PI-150	400.00	150	Prescindir

PI-151	30.00	150	No Prescindir
PI-152	300.00	150	Prescindir

Nota: La evaluación respecto al radio límite de 150 m para $v = 40$ km/h evidencia que solo las curvas con radios iguales o mayores al valor límite pueden prescindir de curva de transición, mientras que la mayoría no alcanza dicho umbral, por lo que requiere obligatoriamente curvas de transición para asegurar confort y seguridad vial.

Sobreancho

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico – DG-2018 (MTC, Perú), los vehículos de diseño considerados son:

- A: Automóvil liviano
- B2: Camión rígido de 2 ejes
- C2: Camión rígido de 3 ejes
- C3: Camión rígido de 4 ejes
- T2S1 / T2S2 / T3S2 / T3S3: Vehículos articulados (tractocamión con semirremolque)
- BUS: Ómnibus estándar

El vehículo B2 se usa frecuentemente como vehículo de control en carreteras de bajo y medio volumen, por ser representativo del tránsito pesado predominante.

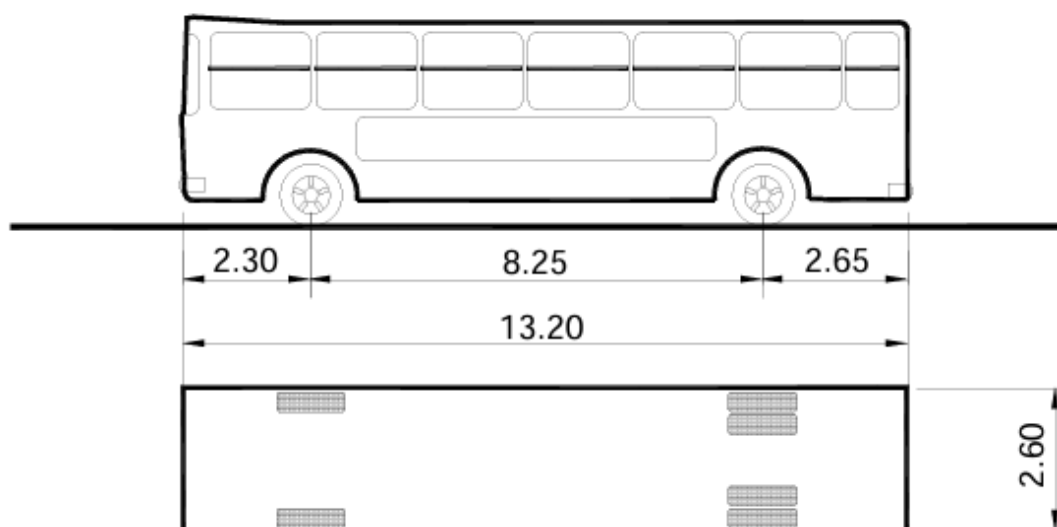
Según el manual DG-2018, se especifica que se debe cumplir un sobreancho mínimo de 40 cm en todas las curvas horizontales. Adicional a esto, también se debe cumplir un sobreancho requerido en función al vehículo de diseño, el número de carriles y la velocidad de diseño. Según la composición vehicular existente, el vehículo más representativo es en cuanto dimensiones y número, es el vehículo articulado T3S3. Sin embargo, teniendo en cuenta la recomendación del Manual de Carreteras: DG-2018, se consideró como el vehículo de diseño el de tipo rígido B2

Justificación del vehículo de diseño B2

Se seleccionó el vehículo de diseño B2 por ser representativo del tránsito pesado predominante en la carretera Pachar–Huarco, asociado al transporte de mercancías y servicios locales, y por generar las condiciones más desfavorables para el diseño geométrico (radios, sobreancho, peralte y visibilidad). Su adopción garantiza un diseño conservador y seguro, conforme al Manual de Carreteras DG-2018, asegurando la compatibilidad operativa para el resto de vehículos que circulan por la vía

Figura 26

Vehículo de diseño (B2)



Nota: La figura muestra las dimensiones del vehículo de diseño (bus), utilizadas para la verificación del sobreancho en curvas y la sección transversal, garantizando condiciones adecuadas de operación y seguridad vial.

N= 2 carriles

V = 40 km/h

L= 10.55 m

De las 153 curvas evaluadas, se ha verificado que el 8% de curvas no cumple con el sobreebancho mínimo de 0.4m y 96% de curvas no cumple con el sobreebancho requerido en función al vehículo y la velocidad de diseño.

Condición	N° Curvas Sa (min)	%	N° Curvas Sa (Calculado)	%
Cumple	141	92%	6	4%
No Cumple	12	8%	147	96%
Total	153	100%	153	100%

Tabla 14

Verificación de Sa min y Sa requerido

Curva		Datos			Sa Min (m)		v=40 Km/h	
Nº PI	RADIO (m)	Nº Carril	L (m)	Sa Existente(m)	Sa Min	Verificación	Sa requerido(m)	Verificación
PI-1	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-2	270.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.66	No Cumple
PI-3	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-4	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-5	125.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.25	No Cumple
PI-6	130.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.21	No Cumple
PI-7	281.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.63	No Cumple
PI-8	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	No Cumple
PI-9	147.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.09	No Cumple
PI-10	385.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.49	No Cumple
PI-11	470.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.42	No Cumple
PI-12	67.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.16	No Cumple
PI-13	70.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.08	No Cumple
PI-14	180.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.92	No Cumple
PI-15	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple
PI-16	235.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.73	No Cumple
PI-17	75.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.95	No Cumple
PI-18	110.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.40	No Cumple
PI-19	130.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.21	No Cumple
PI-20	74.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.98	No Cumple
PI-21	55.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.58	No Cumple
PI-22	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-23	86.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.73	No Cumple

PI-24	50.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	2.82	No Cumple
PI-25	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-26	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-27	39.00	2.00	10.55	1.80	0.40	Cumple	3.55	No Cumple
PI-28	96.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.57	No Cumple
PI-29	40.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.47	No Cumple
PI-30	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-31	67.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.16	No Cumple
PI-32	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-33	47.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	2.98	No Cumple
PI-34	50.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	2.82	No Cumple
PI-35	90.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.66	No Cumple
PI-36	66.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.19	No Cumple
PI-37	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-38	270.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.66	No Cumple
PI-39	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-40	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-41	68.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.13	No Cumple
PI-42	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-43	46.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.04	No Cumple
PI-44	53.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.67	No Cumple
PI-45	54.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.63	No Cumple
PI-46	40.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.47	No Cumple
PI-47	40.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.47	No Cumple
PI-48	225.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.76	No Cumple
PI-49	180.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.92	No Cumple
PI-50	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple
PI-51	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-52	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-53	72.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.03	No Cumple
PI-54	40.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.47	No Cumple
PI-55	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-56	14.32	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	10.33	No Cumple
PI-57	14.22	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	10.43	No Cumple
PI-58	14.15	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	10.50	No Cumple
PI-59	14.15	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	10.50	No Cumple
PI-60	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-61	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-62	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-63	170.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.96	No Cumple
PI-64	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-65	130.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.21	No Cumple
PI-66	400.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-67	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-68	30.00	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	4.56	No Cumple
PI-69	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-70	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-71	50.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	2.82	No Cumple
PI-72	180.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.92	No Cumple
PI-73	14.78	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	9.90	No Cumple
PI-74	14.07	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	10.59	No Cumple

PI-75	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-76	14.29	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	10.36	No Cumple
PI-77	13.07	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	11.82	No Cumple
PI-78	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-79	90.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.66	No Cumple
PI-80	90.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.66	No Cumple
PI-81	70.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.08	No Cumple
PI-82	260.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.68	No Cumple
PI-83	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	No Cumple
PI-84	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-85	70.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.08	No Cumple
PI-86	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-87	130.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.21	No Cumple
PI-88	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-89	380.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.50	No Cumple
PI-90	400.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-91	400.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-92	180.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.92	No Cumple
PI-93	180.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.92	No Cumple
PI-94	90.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.66	No Cumple
PI-95	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-96	70.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.08	No Cumple
PI-97	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-98	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-99	70.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.08	No Cumple
PI-100	250.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.70	No Cumple
PI-101	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-102	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-103	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-104	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-105	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-106	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-107	500.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.40	No Cumple
PI-108	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-109	350.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.53	No Cumple
PI-110	500.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.40	No Cumple
PI-111	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-112	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-113	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple
PI-114	90.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.66	No Cumple
PI-115	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple
PI-116	400.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-117	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-118	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-119	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-120	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-121	40.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.47	No Cumple
PI-122	400.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-123	110.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.40	No Cumple
PI-124	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-125	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple

PI-126	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-127	50.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	2.82	No Cumple
PI-128	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-129	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-130	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-131	200.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.84	No Cumple
PI-132	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-133	26.00	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	5.26	No Cumple
PI-134	30.00	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	4.56	No Cumple
PI-135	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-136	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-137	100.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.52	No Cumple
PI-138	120.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.29	No Cumple
PI-139	40.00	2.00	10.55	1.50	0.40	Cumple	3.47	No Cumple
PI-140	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-141	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-142	80.00	2.00	10.55	0.90	0.40	Cumple	1.84	No Cumple
PI-143	60.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	2.39	No Cumple
PI-144	30.00	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	4.56	No Cumple
PI-145	25.00	2.00	10.55	2.00	0.40	Cumple	5.47	No Cumple
PI-146	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-147	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple
PI-148	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-149	150.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	1.07	No Cumple
PI-150	400.00	2.00	10.55	0.30	0.40	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-151	30.00	2.00	10.55	1.20	0.40	Cumple	4.56	No Cumple
PI-152	300.00	2.00	10.55	0.60	0.40	Cumple	0.60	Cumple

Nota: Para $v=40$ km/h el sobreancho existente cumple el mínimo normativo en la mayoría de curvas; sin embargo, el sobreancho requerido no se satisface en casi todos los PI, evidenciando insuficiencia geométrica, especialmente en radios pequeños, por lo que se requieren ajustes de calzada o control operativo.

Peralte

Según el manual DG-2018, para una velocidad de 40km/h, no se considera peralte en las curvas horizontales; siempre en cuando tenga un radio mayor o igual a 3500m. Además, para velocidades entre 40 y 100 km/h es posible considerar un peralte mínimo de 2%; siempre en cuando el radio de curvatura este entre 2500m y 3500m. El peralte máximo normal para una zona rural de terreno accidentado o escarpado es de 8%.

Teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas; se ha verificado que el 100% de curvas requieren de peralte y ninguna es apta para considerar un peralte mínimo de 2%. Además, el 86% cumple con la condición de peralte máximo de 8%.

Condición	Necesidad de Peralte	Pmin	%	Pmax	%
Cumple	0	0	0%	131	86%
No Cumple	153	153	100%	22	14%
Total	153	153	100%	153	100%

Tabla 15

Verificación de Necesidad de Peralte, Pmin y Pmax

Curva			Peralte			Verificación
Nº PI	Radio (m)	Peralte (%)	Necesidad de Peralte	Pmin (2%)	Pmax (%)	
PI-0	0	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-1	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-2	270	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-3	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-4	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-5	125	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-6	130	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-7	281	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-8	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-9	147	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-10	385	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-11	470	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-12	67	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-13	70	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-14	180	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-15	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-16	235	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-17	75	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-18	110	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-19	130	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-20	74	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-21	55	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-22	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-23	86	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-24	50	6	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple

PI-25	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-26	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-27	39	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-28	96	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-29	40	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-30	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-31	67	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-32	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-33	47	7	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-34	50	6	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-35	90	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-36	66	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-37	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-38	270	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-39	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-40	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-41	68	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-42	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-43	46	7	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-44	53	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-45	54	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-46	40	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-47	40	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-48	225	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-49	180	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-50	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-51	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-52	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-53	72	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-54	40	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-55	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-56	14.32	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-57	14.22	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-58	14.15	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-59	14.15	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-60	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-61	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-62	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-63	170	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-64	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-65	130	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-66	400	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-67	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-68	30	9	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-69	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-70	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple

PI-71	50	6	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-72	180	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-73	14.775	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-74	14.07	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-75	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-76	14.29	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-77	13.07	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-78	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-79	90	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-80	90	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-81	70	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-82	260	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-83	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-84	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-85	70	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-86	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-87	130	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-88	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-89	380	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-90	400	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-91	400	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-92	180	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-93	180	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-94	90	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-95	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-96	70	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-97	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-98	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-99	70	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-100	250	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-101	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-102	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-103	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-104	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-105	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-106	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-107	500	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-108	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-109	350	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-110	500	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-111	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-112	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-113	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-114	90	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-115	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-116	400	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple

PI-117	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-118	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-119	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-120	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-121	40	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-122	400	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-123	110	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-124	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-125	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-126	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-127	50	6	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-128	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-129	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-130	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-131	200	3	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-132	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-133	26	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-134	30	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-135	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-136	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-137	100	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-138	120	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-139	40	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-140	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-141	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-142	80	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-143	60	5	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-144	30	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-145	25	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-146	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-147	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-148	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-149	150	4	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-150	400	0	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple
PI-151	30	8	Requiere Peralte	No apta	8	No Cumple
PI-152	300	2	Requiere Peralte	No apta	8	Cumple

Nota: Para $v=40$ km/h la mayoría de curvas requiere peralte y se mantiene dentro del límite máximo permitido (8%); no obstante, en curvas de radio muy reducido se presentan casos de no cumplimiento, lo que evidencia condiciones geométricas críticas que requieren corrección o medidas operativas de seguridad.

Distancia de visibilidad

Distancia de visibilidad de parada

Para determinar la distancia de visibilidad de parada se utilizará la ecuación 2 indicada por el (MTC, 2018) para tramos con pendientes longitudinales mayores al 3%:

Para determinar dicha distancia se tiene parámetros como:

Tp: tiempo de percepción el cual es indicado por (MTC, 2018) que debe de ser 2.5 segundos

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

A continuación, se realizó el cálculo de una distancia y para las demás se procederá a hacer el cálculo de la misma manera La distancia existente estará dada por la diferencia de progresivas final e inicial

Progresivo inicio: 0+000.00

Progresiva final: 0+ 097.052

Distancia existente = 0+ 097.052 - 0+000.00 = 97.05 m

La distancia de parada por norma se calculará así

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

d: distancia de frenado en m.

a: aceleración en m/s²

i: pendiente longitudinal en tanto por uno.

+i: Subidas respecto al sentido de circulación

-i: bajadas respecto al sentido de circulación.

$$Dp = 0.278 * 40 * 2.5 + \frac{40^2}{254 * \left(\left(\frac{3.4}{9.81} \right) + 0 \right)}$$

$$Dp = 45.98$$

Los datos que se mantendrán constantes para el cálculo los siguientes:

V diseño = 40km/h

tp = 2.5 s

a = 3.4 m/s²

Según el manual DG-2018, la distancia de visibilidad +i: Subidas respecto al sentido de circulación correspondiente a una velocidad de diseño de 40km/h. En base a ello, se ha verificado que el 14% no cumple con tal condición.

Condición	Distancia de Parada	
	Nº de Tramos	%
Cumple	132	86%
No Cumple	21	14%
Total	153	100%

Tabla 16

Verificación de +i: Subida Respecto al Sentido de Circulación

Progresiva		Pendiente (%)	Distancia de Parada		Verificación
Progresiva Inicio	Progresiva Fin		Dp Existente	Dp Normal	
0 + 000.000	0 + 097.052	0	97.0520	45.98	Cumple
0 + 174.862	0 + 356.756	5	181.8940	28.98	Cumple
0 + 411.185	0 + 454.032	2	42.8470	30.48	Cumple
0 + 504.176	0 + 536.811	5	32.6350	28.98	Cumple
0 + 566.135	0 + 642.436	5	76.3010	28.98	Cumple
0 + 721.055	0 + 954.097	4	233.0420	29.25	Cumple
1 + 004.731	1 + 060.851	4	56.1200	29.25	Cumple
1 + 113.655	1 + 303.501	2	189.8460	30.48	Cumple
1 + 448.610	1 + 582.696	2	134.0860	30.48	Cumple
1 + 600.656	1 + 925.039	4	324.3830	29.25	Cumple
1 + 983.854	2 + 111.498	2	127.6440	30.48	Cumple
2 + 171.608	2 + 496.465	0	324.8570	45.98	Cumple
2 + 529.724	2 + 566.008	5	36.2840	28.98	Cumple
2 + 634.333	2 + 667.659	5	33.3260	28.98	Cumple
2 + 726.494	2 + 790.168	3	63.6740	29.68	Cumple
2 + 863.443	2 + 931.345	4	67.9020	29.25	Cumple
3 + 006.904	3 + 109.436	3	102.5320	29.68	Cumple
3 + 124.347	3 + 239.153	5	114.8060	28.98	Cumple
3 + 296.504	3 + 327.270	4	30.7660	29.25	Cumple

3 + 377.508	3 + 445.294	4	67.7860	29.25	Cumple
3 + 474.968	3 + 523.157	5	48.1890	28.98	Cumple
3 + 569.346	3 + 633.527	5	64.1810	28.98	Cumple
3 + 666.816	3 + 734.284	5	67.4680	28.98	Cumple
3 + 788.845	3 + 853.969	5	65.1240	28.98	Cumple
3 + 898.724	3 + 965.347	6	66.6230	28.79	Cumple
4 + 021.046	4 + 038.859	5	17.8130	28.98	No Cumple
4 + 076.430	4 + 156.209	5	79.7790	28.98	Cumple
4 + 166.839	4 + 211.434	8	44.5950	28.55	Cumple
4 + 261.430	4 + 317.482	5	56.0520	28.98	Cumple
4 + 336.140	4 + 355.765	8	19.6250	28.55	No Cumple
4 + 435.518	4 + 495.131	5	59.6130	28.98	Cumple
4 + 525.171	4 + 563.727	5	38.5560	28.98	Cumple
4 + 613.401	4 + 637.495	5	24.0940	28.98	No Cumple
4 + 655.202	4 + 697.611	7	42.4090	28.66	Cumple
4 + 720.710	4 + 799.394	6	78.6840	28.79	Cumple
4 + 873.596	4 + 900.649	5	27.0530	28.98	No Cumple
4 + 932.509	4 + 963.215	5	30.7060	28.98	Cumple
5 + 014.919	5 + 069.556	5	54.6370	28.98	Cumple
5 + 122.151	5 + 410.094	2	287.9430	30.48	Cumple
5 + 421.846	5 + 553.984	5	132.1380	28.98	Cumple
5 + 643.997	5 + 692.172	5	48.1750	28.98	Cumple
5 + 769.005	5 + 832.589	5	63.5840	28.98	Cumple
5 + 856.367	5 + 930.157	5	73.7900	28.98	Cumple
5 + 959.111	5 + 988.979	7	29.8680	28.66	Cumple
6 + 025.397	6 + 044.650	5	19.2530	28.98	No Cumple
6 + 077.503	6 + 088.419	5	10.9160	28.98	No Cumple
6 + 109.814	6 + 119.715	8	9.9010	28.55	No Cumple
6 + 141.425	6 + 185.145	8	43.7200	28.55	Cumple
6 + 210.911	6 + 411.426	3	200.5150	29.68	Cumple
6 + 465.470	6 + 486.462	3	20.9920	29.68	No Cumple
6 + 523.542	6 + 545.933	4	22.3910	29.25	No Cumple
6 + 585.750	6 + 652.406	4	66.6560	29.25	Cumple
6 + 696.097	6 + 933.795	3	237.6980	29.68	Cumple
6 + 976.454	7 + 005.473	5	29.0190	28.98	Cumple
7 + 046.182	7 + 062.805	8	16.6230	28.55	No Cumple
7 + 104.100	7 + 364.967	5	260.8670	28.98	Cumple
7 + 387.515	7 + 387.519	8	0.0040	28.55	No Cumple
7 + 408.938	7 + 511.291	8	102.3530	28.55	Cumple
7 + 533.592	7 + 533.604	8	0.0120	28.55	No Cumple
7 + 556.506	7 + 612.642	8	56.1360	28.55	Cumple
7 + 652.843	7 + 704.696	5	51.8530	28.98	Cumple
7 + 730.575	7 + 796.984	5	66.4090	28.98	Cumple
7 + 850.158	7 + 945.175	2	95.0170	30.48	Cumple
7 + 991.510	8 + 048.337	3	56.8270	29.68	Cumple
8 + 082.522	8 + 135.923	5	53.4010	28.98	Cumple
8 + 178.913	8 + 284.723	4	105.8100	29.25	Cumple

8 + 366.928	8 + 457.865	0	90.9370	45.98	Cumple
8 + 535.983	8 + 702.969	2	166.9860	30.48	Cumple
8 + 732.084	8 + 778.430	9	46.3460	28.47	Cumple
8 + 800.037	8 + 846.286	5	46.2490	28.98	Cumple
8 + 881.844	8 + 902.294	5	20.4500	28.98	No Cumple
8 + 932.701	9 + 095.124	6	162.4230	28.79	Cumple
9 + 173.219	9 + 223.848	3	50.6290	29.68	Cumple
9 + 247.170	9 + 247.178	8	0.0080	28.55	No Cumple
9 + 269.364	9 + 347.211	8	77.8470	28.55	Cumple
9 + 378.278	9 + 440.889	5	62.6110	28.98	Cumple
9 + 463.654	9 + 463.657	8	0.0030	28.55	No Cumple
9 + 485.668	9 + 523.099	8	37.4310	28.55	Cumple
9 + 540.407	9 + 659.310	3	118.9030	29.68	Cumple
9 + 696.311	9 + 733.265	5	36.9540	28.98	Cumple
9 + 803.650	9 + 985.704	5	182.0540	28.98	Cumple
10 + 023.632	10 + 109.800	5	86.1680	28.98	Cumple
10 + 151.183	10 + 248.552	2	97.3690	30.48	Cumple
10 + 293.058	10 + 367.442	2	74.3840	30.48	Cumple
10 + 411.401	10 + 471.939	5	60.5380	28.98	Cumple
10 + 549.498	10 + 631.912	5	82.4140	28.98	Cumple
10 + 680.029	10 + 815.286	5	135.2570	28.98	Cumple
10 + 855.118	10 + 900.865	4	45.7470	29.25	Cumple
10 + 946.244	11 + 061.546	5	115.3020	28.98	Cumple
11 + 089.383	11 + 376.073	2	286.6900	30.48	Cumple
11 + 426.008	11 + 484.201	0	58.1930	45.98	Cumple
11 + 554.208	11 + 671.498	0	117.2900	45.98	Cumple
11 + 736.887	11 + 802.239	3	65.3520	29.68	Cumple
11 + 849.643	12 + 000.385	3	150.7420	29.68	Cumple
12 + 047.482	12 + 210.597	5	163.1150	28.98	Cumple
12 + 241.722	12 + 405.225	4	163.5030	29.25	Cumple
12 + 462.694	12 + 512.944	5	50.2500	28.98	Cumple
12 + 561.258	12 + 694.022	5	132.7640	28.98	Cumple
12 + 746.125	12 + 813.515	5	67.3900	28.98	Cumple
12 + 851.385	12 + 918.980	5	67.5950	28.98	Cumple
13 + 013.494	13 + 254.349	3	240.8550	29.68	Cumple
13 + 286.327	13 + 350.864	5	64.5370	28.98	Cumple
13 + 384.336	13 + 434.898	3	50.5620	29.68	Cumple
13 + 484.000	13 + 641.658	5	157.6580	28.98	Cumple
13 + 707.550	13 + 733.856	5	26.3060	28.98	No Cumple
13 + 814.636	13 + 854.893	2	40.2570	30.48	Cumple
13 + 895.884	14 + 044.582	5	148.6980	28.98	Cumple
14 + 084.337	14 + 176.697	0	92.3600	45.98	Cumple
14 + 231.500	14 + 341.329	3	109.8290	29.68	Cumple
14 + 388.909	14 + 455.196	2	66.2870	30.48	Cumple
14 + 482.224	14 + 597.238	0	115.0140	45.98	Cumple
14 + 625.378	14 + 691.415	4	66.0370	29.25	Cumple
14 + 731.771	14 + 764.950	5	33.1790	28.98	Cumple

14 + 796.373	14 + 839.308	4	42.9350	29.25	Cumple
14 + 878.045	15 + 038.123	5	160.0780	28.98	Cumple
15 + 095.028	15 + 264.440	4	169.4120	29.25	Cumple
15 + 311.835	15 + 377.852	0	66.0170	45.98	Cumple
15 + 426.595	15 + 767.350	3	340.7550	29.68	Cumple
15 + 823.138	15 + 963.995	5	140.8570	28.98	Cumple
15 + 997.610	16 + 077.731	4	80.1210	29.25	Cumple
16 + 134.149	16 + 157.592	5	23.4430	28.98	No Cumple
16 + 190.977	16 + 302.972	8	111.9950	28.55	Cumple
16 + 335.842	16 + 443.617	0	107.7750	45.98	Cumple
16 + 484.105	16 + 535.981	4	51.8760	29.25	Cumple
16 + 582.459	16 + 628.944	5	46.4850	28.98	Cumple
16 + 672.417	16 + 712.081	4	39.6640	29.25	Cumple
16 + 748.062	16 + 863.447	5	115.3850	28.98	Cumple
16 + 903.033	16 + 943.331	6	40.2980	28.79	Cumple
16 + 978.013	17 + 126.280	5	148.2670	28.98	Cumple
17 + 168.214	17 + 196.463	4	28.2490	29.25	No Cumple
17 + 230.856	17 + 247.754	3	16.8980	29.68	No Cumple
17 + 289.118	17 + 331.797	3	42.6790	29.68	Cumple
17 + 374.371	17 + 401.227	5	26.8560	28.98	No Cumple
17 + 428.460	17 + 444.297	8	15.8370	28.55	No Cumple
17 + 459.785	17 + 546.220	8	86.4350	28.55	Cumple
17 + 585.106	17 + 616.809	4	31.7030	29.25	Cumple
17 + 657.697	17 + 705.054	5	47.3570	28.98	Cumple
17 + 764.386	17 + 834.879	5	70.4930	28.98	Cumple
17 + 876.324	17 + 976.086	4	99.7620	29.25	Cumple
18 + 020.559	18 + 128.991	8	108.4320	28.55	Cumple
18 + 159.756	18 + 203.352	5	43.5960	28.98	Cumple
18 + 238.448	18 + 298.436	5	59.9880	28.98	Cumple
18 + 342.034	18 + 396.118	5	54.0840	28.98	Cumple
18 + 428.913	18 + 476.006	5	47.0930	28.98	Cumple
18 + 513.157	18 + 547.628	8	34.4710	28.55	Cumple
18 + 576.067	18 + 624.172	8	48.1050	28.55	Cumple
18 + 666.060	18 + 771.844	2	105.7840	30.48	Cumple
18 + 839.024	18 + 942.496	4	103.4720	29.25	Cumple
18 + 966.931	19 + 102.626	2	135.6950	30.48	Cumple
19 + 156.702	19 + 264.489	4	107.7870	29.25	Cumple
19 + 295.401	19 + 542.481	0	247.0800	45.98	Cumple
19 + 595.385	19 + 639.794	8	44.4090	28.55	Cumple

Nota: La evaluación de la distancia de parada para $V = 40$ km/h muestra cumplimiento general de los criterios normativos; sin embargo, se presentan incumplimientos puntuales en tramos cortos con pendientes elevadas, que requieren medidas correctivas de seguridad vial.

Según el manual DG-2018, la distancia de visibilidad -i: bajada respecto al sentido de circulación correspondiente a una velocidad de diseño de 40km/h. En base a ello, se ha verificado que el 11% no cumple con tal condición.

Condición	Distancia de Parada	
	N° de Tramos	%
Cumple	136	89%
No Cumple	17	11%
Total	153	100%

Tabla 17

Verificación de -i: Bajada Respecto al Sentido de Circulación

Progresiva		Pendiente (%)	Distancia de Parada		Verificación
Progresiva Inicio	Progresiva Fin		Dp Existente	Dp Normal	
0 + 000.000	0 + 097.052	0	97.0520	45.98	Cumple
0 + 174.862	0 + 356.756	-5	181.8940	26.45	Cumple
0 + 411.185	0 + 454.032	-2	42.8470	23.99	Cumple
0 + 504.176	0 + 536.811	-5	32.6350	26.45	Cumple
0 + 566.135	0 + 642.436	-5	76.3010	26.45	Cumple
0 + 721.055	0 + 954.097	-4	233.0420	26.08	Cumple
1 + 004.731	1 + 060.851	-4	56.1200	26.08	Cumple
1 + 113.655	1 + 303.501	-2	189.8460	23.99	Cumple
1 + 448.610	1 + 582.696	-2	134.0860	23.99	Cumple
1 + 600.656	1 + 925.039	-4	324.3830	26.08	Cumple
1 + 983.854	2 + 111.498	-2	127.6440	23.99	Cumple
2 + 171.608	2 + 496.465	0	324.8570	45.98	Cumple
2 + 529.724	2 + 566.008	-5	36.2840	26.45	Cumple
2 + 634.333	2 + 667.659	-5	33.3260	26.45	Cumple
2 + 726.494	2 + 790.168	-3	63.6740	25.43	Cumple
2 + 863.443	2 + 931.345	-4	67.9020	26.08	Cumple
3 + 006.904	3 + 109.436	-3	102.5320	25.43	Cumple
3 + 124.347	3 + 239.153	-5	114.8060	26.45	Cumple
3 + 296.504	3 + 327.270	-4	30.7660	26.08	Cumple
3 + 377.508	3 + 445.294	-4	67.7860	26.08	Cumple
3 + 474.968	3 + 523.157	-5	48.1890	26.45	Cumple
3 + 569.346	3 + 633.527	-5	64.1810	26.45	Cumple
3 + 666.816	3 + 734.284	-5	67.4680	26.45	Cumple
3 + 788.845	3 + 853.969	-5	65.1240	26.45	Cumple
3 + 898.724	3 + 965.347	-6	66.6230	26.69	Cumple

4 + 021.046	4 + 038.859	-5	17.8130	26.45	No Cumple
4 + 076.430	4 + 156.209	-5	79.7790	26.45	Cumple
4 + 166.839	4 + 211.434	-8	44.5950	26.98	Cumple
4 + 261.430	4 + 317.482	-5	56.0520	26.45	Cumple
4 + 336.140	4 + 355.765	-8	19.6250	26.98	No Cumple
4 + 435.518	4 + 495.131	-5	59.6130	26.45	Cumple
4 + 525.171	4 + 563.727	-5	38.5560	26.45	Cumple
4 + 613.401	4 + 637.495	-5	24.0940	26.45	No Cumple
4 + 655.202	4 + 697.611	-7	42.4090	26.85	Cumple
4 + 720.710	4 + 799.394	-6	78.6840	26.69	Cumple
4 + 873.596	4 + 900.649	-5	27.0530	26.45	Cumple
4 + 932.509	4 + 963.215	-5	30.7060	26.45	Cumple
5 + 014.919	5 + 069.556	-5	54.6370	26.45	Cumple
5 + 122.151	5 + 410.094	-2	287.9430	23.99	Cumple
5 + 421.846	5 + 553.984	-5	132.1380	26.45	Cumple
5 + 643.997	5 + 692.172	-5	48.1750	26.45	Cumple
5 + 769.005	5 + 832.589	-5	63.5840	26.45	Cumple
5 + 856.367	5 + 930.157	-5	73.7900	26.45	Cumple
5 + 959.111	5 + 988.979	-7	29.8680	26.85	Cumple
6 + 025.397	6 + 044.650	-5	19.2530	26.45	No Cumple
6 + 077.503	6 + 088.419	-5	10.9160	26.45	No Cumple
6 + 109.814	6 + 119.715	-8	9.9010	26.98	No Cumple
6 + 141.425	6 + 185.145	-8	43.7200	26.98	Cumple
6 + 210.911	6 + 411.426	-3	200.5150	25.43	Cumple
6 + 465.470	6 + 486.462	-3	20.9920	25.43	No Cumple
6 + 523.542	6 + 545.933	-4	22.3910	26.08	No Cumple
6 + 585.750	6 + 652.406	-4	66.6560	26.08	Cumple
6 + 696.097	6 + 933.795	-3	237.6980	25.43	Cumple
6 + 976.454	7 + 005.473	-5	29.0190	26.45	Cumple
7 + 046.182	7 + 062.805	-8	16.6230	26.98	No Cumple
7 + 104.100	7 + 364.967	-5	260.8670	26.45	Cumple
7 + 387.515	7 + 387.519	-8	0.0040	26.98	No Cumple
7 + 408.938	7 + 511.291	-8	102.3530	26.98	Cumple
7 + 533.592	7 + 533.604	-8	0.0120	26.98	No Cumple
7 + 556.506	7 + 612.642	-8	56.1360	26.98	Cumple
7 + 652.843	7 + 704.696	-5	51.8530	26.45	Cumple
7 + 730.575	7 + 796.984	-5	66.4090	26.45	Cumple
7 + 850.158	7 + 945.175	-2	95.0170	23.99	Cumple
7 + 991.510	8 + 048.337	-3	56.8270	25.43	Cumple
8 + 082.522	8 + 135.923	-5	53.4010	26.45	Cumple
8 + 178.913	8 + 284.723	-4	105.8100	26.08	Cumple
8 + 366.928	8 + 457.865	0	90.9370	45.98	Cumple
8 + 535.983	8 + 702.969	-2	166.9860	23.99	Cumple
8 + 732.084	8 + 778.430	-9	46.3460	27.07	Cumple
8 + 800.037	8 + 846.286	-5	46.2490	26.45	Cumple
8 + 881.844	8 + 902.294	-5	20.4500	26.45	No Cumple
8 + 932.701	9 + 095.124	-6	162.4230	26.69	Cumple

9 + 173.219	9 + 223.848	-3	50.6290	25.43	Cumple
9 + 247.170	9 + 247.178	-8	0.0080	26.98	No Cumple
9 + 269.364	9 + 347.211	-8	77.8470	26.98	Cumple
9 + 378.278	9 + 440.889	-5	62.6110	26.45	Cumple
9 + 463.654	9 + 463.657	-8	0.0030	26.98	No Cumple
9 + 485.668	9 + 523.099	-8	37.4310	26.98	Cumple
9 + 540.407	9 + 659.310	-3	118.9030	25.43	Cumple
9 + 696.311	9 + 733.265	-5	36.9540	26.45	Cumple
9 + 803.650	9 + 985.704	-5	182.0540	26.45	Cumple
10 + 023.632	10 + 109.800	-5	86.1680	26.45	Cumple
10 + 151.183	10 + 248.552	-2	97.3690	23.99	Cumple
10 + 293.058	10 + 367.442	-2	74.3840	23.99	Cumple
10 + 411.401	10 + 471.939	-5	60.5380	26.45	Cumple
10 + 549.498	10 + 631.912	-5	82.4140	26.45	Cumple
10 + 680.029	10 + 815.286	-5	135.2570	26.45	Cumple
10 + 855.118	10 + 900.865	-4	45.7470	26.08	Cumple
10 + 946.244	11 + 061.546	-5	115.3020	26.45	Cumple
11 + 089.383	11 + 376.073	-2	286.6900	23.99	Cumple
11 + 426.008	11 + 484.201	0	58.1930	45.98	Cumple
11 + 554.208	11 + 671.498	0	117.2900	45.98	Cumple
11 + 736.887	11 + 802.239	-3	65.3520	25.43	Cumple
11 + 849.643	12 + 000.385	-3	150.7420	25.43	Cumple
12 + 047.482	12 + 210.597	-5	163.1150	26.45	Cumple
12 + 241.722	12 + 405.225	-4	163.5030	26.08	Cumple
12 + 462.694	12 + 512.944	-5	50.2500	26.45	Cumple
12 + 561.258	12 + 694.022	-5	132.7640	26.45	Cumple
12 + 746.125	12 + 813.515	-5	67.3900	26.45	Cumple
12 + 851.385	12 + 918.980	-5	67.5950	26.45	Cumple
13 + 013.494	13 + 254.349	-3	240.8550	25.43	Cumple
13 + 286.327	13 + 350.864	-5	64.5370	26.45	Cumple
13 + 384.336	13 + 434.898	-3	50.5620	25.43	Cumple
13 + 484.000	13 + 641.658	-5	157.6580	26.45	Cumple
13 + 707.550	13 + 733.856	-5	26.3060	26.45	No Cumple
13 + 814.636	13 + 854.893	-2	40.2570	23.99	Cumple
13 + 895.884	14 + 044.582	-5	148.6980	26.45	Cumple
14 + 084.337	14 + 176.697	0	92.3600	45.98	Cumple
14 + 231.500	14 + 341.329	-3	109.8290	25.43	Cumple
14 + 388.909	14 + 455.196	-2	66.2870	23.99	Cumple
14 + 482.224	14 + 597.238	0	115.0140	45.98	Cumple
14 + 625.378	14 + 691.415	-4	66.0370	26.08	Cumple
14 + 731.771	14 + 764.950	-5	33.1790	26.45	Cumple
14 + 796.373	14 + 839.308	-4	42.9350	26.08	Cumple
14 + 878.045	15 + 038.123	-5	160.0780	26.45	Cumple
15 + 095.028	15 + 264.440	-4	169.4120	26.08	Cumple
15 + 311.835	15 + 377.852	0	66.0170	45.98	Cumple
15 + 426.595	15 + 767.350	-3	340.7550	25.43	Cumple
15 + 823.138	15 + 963.995	-5	140.8570	26.45	Cumple

15 + 997.610	16 + 077.731	-4	80.1210	26.08	Cumple
16 + 134.149	16 + 157.592	-5	23.4430	26.45	No Cumple
16 + 190.977	16 + 302.972	-8	111.9950	26.98	Cumple
16 + 335.842	16 + 443.617	0	107.7750	45.98	Cumple
16 + 484.105	16 + 535.981	-4	51.8760	26.08	Cumple
16 + 582.459	16 + 628.944	-5	46.4850	26.45	Cumple
16 + 672.417	16 + 712.081	-4	39.6640	26.08	Cumple
16 + 748.062	16 + 863.447	-5	115.3850	26.45	Cumple
16 + 903.033	16 + 943.331	-6	40.2980	26.69	Cumple
16 + 978.013	17 + 126.280	-5	148.2670	26.45	Cumple
17 + 168.214	17 + 196.463	-4	28.2490	26.08	Cumple
17 + 230.856	17 + 247.754	-3	16.8980	25.43	No Cumple
17 + 289.118	17 + 331.797	-3	42.6790	25.43	Cumple
17 + 374.371	17 + 401.227	-5	26.8560	26.45	Cumple
17 + 428.460	17 + 444.297	-8	15.8370	26.98	Cumple
17 + 459.785	17 + 546.220	-8	86.4350	26.98	Cumple
17 + 585.106	17 + 616.809	-4	31.7030	26.08	Cumple
17 + 657.697	17 + 705.054	-5	47.3570	26.45	Cumple
17 + 764.386	17 + 834.879	-5	70.4930	26.45	Cumple
17 + 876.324	17 + 976.086	-4	99.7620	26.08	Cumple
18 + 020.559	18 + 128.991	-8	108.4320	26.98	Cumple
18 + 159.756	18 + 203.352	-5	43.5960	26.45	Cumple
18 + 238.448	18 + 298.436	-5	59.9880	26.45	Cumple
18 + 342.034	18 + 396.118	-5	54.0840	26.45	Cumple
18 + 428.913	18 + 476.006	-5	47.0930	26.45	Cumple
18 + 513.157	18 + 547.628	-8	34.4710	26.98	Cumple
18 + 576.067	18 + 624.172	-8	48.1050	26.98	Cumple
18 + 666.060	18 + 771.844	-2	105.7840	23.99	Cumple
18 + 839.024	18 + 942.496	-4	103.4720	26.08	Cumple
18 + 966.931	19 + 102.626	-2	135.6950	23.99	Cumple
19 + 156.702	19 + 264.489	-4	107.7870	26.08	Cumple
19 + 295.401	19 + 542.481	0	247.0800	45.98	Cumple
19 + 595.385	19 + 639.794	-8	44.4090	26.98	Cumple

Nota: La verificación de la distancia de parada (D_p) para pendientes negativas y $V = 40$ km/h evidencia cumplimiento mayoritario respecto a la D_p normativa; no obstante, se identifican incumplimientos puntuales en subtramos de longitud reducida, asociados a pendientes elevadas y longitudes insuficientes, que requieren medidas complementarias de seguridad vial (señalización preventiva y control de velocidad).

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Para determinar las distancias de paso o adelantamiento en tramos rectos en planta de la carretera se utilizó las siguientes fórmulas indicadas por el (MTC, 2018): A continuación, se realizó el cálculo de una distancia y para las demás se procederá con el desarrollo de la misma manera.

$$D1 = 0.278 * 3.6 (56.2 - 15 + 2.25 * 3.6^2)$$

$$D1 = 45.29 \text{ m}$$

$$D2 = 0.278 * 56.2 * 9.3$$

$$D2 = 145.30 \text{ m}$$

$$D3 = 30 \text{ m}$$

$$D4 = 2.3 * 145.30$$

$$D4 = 96.87 \text{ m}$$

$$Da = 45.29 + 145.30 + 30 + 96.87$$

$$Da = 317.45$$

Según el manual DG-2018, la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento correspondiente a una velocidad de diseño de 40km/h. En base a ello, se ha verificado que el 98% no cumple con tal condición.

Condición	Distancia de Parada	
	N° de Tramos	%
Cumple	3	2%
No Cumple	150	98%
Total	153	100%

Tabla 18

Distancia de Adelantamiento

Progresiva		D1(m)	D2(m)	D3(m)	D4(m)	Distancia Adelantamiento		Verificación
Progresiva Inicio	Progresiva Fin					Da. Existente	Da. Norma	
0 + 000.000	0 + 097.052	45.29	145.30	30.00	96.87	97.05	317.45	No Cumple
0 + 174.862	0 + 356.756	45.29	145.30	30.00	96.87	181.89	317.45	No Cumple
0 + 411.185	0 + 454.032	45.29	145.30	30.00	96.87	42.85	317.45	No Cumple
0 + 504.176	0 + 536.811	45.29	145.30	30.00	96.87	32.64	317.45	No Cumple
0 + 566.135	0 + 642.436	45.29	145.30	30.00	96.87	76.30	317.45	No Cumple
0 + 721.055	0 + 954.097	45.29	145.30	30.00	96.87	233.04	317.45	No Cumple
1 + 004.731	1 + 060.851	45.29	145.30	30.00	96.87	56.12	317.45	No Cumple
1 + 113.655	1 + 303.501	45.29	145.30	30.00	96.87	189.85	317.45	No Cumple
1 + 448.610	1 + 582.696	45.29	145.30	30.00	96.87	134.09	317.45	No Cumple
1 + 600.656	1 + 925.039	45.29	145.30	30.00	96.87	324.38	317.45	Cumple
1 + 983.854	2 + 111.498	45.29	145.30	30.00	96.87	127.64	317.45	No Cumple
2 + 171.608	2 + 496.465	45.29	145.30	30.00	96.87	324.86	317.45	Cumple
2 + 529.724	2 + 566.008	45.29	145.30	30.00	96.87	36.28	317.45	No Cumple
2 + 634.333	2 + 667.659	45.29	145.30	30.00	96.87	33.33	317.45	No Cumple
2 + 726.494	2 + 790.168	45.29	145.30	30.00	96.87	63.67	317.45	No Cumple
2 + 863.443	2 + 931.345	45.29	145.30	30.00	96.87	67.90	317.45	No Cumple
3 + 006.904	3 + 109.436	45.29	145.30	30.00	96.87	102.53	317.45	No Cumple
3 + 124.347	3 + 239.153	45.29	145.30	30.00	96.87	114.81	317.45	No Cumple
3 + 296.504	3 + 327.270	45.29	145.30	30.00	96.87	30.77	317.45	No Cumple
3 + 377.508	3 + 445.294	45.29	145.30	30.00	96.87	67.79	317.45	No Cumple
3 + 474.968	3 + 523.157	45.29	145.30	30.00	96.87	48.19	317.45	No Cumple
3 + 569.346	3 + 633.527	45.29	145.30	30.00	96.87	64.18	317.45	No Cumple
3 + 666.816	3 + 734.284	45.29	145.30	30.00	96.87	67.47	317.45	No Cumple
3 + 788.845	3 + 853.969	45.29	145.30	30.00	96.87	65.12	317.45	No Cumple
3 + 898.724	3 + 965.347	45.29	145.30	30.00	96.87	66.62	317.45	No Cumple
4 + 021.046	4 + 038.859	45.29	145.30	30.00	96.87	17.81	317.45	No Cumple
4 + 076.430	4 + 156.209	45.29	145.30	30.00	96.87	79.78	317.45	No Cumple
4 + 166.839	4 + 211.434	45.29	145.30	30.00	96.87	44.60	317.45	No Cumple
4 + 261.430	4 + 317.482	45.29	145.30	30.00	96.87	56.05	317.45	No Cumple
4 + 336.140	4 + 355.765	45.29	145.30	30.00	96.87	19.63	317.45	No Cumple
4 + 435.518	4 + 495.131	45.29	145.30	30.00	96.87	59.61	317.45	No Cumple
4 + 525.171	4 + 563.727	45.29	145.30	30.00	96.87	38.56	317.45	No Cumple
4 + 613.401	4 + 637.495	45.29	145.30	30.00	96.87	24.09	317.45	No Cumple
4 + 655.202	4 + 697.611	45.29	145.30	30.00	96.87	42.41	317.45	No Cumple
4 + 720.710	4 + 799.394	45.29	145.30	30.00	96.87	78.68	317.45	No Cumple
4 + 873.596	4 + 900.649	45.29	145.30	30.00	96.87	27.05	317.45	No Cumple
4 + 932.509	4 + 963.215	45.29	145.30	30.00	96.87	30.71	317.45	No Cumple
5 + 014.919	5 + 069.556	45.29	145.30	30.00	96.87	54.64	317.45	No Cumple
5 + 122.151	5 + 410.094	45.29	145.30	30.00	96.87	287.94	317.45	No Cumple

5 + 421.846	5 + 553.984	45.29	145.30	30.00	96.87	132.14	317.45	No Cumple
5 + 643.997	5 + 692.172	45.29	145.30	30.00	96.87	48.17	317.45	No Cumple
5 + 769.005	5 + 832.589	45.29	145.30	30.00	96.87	63.58	317.45	No Cumple
5 + 856.367	5 + 930.157	45.29	145.30	30.00	96.87	73.79	317.45	No Cumple
5 + 959.111	5 + 988.979	45.29	145.30	30.00	96.87	29.87	317.45	No Cumple
6 + 025.397	6 + 044.650	45.29	145.30	30.00	96.87	19.25	317.45	No Cumple
6 + 077.503	6 + 088.419	45.29	145.30	30.00	96.87	10.92	317.45	No Cumple
6 + 109.814	6 + 119.715	45.29	145.30	30.00	96.87	9.90	317.45	No Cumple
6 + 141.425	6 + 185.145	45.29	145.30	30.00	96.87	43.72	317.45	No Cumple
6 + 210.911	6 + 411.426	45.29	145.30	30.00	96.87	200.52	317.45	No Cumple
6 + 465.470	6 + 486.462	45.29	145.30	30.00	96.87	20.99	317.45	No Cumple
6 + 523.542	6 + 545.933	45.29	145.30	30.00	96.87	22.39	317.45	No Cumple
6 + 585.750	6 + 652.406	45.29	145.30	30.00	96.87	66.66	317.45	No Cumple
6 + 696.097	6 + 933.795	45.29	145.30	30.00	96.87	237.70	317.45	No Cumple
6 + 976.454	7 + 005.473	45.29	145.30	30.00	96.87	29.02	317.45	No Cumple
7 + 046.182	7 + 062.805	45.29	145.30	30.00	96.87	16.62	317.45	No Cumple
7 + 104.100	7 + 364.967	45.29	145.30	30.00	96.87	260.87	317.45	No Cumple
7 + 387.515	7 + 387.519	45.29	145.30	30.00	96.87	0.00	317.45	No Cumple
7 + 408.938	7 + 511.291	45.29	145.30	30.00	96.87	102.35	317.45	No Cumple
7 + 533.592	7 + 533.604	45.29	145.30	30.00	96.87	0.01	317.45	No Cumple
7 + 556.506	7 + 612.642	45.29	145.30	30.00	96.87	56.14	317.45	No Cumple
7 + 652.843	7 + 704.696	45.29	145.30	30.00	96.87	51.85	317.45	No Cumple
7 + 730.575	7 + 796.984	45.29	145.30	30.00	96.87	66.41	317.45	No Cumple
7 + 850.158	7 + 945.175	45.29	145.30	30.00	96.87	95.02	317.45	No Cumple
7 + 991.510	8 + 048.337	45.29	145.30	30.00	96.87	56.83	317.45	No Cumple
8 + 082.522	8 + 135.923	45.29	145.30	30.00	96.87	53.40	317.45	No Cumple
8 + 178.913	8 + 284.723	45.29	145.30	30.00	96.87	105.81	317.45	No Cumple
8 + 366.928	8 + 457.865	45.29	145.30	30.00	96.87	90.94	317.45	No Cumple
8 + 535.983	8 + 702.969	45.29	145.30	30.00	96.87	166.99	317.45	No Cumple
8 + 732.084	8 + 778.430	45.29	145.30	30.00	96.87	46.35	317.45	No Cumple
8 + 800.037	8 + 846.286	45.29	145.30	30.00	96.87	46.25	317.45	No Cumple
8 + 881.844	8 + 902.294	45.29	145.30	30.00	96.87	20.45	317.45	No Cumple
8 + 932.701	9 + 095.124	45.29	145.30	30.00	96.87	162.42	317.45	No Cumple
9 + 173.219	9 + 223.848	45.29	145.30	30.00	96.87	50.63	317.45	No Cumple
9 + 247.170	9 + 247.178	45.29	145.30	30.00	96.87	0.01	317.45	No Cumple
9 + 269.364	9 + 347.211	45.29	145.30	30.00	96.87	77.85	317.45	No Cumple
9 + 378.278	9 + 440.889	45.29	145.30	30.00	96.87	62.61	317.45	No Cumple
9 + 463.654	9 + 463.657	45.29	145.30	30.00	96.87	0.00	317.45	No Cumple
9 + 485.668	9 + 523.099	45.29	145.30	30.00	96.87	37.43	317.45	No Cumple
9 + 540.407	9 + 659.310	45.29	145.30	30.00	96.87	118.90	317.45	No Cumple
9 + 696.311	9 + 733.265	45.29	145.30	30.00	96.87	36.95	317.45	No Cumple
9 + 803.650	9 + 985.704	45.29	145.30	30.00	96.87	182.05	317.45	No Cumple
10 + 023.632	10 + 109.800	45.29	145.30	30.00	96.87	86.17	317.45	No Cumple
10 + 151.183	10 + 248.552	45.29	145.30	30.00	96.87	97.37	317.45	No Cumple
10 + 293.058	10 + 367.442	45.29	145.30	30.00	96.87	74.38	317.45	No Cumple
10 + 411.401	10 + 471.939	45.29	145.30	30.00	96.87	60.54	317.45	No Cumple
10 + 549.498	10 + 631.912	45.29	145.30	30.00	96.87	82.41	317.45	No Cumple

10 + 680.029	10 + 815.286	45.29	145.30	30.00	96.87	135.26	317.45	No Cumple
10 + 855.118	10 + 900.865	45.29	145.30	30.00	96.87	45.75	317.45	No Cumple
10 + 946.244	11 + 061.546	45.29	145.30	30.00	96.87	115.30	317.45	No Cumple
11 + 089.383	11 + 376.073	45.29	145.30	30.00	96.87	286.69	317.45	No Cumple
11 + 426.008	11 + 484.201	45.29	145.30	30.00	96.87	58.19	317.45	No Cumple
11 + 554.208	11 + 671.498	45.29	145.30	30.00	96.87	117.29	317.45	No Cumple
11 + 736.887	11 + 802.239	45.29	145.30	30.00	96.87	65.35	317.45	No Cumple
11 + 849.643	12 + 000.385	45.29	145.30	30.00	96.87	150.74	317.45	No Cumple
12 + 047.482	12 + 210.597	45.29	145.30	30.00	96.87	163.12	317.45	No Cumple
12 + 241.722	12 + 405.225	45.29	145.30	30.00	96.87	163.50	317.45	No Cumple
12 + 462.694	12 + 512.944	45.29	145.30	30.00	96.87	50.25	317.45	No Cumple
12 + 561.258	12 + 694.022	45.29	145.30	30.00	96.87	132.76	317.45	No Cumple
12 + 746.125	12 + 813.515	45.29	145.30	30.00	96.87	67.39	317.45	No Cumple
12 + 851.385	12 + 918.980	45.29	145.30	30.00	96.87	67.59	317.45	No Cumple
13 + 013.494	13 + 254.349	45.29	145.30	30.00	96.87	240.86	317.45	No Cumple
13 + 286.327	13 + 350.864	45.29	145.30	30.00	96.87	64.54	317.45	No Cumple
13 + 384.336	13 + 434.898	45.29	145.30	30.00	96.87	50.56	317.45	No Cumple
13 + 484.000	13 + 641.658	45.29	145.30	30.00	96.87	157.66	317.45	No Cumple
13 + 707.550	13 + 733.856	45.29	145.30	30.00	96.87	26.31	317.45	No Cumple
13 + 814.636	13 + 854.893	45.29	145.30	30.00	96.87	40.26	317.45	No Cumple
13 + 895.884	14 + 044.582	45.29	145.30	30.00	96.87	148.70	317.45	No Cumple
14 + 084.337	14 + 176.697	45.29	145.30	30.00	96.87	92.36	317.45	No Cumple
14 + 231.500	14 + 341.329	45.29	145.30	30.00	96.87	109.83	317.45	No Cumple
14 + 388.909	14 + 455.196	45.29	145.30	30.00	96.87	66.29	317.45	No Cumple
14 + 482.224	14 + 597.238	45.29	145.30	30.00	96.87	115.01	317.45	No Cumple
14 + 625.378	14 + 691.415	45.29	145.30	30.00	96.87	66.04	317.45	No Cumple
14 + 731.771	14 + 764.950	45.29	145.30	30.00	96.87	33.18	317.45	No Cumple
14 + 796.373	14 + 839.308	45.29	145.30	30.00	96.87	42.94	317.45	No Cumple
14 + 878.045	15 + 038.123	45.29	145.30	30.00	96.87	160.08	317.45	No Cumple
15 + 095.028	15 + 264.440	45.29	145.30	30.00	96.87	169.41	317.45	No Cumple
15 + 311.835	15 + 377.852	45.29	145.30	30.00	96.87	66.02	317.45	No Cumple
15 + 426.595	15 + 767.350	45.29	145.30	30.00	96.87	340.76	317.45	Cumple
15 + 823.138	15 + 963.995	45.29	145.30	30.00	96.87	140.86	317.45	No Cumple
15 + 997.610	16 + 077.731	45.29	145.30	30.00	96.87	80.12	317.45	No Cumple
16 + 134.149	16 + 157.592	45.29	145.30	30.00	96.87	23.44	317.45	No Cumple
16 + 190.977	16 + 302.972	45.29	145.30	30.00	96.87	111.99	317.45	No Cumple
16 + 335.842	16 + 443.617	45.29	145.30	30.00	96.87	107.77	317.45	No Cumple
16 + 484.105	16 + 535.981	45.29	145.30	30.00	96.87	51.88	317.45	No Cumple
16 + 582.459	16 + 628.944	45.29	145.30	30.00	96.87	46.49	317.45	No Cumple
16 + 672.417	16 + 712.081	45.29	145.30	30.00	96.87	39.66	317.45	No Cumple
16 + 748.062	16 + 863.447	45.29	145.30	30.00	96.87	115.38	317.45	No Cumple
16 + 903.033	16 + 943.331	45.29	145.30	30.00	96.87	40.30	317.45	No Cumple
16 + 978.013	17 + 126.280	45.29	145.30	30.00	96.87	148.27	317.45	No Cumple
17 + 168.214	17 + 196.463	45.29	145.30	30.00	96.87	28.25	317.45	No Cumple
17 + 230.856	17 + 247.754	45.29	145.30	30.00	96.87	16.90	317.45	No Cumple
17 + 289.118	17 + 331.797	45.29	145.30	30.00	96.87	42.68	317.45	No Cumple
17 + 374.371	17 + 401.227	45.29	145.30	30.00	96.87	26.86	317.45	No Cumple

17 + 428.460	17 + 444.297	45.29	145.30	30.00	96.87	15.84	317.45	No Cumple
17 + 459.785	17 + 546.220	45.29	145.30	30.00	96.87	86.44	317.45	No Cumple
17 + 585.106	17 + 616.809	45.29	145.30	30.00	96.87	31.70	317.45	No Cumple
17 + 657.697	17 + 705.054	45.29	145.30	30.00	96.87	47.36	317.45	No Cumple
17 + 764.386	17 + 834.879	45.29	145.30	30.00	96.87	70.49	317.45	No Cumple
17 + 876.324	17 + 976.086	45.29	145.30	30.00	96.87	99.76	317.45	No Cumple
18 + 020.559	18 + 128.991	45.29	145.30	30.00	96.87	108.43	317.45	No Cumple
18 + 159.756	18 + 203.352	45.29	145.30	30.00	96.87	43.60	317.45	No Cumple
18 + 238.448	18 + 298.436	45.29	145.30	30.00	96.87	59.99	317.45	No Cumple
18 + 342.034	18 + 396.118	45.29	145.30	30.00	96.87	54.08	317.45	No Cumple
18 + 428.913	18 + 476.006	45.29	145.30	30.00	96.87	47.09	317.45	No Cumple
18 + 513.157	18 + 547.628	45.29	145.30	30.00	96.87	34.47	317.45	No Cumple
18 + 576.067	18 + 624.172	45.29	145.30	30.00	96.87	48.10	317.45	No Cumple
18 + 666.060	18 + 771.844	45.29	145.30	30.00	96.87	105.78	317.45	No Cumple
18 + 839.024	18 + 942.496	45.29	145.30	30.00	96.87	103.47	317.45	No Cumple
18 + 966.931	19 + 102.626	45.29	145.30	30.00	96.87	135.70	317.45	No Cumple
19 + 156.702	19 + 264.489	45.29	145.30	30.00	96.87	107.79	317.45	No Cumple
19 + 295.401	19 + 542.481	45.29	145.30	30.00	96.87	247.08	317.45	No Cumple
19 + 595.385	19 + 639.794	45.29	145.30	30.00	96.87	44.41	317.45	No Cumple

Nota: La distancia de adelantamiento existente es insuficiente en casi la totalidad de los tramos evaluados, siendo menor a la Da normativa (317.45 m); solo se registran cumplimientos aislados, por lo que se recomienda prohibir adelantamientos y reforzar la señalización preventiva.

Sección transversal

Ancho de calzada, bombeo y bermas

Según el manual DG-2018, para una carretera de segunda clase con una velocidad de diseño igual a 40km/h y orografía tipo 4, se debe considerar un ancho de calzada igual a 6.60m y un ancho de berma igual a 1.20m, como mínimo.

En cuanto al ancho de calzada existente, en los tramos en tangente, se tiene un promedio de 6.60m; por tanto, si se cumple con este parámetro.

Condición	Ancho de Calzada	
	N° de Tramos	%
Cumple	153	100%
No Cumple	0	0%
Total	153	100%

También se verificó que el ancho de berma se encuentra entre 0.50 a 0.60 m por lo que, no se cumple con este parámetro.

Condición	Ancho de Berma	
	N° de Tramos	%
Cumple	0	0%
No Cumple	153	100%
Total	153	100%

En cuanto al bombeo según el DG-2018, para una superficie asfaltada y con una precipitación < a 500mm/año debe ser igual a 2%; por consiguiente, si se cumple con tal parámetro.

Condición	Bombeo	
	N° de Tramos	%
Cumple	153	100%
No Cumple	0	0%
Total	153	100%

Tabla 19

Verificación del Ancho de Calzada, Bombeo y Ancho de Berma

Tramo en Tangente		Ancho de Calzada (m)			Bombeo			Berma		
Progresiva Inicio	Progresiva Fin	Ancho Existente	Ancho mínimo	Verificación	Bombeo existente (%)	Bombeo Requerido (%)	Verificación	Ancho Existente (m)	Ancho (m)	Verificación
0 + 000.000	0 + 097.052	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
0 + 174.862	0 + 356.756	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
0 + 411.185	0 + 454.032	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
0 + 504.176	0 + 536.811	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
0 + 566.135	0 + 642.436	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
0 + 721.055	0 + 954.097	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
1 + 004.731	1 + 060.851	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
1 + 113.655	1 + 303.501	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
1 + 448.610	1 + 582.696	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
1 + 600.656	1 + 925.039	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
1 + 983.854	2 + 111.498	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
2 + 171.608	2 + 496.465	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
2 + 529.724	2 + 566.008	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
2 + 634.333	2 + 667.659	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
2 + 726.494	2 + 790.168	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
2 + 863.443	2 + 931.345	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 006.904	3 + 109.436	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 124.347	3 + 239.153	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 296.504	3 + 327.270	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 377.508	3 + 445.294	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple

3 + 474.968	3 + 523.157	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 569.346	3 + 633.527	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 666.816	3 + 734.284	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 788.845	3 + 853.969	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
3 + 898.724	3 + 965.347	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 021.046	4 + 038.859	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 076.430	4 + 156.209	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 166.839	4 + 211.434	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 261.430	4 + 317.482	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 336.140	4 + 355.765	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 435.518	4 + 495.131	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 525.171	4 + 563.727	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 613.401	4 + 637.495	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 655.202	4 + 697.611	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 720.710	4 + 799.394	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 873.596	4 + 900.649	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
4 + 932.509	4 + 963.215	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 014.919	5 + 069.556	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 122.151	5 + 410.094	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 421.846	5 + 553.984	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 643.997	5 + 692.172	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 769.005	5 + 832.589	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 856.367	5 + 930.157	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
5 + 959.111	5 + 988.979	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 025.397	6 + 044.650	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 077.503	6 + 088.419	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 109.814	6 + 119.715	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 141.425	6 + 185.145	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 210.911	6 + 411.426	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 465.470	6 + 486.462	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple

6 + 523.542	6 + 545.933	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 585.750	6 + 652.406	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 696.097	6 + 933.795	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
6 + 976.454	7 + 005.473	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 046.182	7 + 062.805	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 104.100	7 + 364.967	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 387.515	7 + 387.519	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 408.938	7 + 511.291	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 533.592	7 + 533.604	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 556.506	7 + 612.642	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 652.843	7 + 704.696	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 730.575	7 + 796.984	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 850.158	7 + 945.175	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
7 + 991.510	8 + 048.337	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 082.522	8 + 135.923	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 178.913	8 + 284.723	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 366.928	8 + 457.865	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 535.983	8 + 702.969	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 732.084	8 + 778.430	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 800.037	8 + 846.286	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 881.844	8 + 902.294	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
8 + 932.701	9 + 095.124	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 173.219	9 + 223.848	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 247.170	9 + 247.178	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 269.364	9 + 347.211	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 378.278	9 + 440.889	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 463.654	9 + 463.657	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 485.668	9 + 523.099	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 540.407	9 + 659.310	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
9 + 696.311	9 + 733.265	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple

9 + 803.650	9 + 985.704	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 023.632	10 + 109.800	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 151.183	10 + 248.552	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 293.058	10 + 367.442	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 411.401	10 + 471.939	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 549.498	10 + 631.912	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 680.029	10 + 815.286	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 855.118	10 + 900.865	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
10 + 946.244	11 + 061.546	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
11 + 089.383	11 + 376.073	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
11 + 426.008	11 + 484.201	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
11 + 554.208	11 + 671.498	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
11 + 736.887	11 + 802.239	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
11 + 849.643	12 + 000.385	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
12 + 047.482	12 + 210.597	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
12 + 241.722	12 + 405.225	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
12 + 462.694	12 + 512.944	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
12 + 561.258	12 + 694.022	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
12 + 746.125	12 + 813.515	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
12 + 851.385	12 + 918.980	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 013.494	13 + 254.349	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 286.327	13 + 350.864	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 384.336	13 + 434.898	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 484.000	13 + 641.658	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 707.550	13 + 733.856	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 814.636	13 + 854.893	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
13 + 895.884	14 + 044.582	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 084.337	14 + 176.697	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 231.500	14 + 341.329	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 388.909	14 + 455.196	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple

14 + 482.224	14 + 597.238	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 625.378	14 + 691.415	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 731.771	14 + 764.950	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 796.373	14 + 839.308	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
14 + 878.045	15 + 038.123	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
15 + 095.028	15 + 264.440	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
15 + 311.835	15 + 377.852	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
15 + 426.595	15 + 767.350	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
15 + 823.138	15 + 963.995	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
15 + 997.610	16 + 077.731	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 134.149	16 + 157.592	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 190.977	16 + 302.972	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 335.842	16 + 443.617	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 484.105	16 + 535.981	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 582.459	16 + 628.944	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 672.417	16 + 712.081	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 748.062	16 + 863.447	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 903.033	16 + 943.331	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
16 + 978.013	17 + 126.280	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 168.214	17 + 196.463	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 230.856	17 + 247.754	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 289.118	17 + 331.797	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 374.371	17 + 401.227	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 428.460	17 + 444.297	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 459.785	17 + 546.220	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 585.106	17 + 616.809	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 657.697	17 + 705.054	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 764.386	17 + 834.879	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
17 + 876.324	17 + 976.086	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 020.559	18 + 128.991	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple

18 + 159.756	18 + 203.352	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 238.448	18 + 298.436	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 342.034	18 + 396.118	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 428.913	18 + 476.006	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 513.157	18 + 547.628	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 576.067	18 + 624.172	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 666.060	18 + 771.844	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 839.024	18 + 942.496	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
18 + 966.931	19 + 102.626	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
19 + 156.702	19 + 264.489	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
19 + 295.401	19 + 542.481	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
19 + 595.385	19 + 639.794	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple
19 + 681.042	19 + 761.673	6.60	6.60	cumple	2.00	2.00	Cumple	0.50	1.20	No Cumple

Nota: En los tramos en tangente evaluados, el ancho de calzada (6.60 m) y el bombeo (2.0%) cumplen con la normativa; sin embargo, el ancho de berma existente (0.50 m) es inferior al mínimo requerido (1.20 m) en el 100% de los tramos, por lo que no cumple y requiere ampliación.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

5.1. ANALISIS

5.1.1. INFLUENCIA DEL DISEÑO GEOMETRICO SOBRE LA OCURRENCIA DE ADT

Tramo de Concentración de Accidente (TCA) 01: del km 2+100 al km 3+500

Figura 27

Tramo de Concentración de Accidentes 01



Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/Cusco>

En este TCA, se tiene que en las curvas del PI 10, al PI 21 no se cumplen con la longitud de curva mínima; en las curvas del PI 10 y PI 11 no se cumple con el sobreancho mínimo de 0.40 m y en todas las curvas no se cumple con el Sa requerido.

Figura 28

Tramo de Concentración de Accidentes 01 irradiado por una estación total



Nota: Diseño en el software AutoCAD civil 3d

Tabla 20

Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-01

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1	8515513.999	802707.771	3357.000
2	8517386.062	801900.010	3334.000
3	8517358.995	801812.532	3331.000
4	8517351.535	801663.289	3326.000
5	8517422.244	801568.472	3325.000
6	8517483.096	801484.550	3323.000
7	8517586.082	801425.614	3323.000
8	8517666.691	801374.343	3322.000
9	8517710.278	801307.193	3320.000
10	8517793.358	801235.075	3313.000
11	8517877.672	801200.204	3313.000
12	8517337.950	801968.807	3335.701
13	8516922.197	802136.335	3345.000
14	8517005.353	802113.524	3347.000
15	8517114.231	802060.386	3342.000
16	8517279.892	802004.367	3336.000
17	8517921.278	801114.145	3315.000
18	8518025.229	801046.988	3316.000
19	8518064.491	800950.228	3305.000

Nota: Los puntos topográficos muestran coherencia planimétrica y una tendencia altimétrica descendente (3357–3305 m), adecuada para la definición del perfil longitudinal, cálculo de pendientes y verificación geométrica del eje.

Tabla 21

Elementos de Curva que no cumplen en TCA 01

PI	Progresiva	Longitud de Curva		Sobreechancho	
		Lmin	Sa min	Sa Requerido	verificación
PI-10	2 + 111.498	No Cumple	No Cumple	0.49	No Cumple
PI-11	2 + 496.465	No Cumple	No Cumple	0.42	No Cumple
PI-12	2 + 529.724	No Cumple	Cumple	2.16	No Cumple
PI-13	2 + 634.333	No Cumple	Cumple	2.08	No Cumple
PI-14	2 + 726.494	No Cumple	Cumple	0.92	No Cumple
PI-15	2 + 863.443	No Cumple	Cumple	1.07	No Cumple
PI-16	3 + 006.904	No Cumple	Cumple	0.73	No Cumple
PI-17	3 + 124.347	No Cumple	Cumple	1.95	No Cumple
PI-18	3 + 296.504	No Cumple	Cumple	1.40	No Cumple
PI-19	3 + 377.508	No Cumple	Cumple	1.21	No Cumple
PI-20	3 + 474.968	No Cumple	Cumple	1.98	No Cumple
PI-21	3 + 569.346	No Cumple	Cumple	2.58	No Cumple

Nota: En los PI evaluados, la longitud mínima de curva (Lmin) presenta incumplimiento generalizado. Aunque el sobreechancho mínimo (Sa min) cumple en la mayoría de casos, el sobreechancho requerido no se satisface, por lo que la verificación global resulta No Cumple. Se recomienda ajustar radios y longitudes de curva para cumplir simultáneamente con Lmin y Sa requerido conforme a norma.

Además, entre los PIs 12-13,13-14,14-15,15-16,16-17,18-19,19-20 Y 20-21 no se cumple con la longitud mínima de tramo en tangente.

Tabla 22

Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 01

Tramo		Tramo en Tangente				Lmin (m)	verificación
		P.T.	P.C.	Long.	Tipo		Lmin (m)
PI-10	PI-11	1 + 983.854	2 + 111.498	127.64	u	111	Cumple
PI-11	PI-12	2 + 171.608	2 + 496.465	324.86	u	111	Cumple
PI-12	PI-13	2 + 529.724	2 + 566.008	36.28	u	111	No cumple

PI-13	PI-14	2 + 634.333	2 + 667.659	33.33	s	56	No cumple
PI-14	PI-15	2 + 726.494	2 + 790.168	63.67	u	111	No cumple
PI-15	PI-16	2 + 863.443	2 + 931.345	67.90	u	111	No cumple
PI-16	PI-17	3 + 006.904	3 + 109.436	102.53	u	111	No cumple
PI-17	PI-18	3 + 124.347	3 + 239.153	114.81	s	56	Cumple
PI-18	PI-19	3 + 296.504	3 + 327.270	30.77	s	56	No cumple
PI-19	PI-20	3 + 377.508	3 + 445.294	67.79	u	111	No cumple
PI-20	PI-21	3 + 474.968	3 + 523.157	48.19	s	56	No cumple
PI-21	PI-22	3 + 569.346	3 + 633.527	64.18	s	56	Cumple

Nota: La verificación de tramos en tangente evidencia que solo los segmentos PI-10–PI-11, PI-11–PI-12, PI-17–PI-18 y PI-21–PI-22 cumplen con la longitud mínima (L_{min}) exigida según su tipo (u/s). El resto de tramos presenta longitudes inferiores a L_{min} , generando incumplimiento normativo, por lo que se requiere reajustar la alineación horizontal mediante el incremento de longitudes en tangente o la redistribución de curvas para garantizar condiciones geométricas adecuadas.

Del estudio de accidentabilidad, se ha determinado la ocurrencia de 4 ADT, tal como se detalla a continuación:

Tabla 23

ADT Ocurridos en TCA 01 entre los años 2020-2025

Progresiva	Vehículo	Tipo de ADT	Lugar del Accidente	Consecuencia	Fecha
------------	----------	-------------	---------------------	--------------	-------

KILÓMETRO 2+590	DOS (02) VEHICULOS	(DESPISTE), CON DAÑOS MATERIALES Y PERSONALES	Latitud: - 13.378029 Longitud: - 72.231984	VARIOS PERSONAS HERIDAS	19/11/2022
KILÓMETRO 2+680	DOS (02) VEHICULOS	(CHOQUE FRONTAL), CON DAÑOS PERSONALES Y DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.3574490686 Longitud: - 72.2390482326	VARIOS PERSONAS HERIDAS	23/01/2025
KILÓMETRO 2+800	UN (01) VEHICULO	(DESPISTE Y CHOQUE), CON DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.396405 Longitud: - 72.211685	UNA (01) PERSONA HERIDA	31/07/2022
KILÓMETRO 3+350	UN (01) VEHICULO	(DESPISTE CON VOLCADURA), CON DAÑOS PERSONALES- LESIONES Y DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.4065208456 Longitud: - 72.2093699552	VARIOS PERSONAS HERIDAS	3/11/2024

Nota: El registro de siniestros evidencia una concentración de accidentes entre los km 2+590 y 3+350, predominando eventos de despiste, choque frontal y volcadura, con afectación a personas y daños materiales. La recurrencia y severidad sugieren deficiencias en la seguridad vial del tramo, asociables a factores geométricos y operativos (alineamiento, visibilidad, control de velocidad), por lo que se recomienda priorizar intervenciones de mejora geométrica, señalización y control en dichos puntos críticos.

Tramo de Concentración de Accidente (TCA) 02: del km 5+900 al km 8+600

Figura 29

Tramo de Concentración de Accidentes 02

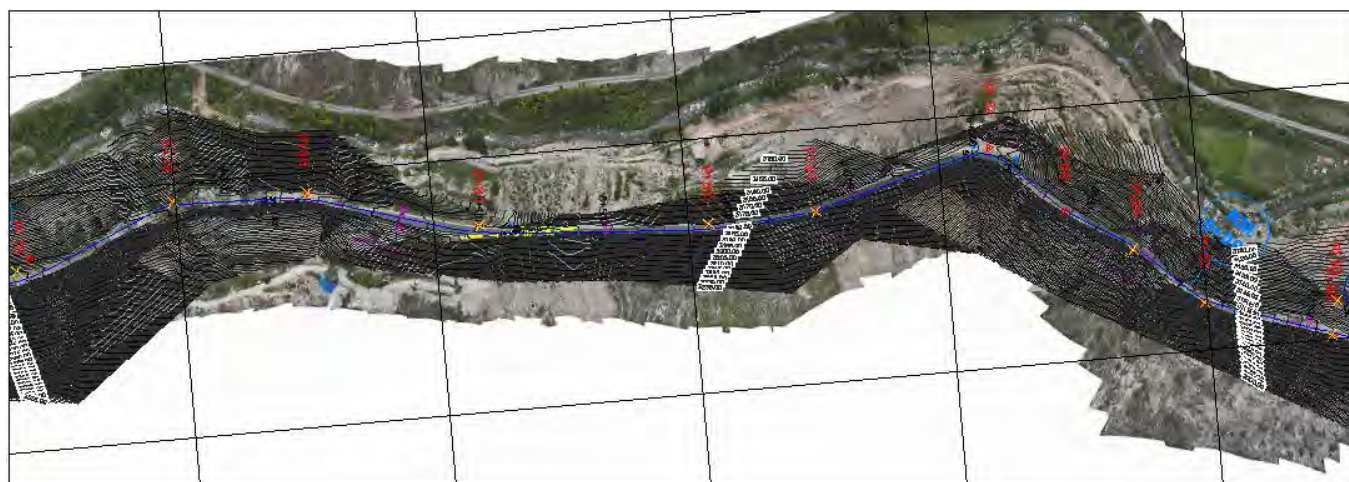


Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/Cusco>

En este TCA, se tiene que en las curvas del PI 44 al PI 68 no se cumplen con la longitud de curva mínima; en las curvas del PI 66 no se cumple con el sobreechancho mínimo de 0.40 m y en todas las curvas no se cumple con el Sa requerido, excepto del PI 62 Y PI 67

Figura 30

Tramo de Concentración de Accidentes 02 irradiado por una estación total



Nota. Fuente: Diseño en el software AutoCAD civil 3d

Tabla 24

Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-02

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1.000	8519546.001	799704.386	3240.000
2.000	8519617.338	799688.818	3245.000
3.000	8519741.062	799705.136	3251.000
4.000	8519800.090	799693.030	3254.000
5.000	8519919.583	799686.474	3261.000
6.000	8520044.579	799663.941	3271.000
7.000	8520111.226	799633.545	3275.000
8.000	8520160.131	799600.842	3274.000
9.000	8520303.180	799542.840	3268.000
10.000	8520373.942	799482.690	3262.000
11.000	8520501.132	799427.565	3256.000
12.000	8520566.770	799424.955	3256.000
13.000	8520604.971	799370.074	3251.000
14.000	8520674.257	799354.476	3247.000
15.000	8520745.273	799319.882	3244.000
16.000	8520808.143	799301.279	3241.000
17.000	8520888.381	799305.804	3248.000
18.000	8520802.580	799273.342	3231.000
19.000	8520747.883	799304.377	3236.000
20.000	8520839.674	799254.028	3221.000
21.000	8520914.942	799189.958	3213.000
22.000	8521042.237	799153.043	3205.000
23.000	8521120.142	799148.421	3199.000
24.000	8521246.888	799104.421	3194.000
25.000	8521353.172	799106.724	3193.000
26.000	8521485.615	799144.208	3187.000

27.000	8521664.557	799158.146	3179.000
--------	-------------	------------	----------

Nota: Los puntos de control irradiados fueron levantados con estación total, registrando coordenadas UTM (N-E) y cotas, garantizando control geométrico y altimétrico del levantamiento. La red presenta distribución continua y coherente, adecuada para georreferenciación, replanteo y validación del diseño.

Tabla 25

Elementos de Curva que no cumplen en TCA 02

PI	Progresiva	Longitud de Curva		Sobreancho	
		Lmin	Sa min	Sa Requerido	verificación
PI-44	6 + 025.397	No Cumple	Cumple	2.67	No Cumple
PI-45	6 + 077.503	No Cumple	Cumple	2.63	No Cumple
PI-46	6 + 109.814	No Cumple	Cumple	3.47	No Cumple
PI-47	6 + 141.425	No Cumple	Cumple	3.47	No Cumple
PI-48	6 + 210.911	No Cumple	Cumple	0.76	No Cumple
PI-49	6 + 465.470	No Cumple	Cumple	0.92	No Cumple
PI-50	6 + 523.542	No Cumple	Cumple	1.07	No Cumple
PI-51	6 + 585.750	No Cumple	Cumple	1.29	No Cumple
PI-52	6 + 696.097	No Cumple	Cumple	0.84	No Cumple
PI-53	6 + 976.454	No Cumple	Cumple	2.03	No Cumple
PI-54	7 + 046.182	No Cumple	Cumple	3.47	No Cumple
PI-55	7 + 104.100	No Cumple	Cumple	2.39	No Cumple
PI-56	7 + 387.515	No Cumple	Cumple	10.33	No Cumple
PI-57	7 + 408.938	No Cumple	Cumple	10.43	No Cumple
PI-58	7 + 533.592	No Cumple	Cumple	10.50	No Cumple
PI-59	7 + 556.506	No Cumple	Cumple	10.50	No Cumple
PI-60	7 + 652.843	No Cumple	Cumple	1.52	No Cumple
PI-61	7 + 730.575	No Cumple	Cumple	1.52	No Cumple
PI-62	7 + 850.158	No Cumple	Cumple	0.60	Cumple
PI-63	7 + 991.510	No Cumple	Cumple	0.96	No Cumple
PI-64	8 + 082.522	No Cumple	Cumple	1.52	No Cumple
PI-65	8 + 178.913	No Cumple	Cumple	1.21	No Cumple
PI-66	8 + 366.928	No Cumple	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-67	8 + 535.983	No Cumple	Cumple	0.60	Cumple
PI-68	8 + 732.084	No Cumple	Cumple	4.56	No Cumple

Nota: En los PI evaluados, la longitud mínima de curva (Lmin) no cumple en la mayoría de casos; aunque el Sa mínimo cumple, el sobreancho requerido excede el disponible, resultando No Cumple casi en todos los puntos. Solo PI-62 y PI-67 cumplen en sobreancho; se recomienda ajuste geométrico o ampliación de calzada en los demás PI.

Además, entre los PIs 44-48,49-50,53-55,56-57,58-59,60-62,63-66 y 68-69 no se cumple con la longitud mínima de tramo en tangente.

Tabla 26

Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 02

Tramo		Tramo en Tangente				Lmin (m)	verificación
		P.T.	P.C.	Long.	Tipo		Lmin (m)
PI-44	PI-45	6 + 025.397	6 + 044.650	19.25	s	56	No cumple
PI-45	PI-46	6 + 077.503	6 + 088.419	10.92	s	56	No cumple
PI-46	PI-47	6 + 109.814	6 + 119.715	9.90	s	56	No cumple
PI-47	PI-48	6 + 141.425	6 + 185.145	43.72	s	56	No cumple
PI-48	PI-49	6 + 210.911	6 + 411.426	200.52	u	111	Cumple
PI-49	PI-50	6 + 465.470	6 + 486.462	20.99	s	56	No cumple
PI-50	PI-51	6 + 523.542	6 + 545.933	22.39	s	56	No cumple
PI-51	PI-52	6 + 585.750	6 + 652.406	66.66	s	56	Cumple
PI-52	PI-53	6 + 696.097	6 + 933.795	237.70	s	56	Cumple
PI-53	PI-54	6 + 976.454	7 + 005.473	29.02	s	56	No cumple
PI-54	PI-55	7 + 046.182	7 + 062.805	16.62	s	56	No cumple
PI-55	PI-56	7 + 104.100	7 + 364.967	260.87	s	56	Cumple
PI-56	PI-57	7 + 387.515	7 + 387.519	0.00	s	56	No cumple
PI-57	PI-58	7 + 408.938	7 + 511.291	102.35	s	56	Cumple
PI-58	PI-59	7 + 533.592	7 + 533.604	0.01	u	111	No cumple
PI-59	PI-60	7 + 556.506	7 + 612.642	56.14	s	56	Cumple
PI-60	PI-61	7 + 652.843	7 + 704.696	51.85	s	56	No cumple
PI-61	PI-62	7 + 730.575	7 + 796.984	66.41	u	111	No cumple
PI-62	PI-63	7 + 850.158	7 + 945.175	95.02	s	56	Cumple
PI-63	PI-64	7 + 991.510	8 + 048.337	56.83	u	111	No cumple
PI-64	PI-65	8 + 082.522	8 + 135.923	53.40	s	56	No cumple
PI-65	PI-66	8 + 178.913	8 + 284.723	105.81	u	111	No cumple
PI-66	PI-67	8 + 366.928	8 + 457.865	90.94	s	56	Cumple
PI-67	PI-68	8 + 535.983	8 + 702.969	166.99	s	56	Cumple
PI-68	PI-69	8 + 732.084	8 + 778.430	46.35	u	111	No cumple

Nota: La verificación de tramos en tangente evidencia que varios segmentos no alcanzan la longitud mínima (Lmin) exigida según su tipo (s/u). Solo los tramos que superan 56 m (s) o 111

m (u) cumplen; los restantes requieren ajuste del alineamiento para garantizar continuidad geométrica.

Del estudio de accidentabilidad, se ha determinado la ocurrencia de 4 ADT, tal como se detalla a continuación:

Tabla 27

ADT Ocurridos en TCA 02 entre los años 2020-2025

Progresiva	Vehículo	Tipo de ADT	Lugar del Accidente	Consecuencia	Fecha
KILÓMETRO 6+030	UN (01) VEHICULO	(DESPISTE), CON DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.375204 Longitud: - 72.233491	DOS (02) PERSONAS HERIDAS	5/09/2022
KILÓMETRO 6+560	UN (01) VEHICULO Y UN (01) VEHICULO MENOR	CHOQUE POR ALCANCE Y CON PRESUNTA COMISIÓN DEL DELITO CONTRA LA SEGURIDAD PÚBLICA- PELIGRO COMÚN	Latitud: - 13.407983 Longitud: - 72.208275	VARIOS PERSONAS HERIDAS	28/05/2023
KILÓMETRO 6+780	UN (01) VEHICULO MENOR	CAIDA DE PIEDRA	Latitud: - 13.408129 Longitud: - 72.173580	UNA (01) PERSONA HERIDA Y UNA PERSONA MUERTA	10/05/2023
KILÓMETRO 7+550	DOS (02) VEHICULOS	(CHOQUE FRONTAL), CON DAÑOS MATERIALES Y PERSONALES	Latitud: - 13.3707153203 Longitud: - 72.2347501343	TRES (03) PERSONAS HERIDAS	5/06/2024

Nota: En el tramo km 6+030 a 7+550 se registran accidentes recurrentes por despiste, choque por alcance, caída de piedra y choque frontal, con lesiones graves y un fallecido, lo que evidencia condiciones geométricas y de seguridad vial deficientes, requiriendo mejoras inmediatas en señalización, control de taludes y diseño vial.

Tramo de Concentración de Accidente (TCA) 03: del km 9+500 al km 10+500

Figura 31

Tramo de Concentración de Accidentes 03

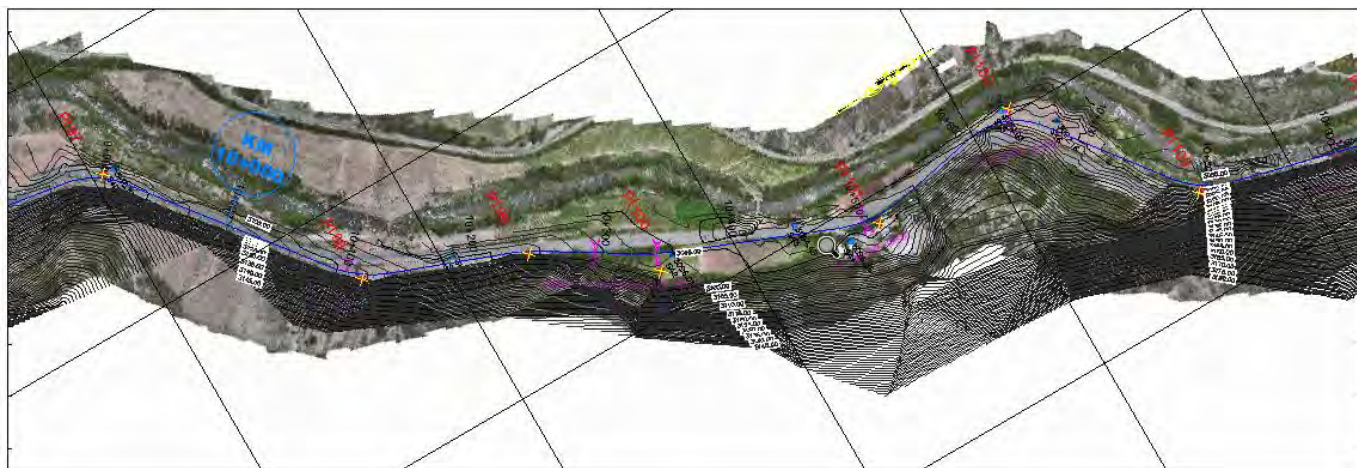


Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/Cusco>

En este TCA, se tiene que en las curvas del PI 72 al PI 85 no se cumplen con la longitud de curva mínima y en todas las curvas no se cumple con el Sa requerido.

Figura 32

Tramo de Concentración de Accidentes 03 irradiado por una estación total



Nota. Fuente: Diseño en el software AutoCAD civil 3d

Tabla 28

Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-03

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1	8522047.29	799253.45	3159
2	8522144.72	799288.034	3149
3	8522253.24	799321.18	3140
4	8522292.46	799390.705	3145
5	8522324.03	799364.611	3131
6	8522261.8	799301.776	3126
7	8522151.2	799260.599	3137
8	8522177.45	799225.597	3122
9	8522270.18	799286.004	3118
10	8522346.74	799353.4	3115
11	8522454.36	799379.072	3111
12	8522573.82	799556.615	3105
13	8522690.64	799613.069	3100
14	8522766.87	799680.399	3097
15	8522926.3	799744.323	3094
16	8523057.53	799727.309	3091

Nota: Los puntos de control irradiados fueron levantados con estación total, registrando coordenadas UTM (N-E) y cotas, garantizando control geométrico y altimétrico del levantamiento. La red presenta distribución continua y coherente, adecuada para georreferenciación, replanteo y validación del diseño.

Tabla 29

Elementos de Curva que no cumplen en TCA 03

PI	Progresiva	Longitud de Curva		Sobreeancho	
		Lmin	Sa min	Sa Requerido	verificación
PI-72	9 + 173.219	No Cumple	Cumple	0.92	No Cumple
PI-73	9 + 247.170	No Cumple	Cumple	9.90	No Cumple
PI-74	9 + 269.364	No Cumple	Cumple	10.59	No Cumple
PI-75	9 + 378.278	No Cumple	Cumple	1.84	No Cumple
PI-76	9 + 463.654	No Cumple	Cumple	10.36	No Cumple
PI-77	9 + 485.668	No Cumple	Cumple	11.82	No Cumple
PI-78	9 + 540.407	No Cumple	Cumple	0.84	No Cumple
PI-79	9 + 696.311	No Cumple	Cumple	1.66	No Cumple
PI-80	9 + 803.650	No Cumple	Cumple	1.66	No Cumple
PI-81	10 + 023.632	No Cumple	Cumple	2.08	No Cumple
PI-82	10 + 151.183	No Cumple	Cumple	0.68	No Cumple
PI-83	10 + 293.058	No Cumple	Cumple	0.60	No Cumple
PI-84	10 + 411.401	No Cumple	Cumple	1.84	No Cumple
PI-85	10 + 549.498	No Cumple	Cumple	2.08	No Cumple

Nota: En los PI 72 al 85 no se cumple la longitud mínima de curva (Lmin); aunque el sobreeancho mínimo es conforme, el sobreeancho requerido no se satisface, por lo que todas las curvas resultan no conformes y requieren rediseño geométrico para garantizar seguridad y operatividad.

Además, entre los PIs 72-74, 76-78 y 79-80 no se cumple con la longitud mínima de tramo en tangente.

Tabla 30

Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 03

Tramo		Tramo en Tangente				Lmin (m)	verificación
		P.T.	P.C.	Long.	Tipo		Lmin (m)
PI-72	PI-73	9 + 173.219	9 + 223.848	50.63	s	56	No cumple
PI-73	PI-74	9 + 247.170	9 + 247.178	0.01	u	111	No cumple
PI-74	PI-75	9 + 269.364	9 + 347.211	77.85	s	56	Cumple
PI-75	PI-76	9 + 378.278	9 + 440.889	62.61	s	56	Cumple
PI-76	PI-77	9 + 463.654	9 + 463.657	0.00	s	56	No cumple
PI-77	PI-78	9 + 485.668	9 + 523.099	37.43	s	56	No cumple
PI-78	PI-79	9 + 540.407	9 + 659.310	118.90	s	56	Cumple
PI-79	PI-80	9 + 696.311	9 + 733.265	36.95	s	56	No cumple
PI-80	PI-81	9 + 803.650	9 + 985.704	182.05	s	56	Cumple
PI-81	PI-82	10 + 023.632	10 + 109.800	86.17	s	56	Cumple
PI-82	PI-83	10 + 151.183	10 + 248.552	97.37	s	56	Cumple
PI-83	PI-84	10 + 293.058	10 + 367.442	74.38	s	56	Cumple
PI-84	PI-85	10 + 411.401	10 + 471.939	60.54	s	56	Cumple
PI-85	PI-86	10 + 549.498	10 + 631.912	82.41	u	111	Cumple

Nota: Entre los PI 72–86, los tramos en tangente presentan cumplimiento parcial de Lmin; se identifican incumplimientos por longitudes insuficientes o nulas en algunos segmentos, mientras que los restantes superan la longitud mínima exigida, cumpliendo el criterio normativo.

Del estudio de accidentabilidad, se ha determinado la ocurrencia de 1 ADT, tal como se detalla a continuación:

Tabla 31

ADT Ocurridos en TCA 03 entre los años 2020-2025

Progresiva	Vehículo	Tipo de ADT	Lugar del Accidente	Consecuencia	Fecha
KILÓMETRO 9+860	UN (01) VEHICULO	(DESPISTE), CON DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.3204037032 Longitud: - 72.2331141755	UNA (01) PERSONA HERIDA	29/03/2024

Nota: En el km 9+860 se registró un despiste vehicular con daños materiales y una persona herida, evidenciando un punto crítico de seguridad vial que requiere evaluación geométrica y de condiciones operativas.

Tramo de Concentración de Accidente (TCA) 04: del km 17+800 al km 19+500

Figura 33

Tramo de Concentración de Accidentes 04

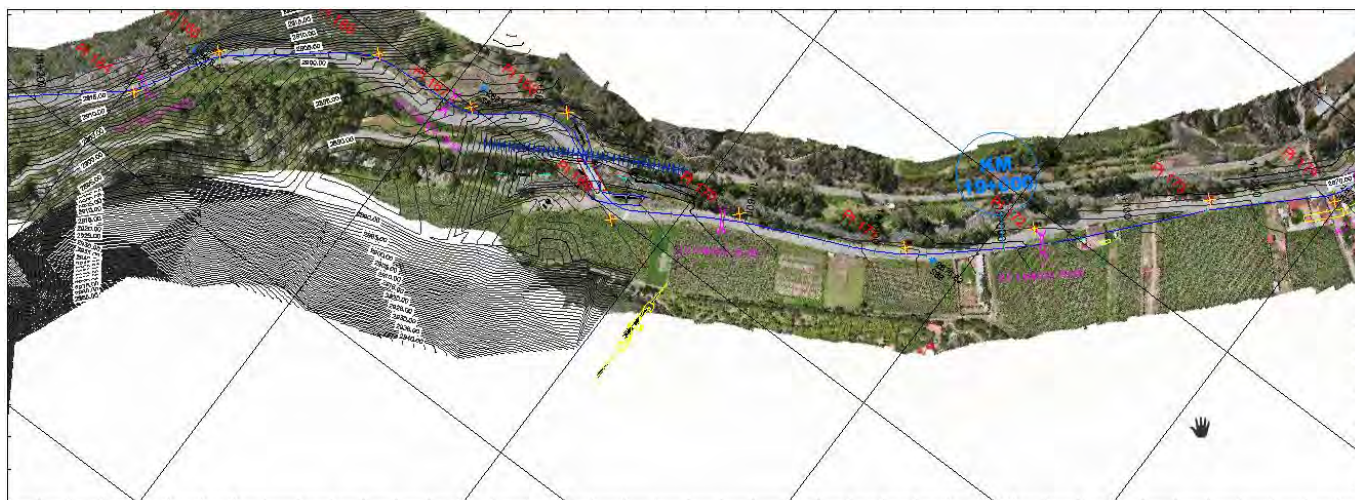


Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/Cusco>

En este TCA, se tiene que en las curvas del PI 138 al PI 151 no se cumplen con la longitud de curva mínima; en las curvas del PI 150 no se cumple con el sobreancho mínimo de 0.40 m y en todas las curvas no se cumple con el Sa requerido, excepto del PI 146 y PI 148

Figura 34

Tramo de Concentración de Accidentes 04 irradiado por una estación total



Nota. Fuente: Diseño en el software AutoCAD civil 3d

Tabla 32

Puntos de Control irradiados con la estación total en TCA-04

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
1	8529634.285	800667.870	2924.000
2	8529729.827	800657.153	2930.000
3	8529803.416	800600.591	2932.000
4	8529875.042	800575.713	2929.000
5	8529964.524	800561.302	2922.000
6	8530051.181	800672.875	2912.000
7	8530115.028	800707.302	2908.000
8	8530187.722	800807.123	2901.000
9	8530196.933	800888.944	2891.000
10	8530237.606	800950.891	2885.000
11	8530191.446	801027.145	2882.000
12	8530254.048	801104.466	2879.000
13	8530309.523	801222.587	2877.000
14	8530380.870	801293.877	2874.000
15	8530479.463	801389.437	2871.000
16	8530535.816	801467.909	2871.000
17	8530620.934	801494.196	2869.000
18	8529533.847	800610.541	2915.000

Nota: Los puntos de control irradiados fueron levantados con estación total, registrando coordenadas UTM (N–E) y cotas, garantizando control geométrico y altimétrico del levantamiento. La red presenta distribución continua y coherente, adecuada para georreferenciación, replanteo y validación del diseño.

Tabla 33

Elementos de Curva que no cumplen en TCA 04

PI	Progresiva	Longitud de Curva		Sobreechancho	
		Lmin	Sa min	Sa Requerido	verificación
PI-138	17 + 876.324	No Cumple	Cumple	1.29	No Cumple
PI-139	18 + 020.559	No Cumple	Cumple	3.47	No Cumple
PI-140	18 + 159.756	No Cumple	Cumple	1.84	No Cumple
PI-141	18 + 238.448	No Cumple	Cumple	1.84	No Cumple
PI-142	18 + 342.034	No Cumple	Cumple	1.84	No Cumple
PI-143	18 + 428.913	No Cumple	Cumple	2.39	No Cumple
PI-144	18 + 513.157	No Cumple	Cumple	4.56	No Cumple
PI-145	18 + 576.067	No Cumple	Cumple	5.47	No Cumple
PI-146	18 + 666.060	No Cumple	Cumple	0.60	Cumple
PI-147	18 + 839.024	No Cumple	Cumple	1.07	No Cumple
PI-148	18 + 966.931	No Cumple	Cumple	0.60	Cumple
PI-149	19 + 156.702	No Cumple	Cumple	1.07	No Cumple
PI-150	19 + 295.401	No Cumple	No Cumple	0.48	No Cumple
PI-151	19 + 595.385	No Cumple	Cumple	4.56	No Cumple

Nota: En los PI 138–151 se verifica incumplimiento generalizado de la longitud mínima de curva (Lmin); aunque el sobreechancho mínimo (Sa min) cumple en la mayoría, el sobreechancho requerido no se satisface, excepto en PI-146 y PI-148. Esto evidencia deficiencias geométricas que afectan la seguridad y requieren adecuación de sobreeanchos y geometría de curvas.

Además, entre los PIs 138-139,140-141,142-146 y 151-152 no se cumple con la longitud mínima de tramo en tangente.

Tabla 34

Verificación de longitud mínima de tramo en tangentes en TCA 04

Tramo		Tramo en Tangente				Lmin (m)	verificación
		P.T.	P.C.	Long.	Tipo		Lmin (m)
PI-138	PI-139	17 + 876.324	17 + 976.086	99.76	u	111	No cumple
PI-139	PI-140	18 + 020.559	18 + 128.991	108.43	s	56	Cumple
PI-140	PI-141	18 + 159.756	18 + 203.352	43.60	s	56	No cumple
PI-141	PI-142	18 + 238.448	18 + 298.436	59.99	s	56	Cumple
PI-142	PI-143	18 + 342.034	18 + 396.118	54.08	s	56	No cumple
PI-143	PI-144	18 + 428.913	18 + 476.006	47.09	s	56	No cumple
PI-144	PI-145	18 + 513.157	18 + 547.628	34.47	s	56	No cumple
PI-145	PI-146	18 + 576.067	18 + 624.172	48.10	s	56	No cumple
PI-146	PI-147	18 + 666.060	18 + 771.844	105.78	s	56	Cumple
PI-147	PI-148	18 + 839.024	18 + 942.496	103.47	s	56	Cumple
PI-148	PI-149	18 + 966.931	19 + 102.626	135.70	s	56	Cumple
PI-149	PI-150	19 + 156.702	19 + 264.489	107.79	s	56	Cumple
PI-150	PI-151	19 + 295.401	19 + 542.481	247.08	s	56	Cumple
PI-151	PI-152	19 + 595.385	19 + 639.794	44.41	s	56	No cumple

Nota: Entre los PI 138–152 se observan incumplimientos puntuales de Lmin en varios tramos cortos; sin embargo, los tramos de mayor longitud cumplen con la longitud mínima en su mayoría, evidenciando discontinuidades geométricas locales que requieren ajuste en transiciones cortas.

Del estudio de accidentabilidad, se ha determinado la ocurrencia de 2 ADT, tal como se detalla a continuación:

Tabla 35

ADT Ocurredos en TCA 04 entre los años 2020-2025

Progresiva	Vehículo	Tipo de ADT	Lugar del Accidente	Consecuencia	Fecha
KILÓMETRO 19+030	UN (01) VEHICULO	(DESPISTE), CON DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.375004 Longitud: - 72.233591	UNA (01) PERSONA HERIDA	29/11/2024
KILÓMETRO 18+560	UN (01) VEHICULO	(DESPISTE), CON DAÑOS MATERIALES	Latitud: - 13.407983 Longitud: - 72.208275	UNA (01) PERSONA HERIDA	28/11/2024

Nota: Los accidentes registrados entre los km 18+560 y 19+030 corresponden a eventos de despiste con daños materiales y lesiones, lo que evidencia condiciones geométricas y operativas desfavorables en el tramo, asociadas a deficiencias de diseño y seguridad vial.

5.2.DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten establecer, con sustento técnico y normativo, que la carretera Pachar–Huarcocondo presenta deficiencias sistemáticas en su diseño geométrico, las cuales influyen de manera significativa en la ocurrencia y concentración de accidentes de tránsito registrados durante el periodo de estudio. Esta influencia no se manifiesta de forma aislada, sino como el resultado de la interacción acumulativa de varios incumplimientos geométricos, lo que incrementa progresivamente el nivel de riesgo vial.

Desde el punto de vista del alineamiento horizontal, la verificación evidenció que un alto porcentaje de curvas no cumple con la longitud mínima de curva (L_{min}) y, en menor medida, con el radio mínimo (R_{min}) establecido para una velocidad de diseño de 40 km/h según el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018. Técnicamente, la insuficiencia de L_{min} impide una transición adecuada de la aceleración centrífuga, generando cambios bruscos en la trayectoria del vehículo. Esta condición afecta directamente la estabilidad lateral, especialmente en vehículos pesados tipo B2, y explica la elevada frecuencia de accidentes por despiste identificada en la vía.

Asimismo, el incumplimiento del radio mínimo incrementa la demanda de fricción transversal, reduciendo el margen de seguridad ante variaciones de velocidad, estado del pavimento o condiciones climáticas adversas. En carreteras de topografía accidentada, como la del tramo en estudio, estas deficiencias adquieren mayor relevancia debido a la limitada capacidad de corrección del conductor.

En relación con los tramos tangentes, se identificó que una proporción considerable no cumple con la longitud mínima requerida. Desde un enfoque técnico, los tramos tangentes cumplen una función esencial en la recuperación visual, psicológica y dinámica del conductor después de atravesar curvas consecutivas. La insuficiencia de estos tramos genera una conducción forzada, con escaso tiempo de adaptación, lo que incrementa la probabilidad de errores humanos y maniobras imprevistas, contribuyendo indirectamente a la accidentabilidad observada.

Respecto al alineamiento vertical, la presencia de pendientes longitudinales cercanas o superiores a los valores recomendados (+i y -i) incrementa la distancia de frenado y modifica el comportamiento dinámico del vehículo. En pendientes descendentes, el aumento de la velocidad operativa, combinado con radios de curvatura reducidos y peraltes inadecuados, genera condiciones críticas de seguridad. Este efecto se ve amplificado en vehículos pesados, cuya capacidad de frenado se ve limitada en tramos prolongados de bajada.

El análisis de la sección transversal evidenció deficiencias significativas en el ancho de calzada, sobreancho en curvas y, de manera más crítica, en el ancho de bermas, el cual no cumple con el mínimo normativo en la totalidad del tramo evaluado. Desde el punto de vista de la seguridad vial, las bermas constituyen un elemento fundamental de tolerancia al error humano; su ausencia elimina la posibilidad de maniobras de emergencia, incrementando tanto la probabilidad como la severidad de los accidentes. Esta condición explica la alta vulnerabilidad del tramo frente a despistes y salidas de vía.

En cuanto al peralte, se identificaron valores insuficientes o desarrollados de manera no progresiva. Técnicamente, el peralte cumple la función de compensar la fuerza centrífuga en curvas; cuando este no es adecuado, el vehículo depende exclusivamente de la fricción lateral del pavimento, reduciendo el margen de seguridad. Esta situación resulta especialmente crítica en condiciones de pavimento húmedo, frecuentes en la zona de estudio.

La verificación de las distancias de visibilidad, tanto de parada como de adelantamiento, mostró que varios tramos no cumplen con los valores mínimos exigidos por la normativa. La visibilidad insuficiente reduce el tiempo disponible para la percepción y reacción del conductor, limitando la toma de decisiones seguras. En particular, la deficiencia en la distancia de adelantamiento incrementa el riesgo de colisiones frontales y maniobras imprudentes, contribuyendo a la concentración de accidentes en determinados tramos.

La superposición de los resultados geométricos con el análisis de accidentabilidad permitió identificar que los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) coinciden espacialmente con los sectores que presentan mayor número de incumplimientos geométricos. Esta correlación valida la hipótesis general de la investigación y confirma que el diseño geométrico constituye un factor determinante en la ocurrencia de accidentes, más allá del factor humano o vehicular considerado de manera aislada.

En síntesis, los resultados demuestran que la accidentabilidad en la carretera Pachar–Huaroscondo es consecuencia de un diseño geométrico deficiente y poco consistente, que no se adecua a las condiciones topográficas ni a los criterios de seguridad establecidos en el Manual DG-2018. Esta situación justifica plenamente la propuesta de mejoramiento geométrico planteada, orientada a corregir los elementos críticos identificados y a reducir el nivel de riesgo vial, priorizando los tramos con mayor concentración de accidentes.

5.3.PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

Como se tiene mayor inconsistencia en cuanto al diseño geométrico en planta y éstos inciden en la ocurrencia de los ADT. La propuesta de mejoramiento, en base al Manual DG 2018, consiste en ampliar las dimensiones de los radios que no cumplen con el Rmin; incrementar los sobrehanchos en las curvas al valor requerido en función las características de la vía, el tráfico circulante y la velocidad de diseño en los tramos de concentración de accidentes (TCA), principalmente. Tal como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 36

verificación del Rmin de Propuesta de Mejoramiento

EXISTENTE				PROPUESTA		
Nº PI	Progresiva	RADIO (m)	verificación	Rmin (m)	RADIO (m)	verificación
PI-1	0 + 097.052	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-2	0 + 356.756	270.00	Cumple	45	270.00	Cumple
PI-3	0 + 454.032	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-4	0 + 536.811	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-5	0 + 642.436	125.00	Cumple	45	125.00	Cumple
PI-6	0 + 954.097	130.00	Cumple	45	130.00	Cumple
PI-7	1 + 060.851	281.00	Cumple	45	281.00	Cumple
PI-8	1 + 303.501	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-9	1 + 582.696	147.00	Cumple	45	147.00	Cumple
PI-10	1 + 925.039	385.00	Cumple	45	385.00	Cumple
PI-11	2 + 111.498	470.00	Cumple	45	470.00	Cumple
PI-12	2 + 496.465	67.00	Cumple	45	67.00	Cumple
PI-13	2 + 566.008	70.00	Cumple	45	70.00	Cumple
PI-14	2 + 667.659	180.00	Cumple	45	180.00	Cumple
PI-15	2 + 790.168	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-16	2 + 931.345	235.00	Cumple	45	235.00	Cumple
PI-17	3 + 109.436	75.00	Cumple	45	75.00	Cumple
PI-18	3 + 239.153	110.00	Cumple	45	110.00	Cumple
PI-19	3 + 327.270	130.00	Cumple	45	130.00	Cumple
PI-20	3 + 445.294	74.00	Cumple	45	74.00	Cumple
PI-21	3 + 523.157	55.00	Cumple	45	55.00	Cumple
PI-22	3 + 633.527	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-23	3 + 734.284	86.00	Cumple	45	86.00	Cumple
PI-24	3 + 853.969	50.00	Cumple	45	50.00	Cumple
PI-25	3 + 965.347	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-26	4 + 038.859	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-27	4 + 156.209	39.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-28	4 + 211.434	96.00	Cumple	45	96.00	Cumple
PI-29	4 + 317.482	40.00	No Cumple	45	50.00	Cumple

PI-30	4 + 355.765	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-31	4 + 495.131	67.00	Cumple	45	67.00	Cumple
PI-32	4 + 563.727	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-33	4 + 637.495	47.00	Cumple	45	47.00	Cumple
PI-34	4 + 697.611	50.00	Cumple	45	50.00	Cumple
PI-35	4 + 799.394	90.00	Cumple	45	90.00	Cumple
PI-36	4 + 900.649	66.00	Cumple	45	66.00	Cumple
PI-37	4 + 963.215	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-38	5 + 069.556	270.00	Cumple	45	270.00	Cumple
PI-39	5 + 410.094	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-40	5 + 553.984	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-41	5 + 692.172	68.00	Cumple	45	68.00	Cumple
PI-42	5 + 832.589	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-43	5 + 930.157	46.00	Cumple	45	46.00	Cumple
PI-44	5 + 988.979	53.00	Cumple	45	53.00	Cumple
PI-45	6 + 044.650	54.00	Cumple	45	54.00	Cumple
PI-46	6 + 088.419	40.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-47	6 + 119.715	40.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-48	6 + 185.145	225.00	Cumple	45	225.00	Cumple
PI-49	6 + 411.426	180.00	Cumple	45	180.00	Cumple
PI-50	6 + 486.462	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-51	6 + 545.933	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-52	6 + 652.406	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple
PI-53	6 + 933.795	72.00	Cumple	45	72.00	Cumple
PI-54	7 + 005.473	40.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-55	7 + 062.805	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-56	7 + 364.967	14.32	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-57	7 + 387.519	14.22	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-58	7 + 511.291	14.15	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-59	7 + 533.604	14.15	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-60	7 + 612.642	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-61	7 + 704.696	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-62	7 + 796.984	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-63	7 + 945.175	170.00	Cumple	45	170.00	Cumple
PI-64	8 + 048.337	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-65	8 + 135.923	130.00	Cumple	45	130.00	Cumple
PI-66	8 + 284.723	400.00	Cumple	45	400.00	Cumple
PI-67	8 + 457.865	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-68	8 + 702.969	30.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-69	8 + 778.430	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-70	8 + 846.286	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-71	8 + 902.294	50.00	Cumple	45	50.00	Cumple
PI-72	9 + 095.124	180.00	Cumple	45	180.00	Cumple
PI-73	9 + 223.848	14.78	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-74	9 + 247.178	14.07	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-75	9 + 347.211	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-76	9 + 440.889	14.29	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-77	9 + 463.657	13.07	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-78	9 + 523.099	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple
PI-79	9 + 659.310	90.00	Cumple	45	90.00	Cumple
PI-80	9 + 733.265	90.00	Cumple	45	90.00	Cumple

PI-81	9 + 985.704	70.00	Cumple	45	70.00	Cumple
PI-82	10 + 109.800	260.00	Cumple	45	260.00	Cumple
PI-83	10 + 248.552	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-84	10 + 367.442	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-85	10 + 471.939	70.00	Cumple	45	70.00	Cumple
PI-86	10 + 631.912	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-87	10 + 815.286	130.00	Cumple	45	130.00	Cumple
PI-88	10 + 900.865	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-89	11 + 061.546	380.00	Cumple	45	380.00	Cumple
PI-90	11 + 376.073	400.00	Cumple	45	400.00	Cumple
PI-91	11 + 484.201	400.00	Cumple	45	400.00	Cumple
PI-92	11 + 671.498	180.00	Cumple	45	180.00	Cumple
PI-93	11 + 802.239	180.00	Cumple	45	180.00	Cumple
PI-94	12 + 000.385	90.00	Cumple	45	90.00	Cumple
PI-95	12 + 210.597	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-96	12 + 405.225	70.00	Cumple	45	70.00	Cumple
PI-97	12 + 512.944	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-98	12 + 694.022	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-99	12 + 813.515	70.00	Cumple	45	70.00	Cumple
PI-100	12 + 918.980	250.00	Cumple	45	250.00	Cumple
PI-101	13 + 254.349	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-102	13 + 350.864	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple
PI-103	13 + 434.898	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-104	13 + 641.658	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-105	13 + 733.856	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-106	13 + 854.893	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-107	14 + 044.582	500.00	Cumple	45	500.00	Cumple
PI-108	14 + 176.697	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple
PI-109	14 + 341.329	350.00	Cumple	45	350.00	Cumple
PI-110	14 + 455.196	500.00	Cumple	45	500.00	Cumple
PI-111	14 + 597.238	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-112	14 + 691.415	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-113	14 + 764.950	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-114	14 + 839.308	90.00	Cumple	45	90.00	Cumple
PI-115	15 + 038.123	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-116	15 + 264.440	400.00	Cumple	45	400.00	Cumple
PI-117	15 + 377.852	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple
PI-118	15 + 767.350	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-119	15 + 963.995	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-120	16 + 077.731	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-121	16 + 157.592	40.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-122	16 + 302.972	400.00	Cumple	45	400.00	Cumple
PI-123	16 + 443.617	110.00	Cumple	45	110.00	Cumple
PI-124	16 + 535.981	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-125	16 + 628.944	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-126	16 + 712.081	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-127	16 + 863.447	50.00	Cumple	45	50.00	Cumple
PI-128	16 + 943.331	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-129	17 + 126.280	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-130	17 + 196.463	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple
PI-131	17 + 247.754	200.00	Cumple	45	200.00	Cumple

PI-132	17 + 331.797	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-133	17 + 401.227	26.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-134	17 + 444.297	30.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-135	17 + 546.220	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-136	17 + 616.809	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-137	17 + 705.054	100.00	Cumple	45	100.00	Cumple
PI-138	17 + 834.879	120.00	Cumple	45	120.00	Cumple
PI-139	17 + 976.086	40.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-140	18 + 128.991	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-141	18 + 203.352	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-142	18 + 298.436	80.00	Cumple	45	80.00	Cumple
PI-143	18 + 396.118	60.00	Cumple	45	60.00	Cumple
PI-144	18 + 476.006	30.00	No Cumple	45	30.00	Cumple
PI-145	18 + 547.628	25.00	No Cumple	45	25.00	Cumple
PI-146	18 + 624.172	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-147	18 + 771.844	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-148	18 + 942.496	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple
PI-149	19 + 102.626	150.00	Cumple	45	150.00	Cumple
PI-150	19 + 264.489	400.00	Cumple	45	400.00	Cumple
PI-151	19 + 542.481	30.00	No Cumple	45	50.00	Cumple
PI-152	19 + 639.794	300.00	Cumple	45	300.00	Cumple

Nota: De acuerdo con la evaluación geométrica del alineamiento horizontal, varios PI del trazado existente presentan radios inferiores al radio mínimo normativo ($R_{min} = 45$ m), por lo que no cumplen con los criterios de diseño vial. La propuesta corrige dichas deficiencias mediante el incremento de radios a valores $\geq R_{min}$ (principalmente 50 m o mayores), logrando el cumplimiento normativo en todos los PI intervenidos, mejorando la seguridad vial, la comodidad de circulación y la coherencia geométrica del trazado (MTC, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico).

Tabla 37

Verificación de Sa Requeridos de Propuesta de Mejoramiento

Curva		Datos				Propuesta				
Nº PI	Progresiva	RADIO (m)	Nº Carril	L (m)	Sa existente (m)	Sa Nuevo	Sa Min	Verificación	Sa requerido(m)	verificación
PI-1	0 + 097.052	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-2	0 + 356.756	270.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.66	Cumple
PI-3	0 + 454.032	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-4	0 + 536.811	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-5	0 + 642.436	125.00	2.00	10.55	0.60	1.50	0.40	Cumple	1.25	Cumple
PI-6	0 + 954.097	130.00	2.00	10.55	0.60	1.50	0.40	Cumple	1.21	Cumple
PI-7	1 + 060.851	281.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.63	Cumple
PI-8	1 + 303.501	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-9	1 + 582.696	147.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.09	Cumple
PI-10	1 + 925.039	385.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.49	Cumple
PI-11	2 + 111.498	470.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.42	Cumple
PI-12	2 + 496.465	67.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.16	Cumple
PI-13	2 + 566.008	70.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.08	Cumple
PI-14	2 + 667.659	180.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.92	Cumple
PI-15	2 + 790.168	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple
PI-16	2 + 931.345	235.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.73	Cumple
PI-17	3 + 109.436	75.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.95	Cumple
PI-18	3 + 239.153	110.00	2.00	10.55	0.90	1.60	0.40	Cumple	1.40	Cumple
PI-19	3 + 327.270	130.00	2.00	10.55	0.60	1.50	0.40	Cumple	1.21	Cumple
PI-20	3 + 445.294	74.00	2.00	10.55	0.90	2.10	0.40	Cumple	1.98	Cumple
PI-21	3 + 523.157	55.00	2.00	10.55	1.20	2.80	0.40	Cumple	2.58	Cumple
PI-22	3 + 633.527	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-23	3 + 734.284	86.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.73	Cumple
PI-24	3 + 853.969	50.00	2.00	10.55	1.50	3.00	0.40	Cumple	2.82	Cumple
PI-25	3 + 965.347	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-26	4 + 038.859	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple

PI-27	4 + 156.209	39.00	2.00	10.55	1.80	3.60	0.40	Cumple	3.55	Cumple
PI-28	4 + 211.434	96.00	2.00	10.55	0.90	1.70	0.40	Cumple	1.57	Cumple
PI-29	4 + 317.482	40.00	2.00	10.55	1.50	3.60	0.40	Cumple	3.47	Cumple
PI-30	4 + 355.765	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-31	4 + 495.131	67.00	2.00	10.55	1.20	2.30	0.40	Cumple	2.16	Cumple
PI-32	4 + 563.727	100.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-33	4 + 637.495	47.00	2.00	10.55	1.50	3.10	0.40	Cumple	2.98	Cumple
PI-34	4 + 697.611	50.00	2.00	10.55	1.50	3.00	0.40	Cumple	2.82	Cumple
PI-35	4 + 799.394	90.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.66	Cumple
PI-36	4 + 900.649	66.00	2.00	10.55	1.20	2.30	0.40	Cumple	2.19	Cumple
PI-37	4 + 963.215	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-38	5 + 069.556	270.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.66	Cumple
PI-39	5 + 410.094	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-40	5 + 553.984	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-41	5 + 692.172	68.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.13	Cumple
PI-42	5 + 832.589	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-43	5 + 930.157	46.00	2.00	10.55	1.50	3.20	0.40	Cumple	3.04	Cumple
PI-44	5 + 988.979	53.00	2.00	10.55	1.20	2.80	0.40	Cumple	2.67	Cumple
PI-45	6 + 044.650	54.00	2.00	10.55	1.20	2.80	0.40	Cumple	2.63	Cumple
PI-46	6 + 088.419	40.00	2.00	10.55	1.50	3.60	0.40	Cumple	3.47	Cumple
PI-47	6 + 119.715	40.00	2.00	10.55	1.50	3.60	0.40	Cumple	3.47	Cumple
PI-48	6 + 185.145	225.00	2.00	10.55	0.60	0.90	0.40	Cumple	0.76	Cumple
PI-49	6 + 411.426	180.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.92	Cumple
PI-50	6 + 486.462	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple
PI-51	6 + 545.933	120.00	2.00	10.55	0.90	1.30	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-52	6 + 652.406	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-53	6 + 933.795	72.00	2.00	10.55	1.20	2.20	0.40	Cumple	2.03	Cumple
PI-54	7 + 005.473	40.00	2.00	10.55	1.50	3.60	0.40	Cumple	3.47	Cumple
PI-55	7 + 062.805	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-56	7 + 364.967	14.32	2.00	10.55	2.00	10.50	0.40	Cumple	10.33	Cumple
PI-57	7 + 387.519	14.22	2.00	10.55	2.00	10.50	0.40	Cumple	10.43	Cumple
PI-58	7 + 511.291	14.15	2.00	10.55	2.00	10.60	0.40	Cumple	10.50	Cumple
PI-59	7 + 533.604	14.15	2.00	10.55	2.00	10.60	0.40	Cumple	10.50	Cumple

PI-60	7 + 612.642	100.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-61	7 + 704.696	100.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-62	7 + 796.984	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-63	7 + 945.175	170.00	2.00	10.55	0.60	1.10	0.40	Cumple	0.96	Cumple
PI-64	8 + 048.337	100.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-65	8 + 135.923	130.00	2.00	10.55	0.60	1.40	0.40	Cumple	1.21	Cumple
PI-66	8 + 284.723	400.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.48	Cumple
PI-67	8 + 457.865	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-68	8 + 702.969	30.00	2.00	10.55	2.00	4.80	0.40	Cumple	4.56	Cumple
PI-69	8 + 778.430	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-70	8 + 846.286	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-71	8 + 902.294	50.00	2.00	10.55	1.50	3.00	0.40	Cumple	2.82	Cumple
PI-72	9 + 095.124	180.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.92	Cumple
PI-73	9 + 223.848	14.78	2.00	10.55	2.00	10.00	0.40	Cumple	9.90	Cumple
PI-74	9 + 247.178	14.07	2.00	10.55	2.00	10.70	0.40	Cumple	10.59	Cumple
PI-75	9 + 347.211	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-76	9 + 440.889	14.29	2.00	10.55	2.00	10.50	0.40	Cumple	10.36	Cumple
PI-77	9 + 463.657	13.07	2.00	10.55	2.00	12.00	0.40	Cumple	11.82	Cumple
PI-78	9 + 523.099	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-79	9 + 659.310	90.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.66	Cumple
PI-80	9 + 733.265	90.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.66	Cumple
PI-81	9 + 985.704	70.00	2.00	10.55	1.20	2.20	0.40	Cumple	2.08	Cumple
PI-82	10 + 109.800	260.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.68	Cumple
PI-83	10 + 248.552	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-84	10 + 367.442	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-85	10 + 471.939	70.00	2.00	10.55	1.20	2.30	0.40	Cumple	2.08	Cumple
PI-86	10 + 631.912	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-87	10 + 815.286	130.00	2.00	10.55	0.60	1.50	0.40	Cumple	1.21	Cumple
PI-88	10 + 900.865	100.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-89	11 + 061.546	380.00	2.00	10.55	0.30	0.80	0.40	Cumple	0.50	Cumple
PI-90	11 + 376.073	400.00	2.00	10.55	0.30	0.80	0.40	Cumple	0.48	Cumple
PI-91	11 + 484.201	400.00	2.00	10.55	0.30	0.80	0.40	Cumple	0.48	Cumple
PI-92	11 + 671.498	180.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.92	Cumple

PI-93	11 + 802.239	180.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.92	Cumple
PI-94	12 + 000.385	90.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.66	Cumple
PI-95	12 + 210.597	120.00	2.00	10.55	0.90	1.50	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-96	12 + 405.225	70.00	2.00	10.55	1.20	2.20	0.40	Cumple	2.08	Cumple
PI-97	12 + 512.944	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-98	12 + 694.022	100.00	2.00	10.55	0.90	1.70	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-99	12 + 813.515	70.00	2.00	10.55	1.20	2.20	0.40	Cumple	2.08	Cumple
PI-100	12 + 918.980	250.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.70	Cumple
PI-101	13 + 254.349	100.00	2.00	10.55	0.90	1.60	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-102	13 + 350.864	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-103	13 + 434.898	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-104	13 + 641.658	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-105	13 + 733.856	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-106	13 + 854.893	100.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-107	14 + 044.582	500.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.40	Cumple
PI-108	14 + 176.697	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-109	14 + 341.329	350.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.53	Cumple
PI-110	14 + 455.196	500.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.40	Cumple
PI-111	14 + 597.238	120.00	2.00	10.55	0.90	1.50	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-112	14 + 691.415	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-113	14 + 764.950	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple
PI-114	14 + 839.308	90.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.66	Cumple
PI-115	15 + 038.123	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple
PI-116	15 + 264.440	400.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.48	Cumple
PI-117	15 + 377.852	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-118	15 + 767.350	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-119	15 + 963.995	120.00	2.00	10.55	0.90	1.50	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-120	16 + 077.731	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-121	16 + 157.592	40.00	2.00	10.55	1.50	3.60	0.40	Cumple	3.47	Cumple
PI-122	16 + 302.972	400.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.48	Cumple
PI-123	16 + 443.617	110.00	2.00	10.55	0.90	1.60	0.40	Cumple	1.40	Cumple
PI-124	16 + 535.981	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-125	16 + 628.944	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple

PI-126	16 + 712.081	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-127	16 + 863.447	50.00	2.00	10.55	1.50	3.00	0.40	Cumple	2.82	Cumple
PI-128	16 + 943.331	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-129	17 + 126.280	120.00	2.00	10.55	0.90	1.50	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-130	17 + 196.463	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-131	17 + 247.754	200.00	2.00	10.55	0.60	1.00	0.40	Cumple	0.84	Cumple
PI-132	17 + 331.797	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-133	17 + 401.227	26.00	2.00	10.55	2.00	5.50	0.40	Cumple	5.26	Cumple
PI-134	17 + 444.297	30.00	2.00	10.55	2.00	4.70	0.40	Cumple	4.56	Cumple
PI-135	17 + 546.220	120.00	2.00	10.55	0.90	1.40	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-136	17 + 616.809	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-137	17 + 705.054	100.00	2.00	10.55	0.90	1.80	0.40	Cumple	1.52	Cumple
PI-138	17 + 834.879	120.00	2.00	10.55	0.90	1.50	0.40	Cumple	1.29	Cumple
PI-139	17 + 976.086	40.00	2.00	10.55	1.50	3.60	0.40	Cumple	3.47	Cumple
PI-140	18 + 128.991	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-141	18 + 203.352	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-142	18 + 298.436	80.00	2.00	10.55	0.90	2.00	0.40	Cumple	1.84	Cumple
PI-143	18 + 396.118	60.00	2.00	10.55	1.20	2.50	0.40	Cumple	2.39	Cumple
PI-144	18 + 476.006	30.00	2.00	10.55	2.00	2.80	0.40	Cumple	4.56	Cumple
PI-145	18 + 547.628	25.00	2.00	10.55	2.00	5.60	0.40	Cumple	5.47	Cumple
PI-146	18 + 624.172	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-147	18 + 771.844	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple
PI-148	18 + 942.496	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple
PI-149	19 + 102.626	150.00	2.00	10.55	0.60	1.20	0.40	Cumple	1.07	Cumple
PI-150	19 + 264.489	400.00	2.00	10.55	0.30	0.60	0.40	Cumple	0.48	Cumple
PI-151	19 + 542.481	30.00	2.00	10.55	1.20	4.80	0.40	Cumple	4.56	Cumple
PI-152	19 + 639.794	300.00	2.00	10.55	0.60	0.80	0.40	Cumple	0.60	Cumple

Nota: El sobreancho propuesto en todas las curvas es $\geq$ Sa mínimo y $\geq$ Sa requerido, por lo que cumple con el Manual de Carreteras: Diseño

Geométrico – MTC, asegurando condiciones adecuadas de seguridad y operación.

5.4.JUSTIFICACION INTEGRAL DE LA TESIS

La presente investigación titulada “Impacto del diseño geométrico en los accidentes de tránsito en la carretera Pachar–Huarcocondo, Cusco 2025” se justifica por la necesidad técnica, social y académica de analizar de manera integral la seguridad vial en una carretera de segunda clase ubicada en una zona de orografía accidentada, donde la ocurrencia de accidentes de tránsito representa un problema recurrente que afecta directamente a la población usuaria y al desarrollo socioeconómico de la región.

Desde el punto de vista social, la investigación se justifica porque los accidentes de tránsito generan pérdidas humanas, lesiones permanentes, daños materiales y elevados costos económicos para las familias, el sistema de salud y el Estado.. En este contexto, identificar las deficiencias del diseño geométrico y su relación con la accidentabilidad permite contribuir directamente a la mejora de la seguridad vial y a la protección de la vida humana, lo cual constituye una prioridad social.

Desde el punto de vista técnico y práctico, la tesis se justifica porque proporciona un diagnóstico detallado del estado geométrico de la vía, evaluando parámetros fundamentales como radios de curvatura, longitudes de curva, tramos tangentes, pendientes longitudinales, peraltes, sobreechancho, distancias de visibilidad y sección transversal, conforme a los criterios establecidos en el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Los resultados obtenidos permiten identificar tramos que no cumplen con la normativa vigente y que coinciden con los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), constituyéndose en una herramienta técnica objetiva para la toma de decisiones en la gestión vial. Asimismo, la propuesta de mejoramiento planteada se sustenta en resultados reales, lo que la hace viable, aplicable y replicable en vías similares de la región.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se justifica por el empleo de un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y muestreo censal, lo cual permite analizar la totalidad del tramo vial y los 44 accidentes registrados durante el periodo de estudio. Esta metodología garantiza la validez interna de los resultados, al eliminar el error muestral y permitir una correspondencia directa entre las condiciones geométricas de la vía y los eventos de accidentabilidad. Además, el uso de estudios complementarios de tráfico, topografía y fotogrametría fortalece la confiabilidad del análisis y respalda técnicamente las conclusiones alcanzadas.

Desde el punto de vista teórico y académico, la tesis se justifica porque contribuye al fortalecimiento del conocimiento relacionado con la seguridad vial y el diseño geométrico de carreteras en contextos rurales y de topografía accidentada, donde las condiciones de operación difieren significativamente de las vías urbanas o de terreno plano. El estudio aporta evidencia empírica que confirma que las deficiencias del diseño geométrico influyen significativamente en la ocurrencia de accidentes de tránsito, reforzando teorías y estudios previos a nivel nacional e internacional. Asimismo, establece una base metodológica que puede ser utilizada en futuras investigaciones similares, ampliando el marco de referencia para la ingeniería de transportes.

Finalmente, la investigación se justifica porque sus resultados permiten sustentar técnicamente la necesidad de intervenciones correctivas en el diseño geométrico, priorizando la seguridad vial sobre criterios meramente operativos o económicos. En ese sentido, la tesis no solo describe un problema existente, sino que plantea soluciones técnicas orientadas a reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito, contribuyendo al desarrollo sostenible de la infraestructura vial en la región Cusco.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.CONCLUSIONES

La investigación concluye que el diseño geométrico actual de la carretera Pachar-Huarocondo influye de manera significativa en la elevada incidencia de accidentes de tránsito (ADT) registrados en el tramo de estudio. Si bien la vía se encuentra formalmente clasificada como una carretera de segunda clase, emplazada en una orografía accidentada (Tipo 4), el diseño geométrico existente opera con una velocidad de diseño de 40 km/h, valor inferior al rango establecido por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, que recomienda velocidades entre 50 y 80 km/h para este tipo de vías. Esta discrepancia evidencia inconsistencias normativas en el diseño, las cuales repercuten negativamente en las condiciones de seguridad vial y contribuyen al incremento del riesgo de ocurrencia de accidentes.

El análisis de las características geométricas de la vía evidenció deficiencias críticas estrechamente vinculadas con la ocurrencia de accidentes de tránsito (ADT), identificándose al despiste como el tipo de accidente predominante, representando el 45% del total de eventos registrados en el periodo 2022–2025. En el alineamiento horizontal, se determinó que aproximadamente el 99% de las curvas no cumplen con la longitud mínima de curva ($L_{min} = 120$ m) exigida para una velocidad de diseño de 40 km/h, mientras que el 14% presenta radios de curvatura menores al radio mínimo ($R_{min} = 45$ m) establecido por la normativa vigente. Asimismo, en el trazado en planta, el 48% de los tramos en tangente no cumple con la longitud mínima admisible, afectando la continuidad y consistencia del diseño geométrico. En cuanto a la sección transversal, se verificó que el 96% de las curvas no cumple con el sobreebancho requerido según el vehículo de diseño y la velocidad adoptada, situación que se

ve agravada por el incumplimiento total (100%) del ancho de bermas, cuyo valor existente promedio (0.50 m a 0.60 m) es inferior al mínimo normativo de 1.20 m. Finalmente, se identificó que el 14% de las curvas presenta valores de peralte superiores al peralte máximo normal permitido (8%), lo que incrementa el riesgo de inestabilidad vehicular.

La evaluación de los parámetros de visibilidad evidenció que la insuficiencia de distancias adecuadas incrementa significativamente el riesgo para los usuarios de la vía. En los tramos rectos, se determinó que el 98% del alineamiento no cumple con la distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a), siendo la distancia mínima requerida de 317.45 m para una velocidad de diseño de 40 km/h, según la normativa DG-2018. Asimismo, en relación con la distancia de visibilidad de parada (D_p), fundamental para la percepción, reacción y frenado del conductor, se identificó que el 14% de los tramos en pendiente positiva (+i) y el 11% de los tramos en pendiente negativa (-i) no cumplen con las distancias mínimas exigidas para dicha velocidad, lo que constituye un factor de riesgo adicional para la seguridad vial.

La identificación de las inconsistencias geométricas y de visibilidad fundamenta la necesidad de implementar medidas correctivas orientadas a la reducción de la accidentalidad. La propuesta de mejoramiento se enfoca en la adecuación del diseño geométrico para optimizar el alineamiento horizontal, las pendientes y la señalización vial. Las principales acciones contemplan la ampliación de radios en los tramos que no cumplen con el radio mínimo (R_{min}) y el incremento de los sobreanchos conforme a los valores normativos, priorizando la intervención en los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA).

6.2.RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar un mejoramiento geométrico en curvas, priorizando los 21 puntos donde el radio actual es menor al mínimo permitido ($R_{min} = 45 \text{ m}$) mediante la ampliación de radios. Asimismo, en las curvas horizontales, especialmente en los Tramos de Concentración de Accidentes, se debe incrementar el sobreancho conforme a la normativa DG-2018, corrigiendo el incumplimiento presente en la mayoría de las curvas. Adicionalmente, las curvas con radios menores a 150 m deben incorporar curvas de transición (clotoides), a fin de controlar progresivamente la fuerza centrífuga y mejorar la seguridad y comodidad de los usuarios.
2. Se recomienda mejorar la sección transversal de la vía, priorizando la construcción de bermas funcionales que cumplan con el ancho mínimo de 1.20 m, considerando que el incumplimiento total de este elemento está asociado a la alta incidencia de despistes (45 %). Asimismo, se debe corregir el peralte en las curvas que exceden el máximo permitido (8 %), garantizando condiciones seguras de circulación. Adicionalmente, es necesaria la implementación de obras de protección pasiva, como barandas y muros de contención, especialmente en los Tramos de Concentración de Accidentes y zonas vulnerables con presencia de caída de rocas, a fin de reducir el riesgo de accidentes.
3. Se recomienda optimizar la visibilidad y la señalización de la vía, mediante la limpieza y adecuación de taludes y elementos laterales en los tramos donde la distancia de visibilidad de parada no cumple con los valores mínimos, especialmente en sectores en subida (14 %) y bajada (11 %). Asimismo, se debe implementar señalización horizontal y vertical preventiva que advierta la insuficiente distancia de visibilidad de

adelantamiento, presente en la mayor parte de la vía, además de señalizar la velocidad máxima de 40 km/h en los sectores críticos como medida de seguridad temporal mientras se ejecutan las mejoras geométricas correspondientes.

4. Se recomienda fortalecer la gestión vial y el mantenimiento futuro mediante la reevaluación de la velocidad de diseño, ajustándola a las condiciones geométricas reales en los tramos donde no sea posible la ampliación, Asimismo, se insta a la Municipalidad Distrital y a las entidades competentes a mantener una base de datos de accidentes actualizada y georreferenciada, que permita identificar y priorizar continuamente nuevos puntos críticos. En este contexto, la vía debe entenderse como un sistema que requiere calibración permanente, donde las acciones propuestas buscan corregir o compensar las deficiencias geométricas para garantizar seguridad y predictibilidad en la operación vial.

CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, J. R. (2009). *Ingeniería de Pavimentos - Materiales, Diseño y Conservación*. lima: ICG.@icgmail.org.
- Acurio, M. ,. (2009). *Ingeniería de Pavimentos - Materiales, Diseño y Conservación*. Lima: ICG.@icgmail.org.
- Ardila, J. (2019). *Estudio patologico por humedades en los muros exteriores e interiores en las casa que conforman el conjunto residencial guazuca en el municipio de Guasca*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20826/2019jorgeardila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coras. (2014). Movimiento del agua freática y concentración de sales en suelos agrícolas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000400001
- Fonseca Montejo, A. (2002). *Inginieria de pavimentos para carreteras* . Bogota: Universidad Catolica de colombia.
- Fonseca Montejo, A. (2002). *Inginieria de pavimentos para carreteras* . Bogota: Universidad Catolica de colombia.
- Garcia, & Tapia, M. A. (2004). *Pavimentos*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Garcia, M., & Tapia, M. A. (2004). *Pavimentos* . Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Gavilan. (2022). *Efectos del nivel de freaico en el calculo de la capacidad portante para sementaciones* . Huancayo. Obtenido de

https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5531/T037_43516930_T.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gillespie, T., Paterson, W., & Sayers, M. (1986). *Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements*.

Gutiérrez Ruiz, T., & Arce, M. (2004). *Índice de regularidad internacional.pdf*.

Martíne, Sabogal, S., & Campagnoli, S. X. (2022). *Fundamentos para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Carreteras*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Martínez, F., Sabogal, S., & Campagnoli, S. X. (2022). *Fundamentos para el Diseño de Pavimentos Asfálticos en Carreteras*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Menéndez, J. R. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*. Lima: Copyright © Organización Internacional del Trabajo 2003.

Merino, & Ruiz. (2015). *Diseño de cimentaciones superficiales iostaticas soportadas por programas de simulacion computarizado*.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2016). *Manual de ensayo de materiles*. Lima: MTC.

Pérez, A. M. (jueves de julio de 2013 - 2019). *Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en México*. Obtenido de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en México: <https://www.gob.mx/imt/es/articulos/indice-de-rugosidad-internacional-iri-en-mexico>

Pérez, A., Díaz, M., & Abarca, E. (Jueves de Julio de 2019). *Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en México*. Obtenido de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en México: <https://www.gob.mx/imt/es/articulos/indice-de-rugosidad-internacional-iri-en-mexico>

TECNICOS, S. D. (2017). *MMP. MÉTODOS DE MUESTREO-Superficie de Rodadura*. Ciudad de México: www.GOB.MX/SCT.

Vargas Badilla, G. (Lunes de Septiembre de 2009). IV Infraestructura Vial. *Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*, págs. 30-37.

Vargas, I. G. (Lunes de septiembre de 2009). IV Infraestructura Vial. *Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*, págs. pp. 30-37.

VARIABLES DE LA	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ES
-----------------	-----------------------	------------------------	-------------	-------------	----

INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE: X: INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRANSITO	La incidencia de accidentes de tránsito se refiere a la frecuencia con la que ocurren colisiones o eventos de tránsito en un área o período determinado, considerando factores como el número de accidentes registrados, su gravedad y las características del entorno vial. Este concepto se utiliza para analizar patrones, identificar factores de riesgo y desarrollar estrategias de prevención. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los accidentes de tránsito son "hechos repentinos e involuntarios que ocurren en las vías públicas y que pueden implicar lesiones, daños materiales o pérdidas humanas" (OMS, 2018).	Esta se medirá a través de los siguientes indicadores: Frecuencia de accidentes: Número total de accidentes reportados en un período de tiempo específico (mensual o anual). Gravedad de los accidentes: Clasificación en accidentes leves, graves o fatales, basada en los reportes oficiales. Tipo de accidente: Clasificación según su naturaleza (choques, volcaduras, atropellos, entre otros). Ubicación de los accidentes: Identificación de los tramos o segmentos de la carretera donde se producen con mayor frecuencia. Estos datos serán recolectados de registros oficiales, como informes policiales y reportes de tránsito, siguiendo las recomendaciones metodológicas propuestas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que considera los accidentes de tránsito como eventos medibles en términos de su frecuencia y características específicas (OMS, 2018).	Clasificación y cuantificación	Ahuellamiento	ORDINAL
				Depresiones o hundimientos longitudinales	ORDINAL
				Depresiones o hundimientos transversales	ORDINAL
				Fisura longitudinal por fatiga	ORDINAL
				fisuras piel de cocodrilo	ORDINAL
				Bacheos y Parcheos	ORDINAL
				Fisura longitudinal de junta de construcción	ORDINAL
				Fisura transversal de junta de construcción.	ORDINAL
			Daños superficiales		ORDINAL
					ORDINAL
				Fisura de Borde	ORDINAL
				Deformación	ORDINAL
				Ojos de pescado	ORDINAL
				Perdida de película ligante	ORDINAL
				Perdida de agregado	ORDINAL
				Descascaramiento	ORDINAL
			Frecuencia y Caracterización de Accidentes	Pulimento de agregado	ORDINAL
				Exudación	ORDINAL
					ORDINAL
				Frecuencia	ORDINAL
				Gravedad	ORDINAL
				Tipo	ORDINAL
				Ubicación	ORDINAL
				Condiciones de Tiempo y Tráfico	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL

VARIABLE DEPENDIENTE: Y:DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA	El diseño geométrico de una carretera se refiere al conjunto de características físicas y dimensionales de una vía, diseñadas para garantizar su funcionalidad, seguridad y comodidad para los usuarios. Incluye elementos como alineaciones horizontales y verticales, ancho de la calzada, pendientes, curvas, intersecciones y señalización. Según Garber y Hoel (2014), "el diseño geométrico de una carretera establece las especificaciones físicas y geométricas que afectan la capacidad, la seguridad y la operatividad de la vía, en función de las características del terreno, los usuarios y el tipo de tránsito esperado".	El diseño geométrico de la carretera, en el contexto de este estudio: Estas características incluyen: Curvaturas: Medidas en términos del radio de las curvas presentes en la vía. Pendientes: Calculadas en porcentajes de inclinación longitudinal y transversal. Ancho de la calzada: Medido en metros, considerando los carriles y los hombros de la carretera. Intersecciones: Número, tipo y condiciones físicas. Señalización y visibilidad: Presencia, calidad y ubicación de señales horizontales y verticales. Estos indicadores serán analizados mediante herramientas de ingeniería vial y métodos estadísticos para identificar su relación con la frecuencia y gravedad de los accidentes. Según AASHTO (2011),	comodidad	Serviciabilidad del pavimento flexible	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
				Reducción de la adherencia entre la calzada y los neumáticos de los vehículos.	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
			seguridad	Exceso de defectos superficiales.	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
				Evaluación de daños de la carpeta de rodadura	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
				Capacidad estructural inadecuada para las solicitudes del tránsito previsto	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
			Características Geométricas	Incomodidad para la circulación vehicular	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
				Curvaturas Y Pendientes	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
				Ancho de Calzada e Intersecciones	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL
				Señalización y Visibilidad	ORDINAL
					ORDINAL
					ORDINAL

8.2.MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA	INSTRUMENTOS
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente:	• ENFOQUE Cuantitativo • NIVEL Descriptiva • TIPO Aplicativo • DISEÑO No Experimental • POBLACION Pavimentos Flexibles • MUESTRA Pachar-Huarocondo	• Ficha de observación de campo • Restitución fotogramétrica con Agisoft Metashape • AutoCAD Civil 3D • Microsoft Excel • ESTACION TOTAL LEICA TS07 • GNSS DIFERENCIAL TRIMBLE R8 MODELO 3 • DJI Drone- Phantom 4 RTK SE • WINCHA
¿Cómo influye el diseño geométrico de la carretera Pachar- Huarocondo en la incidencia de accidentes de tránsito registrados durante el año 2025	Analizar el impacto del diseño geométrico de la carretera Pachar-Huarocondo en la incidencia de accidentes de tránsito registrados durante el año 2025, con el fin de identificar deficiencias y proponer mejoras que incrementen la seguridad vial.	El diseño geométrico de la carretera Pachar-Huarocondo influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito durante el año 2025, debido a deficiencias en sus características geométricas y en su interacción con otros factores viales.	X: INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRANSITO Indicadores: • Frecuencia • Gravedad • Tipo • Taludes		
Problema específico:	Objetivo específico:	Hipótesis específica:	Variable Dependiente:		
¿Qué características del diseño geométrico de la carretera (curvaturas, pendientes, ancho de calzada, intersecciones) presentan mayor relación con la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025?	Identificar las características del diseño geométrico de la carretera (curvaturas, pendientes, ancho de calzada, intersecciones) que presentan mayor relación con los accidentes de tránsito registrados en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025.	Las características geométricas inadecuadas, como curvas pronunciadas, pendientes excesivas y un ancho de calzada insuficiente, están directamente relacionadas con la alta incidencia de accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo durante el año 2025.	Y: DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA Indicadores: • Curvaturas • Pendientes • Ancho de calzada • Intersecciojnes • Señalización		
¿Cómo afecta la señalización y visibilidad de la carretera, en combinación con su diseño geométrico, a la seguridad de los usuarios en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025?	Evaluar la influencia de la señalización y la visibilidad, en combinación con el diseño geométrico de la carretera, en la seguridad de los usuarios en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025.	La falta de señalización adecuada y la limitada visibilidad en tramos específicos de la carretera, en combinación con su diseño geométrico, incrementan los riesgos de accidentes de tránsito.			
¿Qué deficiencias del diseño geométrico pueden ser corregidas para disminuir la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025?	Proponer medidas de mejora en el diseño geométrico y en la gestión vial de la carretera para reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025.	La implementación de mejoras en el diseño geométrico, como la optimización de las curvas, pendientes y señalización, podría reducir significativamente la frecuencia y gravedad de los accidentes en la carretera Pachar-Huarocondo, Cusco 2025.			

8.3.PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFIA N°1:Inicio Del Vuelo Fotogrametrico



FOTOGRAFIA N°2: Instalación del GPS Diferencial para que trabaje en modo PPK



FOTOGRAFIA N°3: Ubicación de puntos de Foto control (BM-09)



FOTOGRAFIA N°4: Ubicación de puntos de Foto control (BM-11)



FOTOGRAFIA N°5: Punto De Cambio Para El Vuelo Fotogramétrico



FOTOGRAFIA N°6: Ubicación de puntos de Foto control (BM-15)



FOTOGRAFIA N°7: Corroboración de las bermas en campo



FOTOGRAFIA N°8: Verificación de la velocidad Máxima Permitida en Campo



FOTOGRAFIA N°9: Verificación de las pendientes en Campo



FOTOGRAFIA N°10: Zona donde se Registraron la Mayor cantidad de Accidentes



FOTOGRAFIA N°11: Verificación de las cunetas



FOTOGRAFIA N°2: Registro con el GPS de la dinas – para su posterior restitución



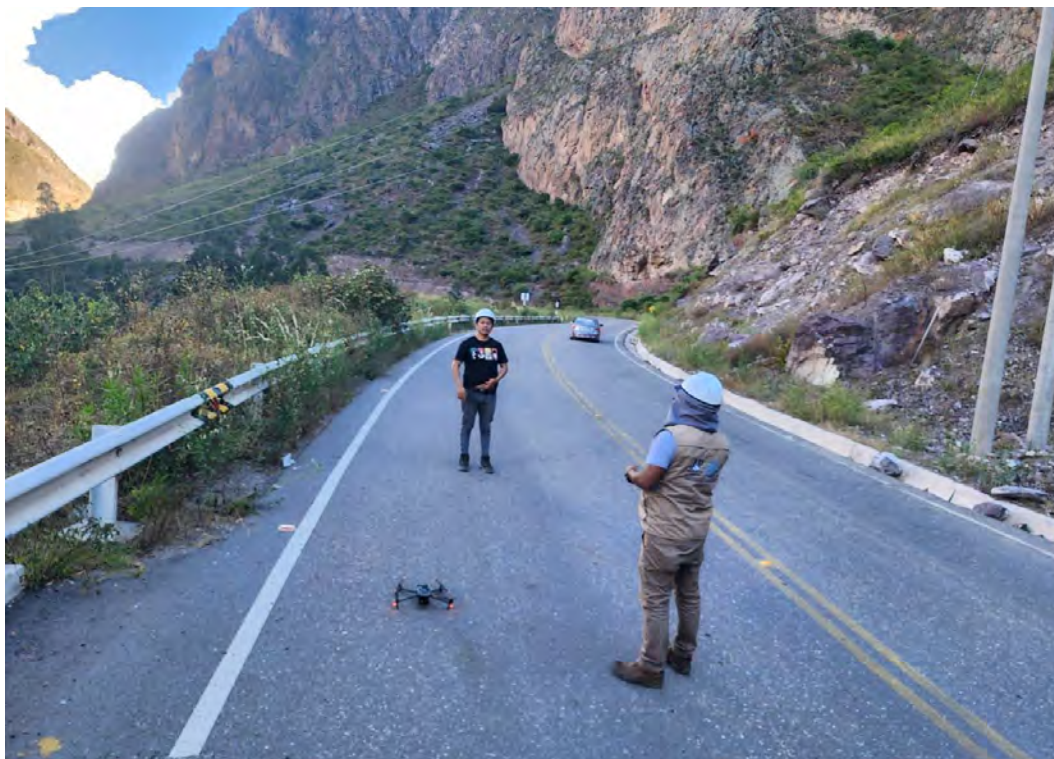
FOTOGRAFIA N°2: Pintado de las Dinas



FOTOGRAFIA N°2: Vuelo fotogrametrico Progresiva 13+770



FOTOGRAFIA N°2:Vuelo Fotogrametrico en la Progesiva 17+320



FOTOGRAFIA N°2:Finalizacion del Vuelo Fotogrametrico



8.4. ESTUDIO DE TRAFICO

FOTOGRAFIA N°2: Conteo Vehicular En La Carretera Pachar Huarucondo donde se aprecia un vehículo (B2)



FOTOGRAFIA N°2: Conteo Vehicular En La Carretera Pachar Huarucondo donde se aprecia un vehículo (C4)



FOTOGRAFIA N°2: Conteo Vehicular En La Carretera Pachar Huarucondo donde se aprecia un vehículo (T3S2)



FOTOGRAFIA N°2: Conteo Vehicular En La Carretera Pachar Huarucondo (KM-13+350)

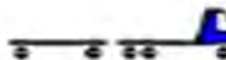


8.5.CÁLCULO DEL TRÁFICO DE DISEÑO (ESALS)

MÉTODO FATOR CAMIÓN

		Vehiculos Ligeros	CAMIONES									
		AUTOS CAMIONETAS	B2						B3-1		B4-1	
			PESO LIVIANO	PESO MEDIANO	PESO PESADO							
												
DIA			E1 (1RS) VACIO	E2 (1RS) LLENO	E1 (1RS) VACIO	E2 (1RD) LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO
Domingo	23-Mar	152	185	185	51	51	1	1	0	0	0	0
Lunes	17-Mar	162	135	135	45	45	0	0	0	0	0	0
Martes	18-Mar	187	98	98	55	55	1	1	0	0	0	0
Miercoles	19-Mar	125	190	190	44	44	0	0	0	0	0	0
Jueves	20-Mar	164	129	129	39	39	0	0	0	0	0	0
Viernes	21-Mar	203	93	93	47	47	1	1	0	0	0	0
Sabado	22-Mar	195	125	125	35	35	1	1	0	0	0	0
PESO VEHICULAR POR EJES												
PESO EJE DELANTERO (Tn)			1.10	1.50	1.50	2.30	4.80	6.40	5.10	6.50	4.5+4.5	7+7
PESO EJE PORTERIOR 1er EJE (Tn)			1.80	2.60	2.50	3.90	7.90	10.60	12.10	15.50	10.50	16.10
PESO EJE PORTERIOR 2do EJE (Tn)												
PESO EJE PORTERIOR 3er EJE (Tn)												
PESO EJE PORTERIOR 4to EJE (Tn)												
PESO TOTAL VEHICULAR			2.90	4.10	4.00	6.20	12.70	17.00	17.20	22.00	19.50	30.10
Trafico Semanal (TS)			955.00	955.00	316.00	316.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trafico Promedio Diario Semanal (TPDS)			136.43	136.43	45.14	45.14	0.57	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00

		Vehiculos													
		Ligeros		CAMIONES											
		AUTOS		C2						C3		C4		8X4	
		CAMIONET		PESO LIVIANO		PESO MEDIANO		PESO PESADO							
															
DIA				E1 (1RS)	E2 (1RS)	E1 (1RS)	E2 (1RD)								
				VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO
Domingo	23-Mar	152		7	7	37	37	1	1	9	9	1	1	0	0
Lunes	17-Mar	162		5	5	27	27	0	0	10	10	0	0	0	0
Martes	18-Mar	187		9	9	19	19	1	1	12	12	0	0	0	0
Miercoles	19-Mar	125		12	12	15	15	2	2	14	14	1	1	1	1
Jueves	20-Mar	164		8	8	31	31	1	1	7	7	1	1	0	0
Viernes	21-Mar	203		14	14	22	22	2	2	5	5	1	1	0	0
Sabado	22-Mar	195		10	10	17	17	1	1	9	9	1	1	0	0
PESO VEHICULAR POR EJES															
PESO EJE DELANTERO (Tn)				1.43	2.57	1.63	3.26	3.71	6.60	1.90	6.76	2.33	7.10	3.5+3.5	6.5+6.5
PESO EJE PORTERIOR 1er EJE (Tn)				2.37	4.23	2.69	5.39	6.13	10.90	5.20	18.24	7.67	23.00	8.00	17.50
PESO EJE PORTERIOR 2do EJE (Tn)															
PESO EJE PORTERIOR 3er EJE (Tn)															
PESO EJE PORTERIOR 4to EJE (Tn)															
PESO TOTAL VEHICULAR				3.80	6.80	4.32	8.65	9.84	17.50	7.10	25.00	10.00	30.10	15.00	30.50
Trafico Semanal (TS)				65.00	65.00	168.00	168.00	8.00	8.00	66.00	66.00	5.00	5.00	1.00	1.00
Trafico Promedio Diario Semanal (TPDS)				9.29	9.29	24.00	24.00	1.14	1.14	9.43	9.43	0.71	0.71	0.14	0.14

		Vehiculos Ligeros	Vehiculos Pesados							
			Traylers							
		AUTOS CAMIONET	C2R2		C3R2		C3R3		C4R2	
										
DIA			VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO
Domingo	23-Mar	152	0	0	0	0	0	0	0	0
Lunes	17-Mar	162	1	1	0	0	0	0	0	0
Martes	18-Mar	187	0	0	0	0	0	0	0	0
Miercoles	19-Mar	125	0	0	0	0	0	0	0	0
Jueves	20-Mar	164	0	0	0	0	0	0	0	0
Viernes	21-Mar	203	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabado	22-Mar	195	1	1	0	0	0	0	0	0
PESO VEHICULAR POR EJES										
PESO EJE DELANTERO (Tn)			3.50	6.50	3.50	7.10	3.50	7.00		7.00
PESO EJE PORTERIOR 1er EJE (Tn)			5.50	11.30	11.50	18.50	7.00	15.50		19.00
PESO EJE PORTERIOR 2do EJE (Tn)			5.50	11.20	5.00	11.00	5.50	11.00		11.00
PESO EJE PORTERIOR 3er EJE (Tn)			5.50	11.30	5.00	11.00	7.00	15.00		11.00
PESO EJE PORTERIOR 4to EJE (Tn)										
PESO TOTAL VEHICULAR			20.00	40.30	25.00	47.60	23.00	48.50	0.00	48.00
Trafico Semanal (TS)			2	2	0	0	0	0	0	0
Trafico Promedio Diario Semanal (TPDS)			0.29	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

		Vehiculos Ligeros	Vehiculos Pesados																		
			Semitraylers																		
		AUTOS CAMIONET	T2S2		T2Se2		T2S3		T2Se3		T3S1		T3S2		T3Se2		T3S3		T3Se3		
																					
DIA			VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	VACIO	LLENO	TOTAL
Domingo	23-Mar	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	740
Lunes	17-Mar	162	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	614
Martes	18-Mar	187	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	581
Miercoles	19-Mar	125	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	691
Jueves	20-Mar	164	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	608
Viernes	21-Mar	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	2	2	0	0	583
Sabado	22-Mar	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	1	1	605
PESO VEHICULAR POR EJES																					
PESO EJE DELANTERO (Tn)			3.00	7.10			6.90	3.40	6.25	3.00			7.00	3.00	8.00	2.50	5.90	4.00	7.10	4.00	
PESO EJE PORTERIOR 1er EJE (Tn)			5.00	11.30			11.00	5.00	10.50	4.00			18.00	7.00	18.80	6.50	16.00	8.00	19.20	7.00	
PESO EJE PORTERIOR 2do EJE (Tn)			7.00	18.50			10.50	11.70	25.50	4.00			11.50	7.00	18.50	4.00	10.00	12.00	26.00	5.00	
PESO EJE PORTERIOR 3er EJE (Tn)							10.50			7.00					4.00	10.00			7.00		
PESO EJE PORTERIOR 4to EJE (Tn)																					
PESO TOTAL VEHICULAR			15.00	36.90	0.00	38.90	20.10	42.25	18.00	0.00	0.00	36.50	17.00	45.30	17.00	41.90	24.00	52.30	23.00	0.00	
Trafico Semanal (TS)			2	2	0	0	3	3	1	1	0	0	10	10	1	1	8	8	2	2	
Trafico Promedio Diario Semanal (TPD)			0.29	0.29	0.00	0.00	0.43	0.43	0.14	0.14	0.00	0.00	1.43	1.43	0.14	0.14	1.14	1.14	0.29	0.29	4422.00

FACTOR DE CRECIMIENTO ESTACIONAL

FACTOR DE CRECIMIENTO ESTACIONAL			
MES	FCEm		Promedio
	Saylla	Huillque	
Enero	1.033154	1.078885	1.056000
Febrero	1.002258	1.082401	1.042300
Marzo	1.048227	1.122024	1.085100
Abril	1.197009	1.134512	1.165800
Mayo	1.087123	1.072256	1.079700
Junio	1.085906	0.904700	0.995300
Julio	1.026910	0.988543	1.007700
Agosto	0.967106	0.962398	0.964800
Setiembre	0.969674	0.960562	0.965100
Octubre	0.996550	0.968604	0.982600
Noviembre	0.959322	0.946657	0.953000
Diciembre	0.913599	0.927700	0.920600

FACTOR CARRIL

N° DE CARRILES DE TRÁFICO	% DE CAMIONES EN EL CARRIL DE DISEÑO (F. Carril)
1	100
2	90 (80-100)
3	70 (60-80)
4	62.5 (50-75)
Fcarril	90%

FACTORES DE CRECIMIENTO	
n	20
r	1.2%
FCA	22.453

ESALs

TIPOLOGIA VEHICULAR	TPDS	TPDA (TPDS*Fcest.)	TPDI (TPDA*Fcarr	FC	N18 (TPDI*FC)	ESALs 1año (N18*365)	ESALs20años
B2 Liviano	136.429	148.04	133.24	0.0060	0.80	292	6556
B2 Mediano	45.143	48.98	44.08	0.0100	0.44	161	3615
B2 Pesado	0.571	0.62	0.56	1.1290	0.63	230	5164
B3-1	0.000	0.00	0.00	1.0930	0.00	0	0
B4-1	0.000	0.00	0.00	0.8330	0.00	0	0
C2-Liviano	9.286	10.08	9.07	0.0170	0.15	55	1235
C2-Mediano	24.000	26.04	23.44	0.0140	0.33	120	2694
C2-Pesado	1.143	1.24	1.12	0.3980	0.45	164	3682
C3	9.429	10.23	9.21	0.0270	0.25	91	2043
C4	0.714	0.78	0.70	0.0600	0.04	15	337
8X4	0.143	0.16	0.14	0.1990	0.03	11	247
T2S2	0.286	0.31	0.28	0.2430	0.07	26	584
T2Se2	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0	0
T2S3	0.429	0.47	0.42	0.3970	0.17	62	1392
T2Se3	0.143	0.16	0.14	0.2170	0.03	11	247
T3S1	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0	0
T3S2	1.429	1.55	1.40	0.1830	0.26	95	2133
T3Se2	0.143	0.16	0.14	0.1770	0.02	7	157
T3S3	1.143	1.24	1.12	0.4740	0.53	193	4333
T3Se3	0.286	0.31	0.28	0.4040	0.11	40	898
C2R2	0.286	0.31	0.28	0.6580	0.18	66	1482
C3R2	0.000	0.00	0.00	0.8880	0.00	0	0
C3R3	0.000	0.00	0.00	0.4130	0.00	0	0
C4R2	0.000	0.00	0.00	0.0000	0.00	0	0
					ESALs	1639	36799
					ESALs	1.64E+03	3.68E+04

8.6.DOCUMENTOS



Municipalidad Distrital de
OLLANTAYTAMBO

"Capital Mundial de la Indianidad, Ciudad Inka Viviente"
"El Primer Pueblo con Encanto del Perú"

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"
"Wakmanta Perú suyunchikpa qullqichachiynin ayparinapaq hinallataq takyachinapaq wata"



Ollantaytambo, 03 de octubre del 2025.

CARTA N° 0101-2025-GM-MDO/U.

SEÑORES:

BRAYAN MACKARTI SUTTA AT AUSINCHI
JHEMMI PAUL CCANA VILLALVA

Bachilleres en Ingeniería Civil de la UNSAAC.

Presente.-

ASUNTO: AUTORIZACION DE TRABAJO DE INVESTIGACION.

REF. : Expediente N°3583-2025

De mi especial consideración:

Previo un cordial saludo, por el presente me dirijo a ustedes en atención a la solicitud de fecha 15 de mayo del presente año, con Expediente N° 3583 de Mesa de Partes de la Entidad, presentada por los bachilleres en Ingeniería Civil Brayan Mackarti Sutta Atausinchi y Jhemmi Paul Ccana Villalva, mediante la cual solicitan autorización para realizar la investigación de Tesis titulada: **"Impacto del Diseño Geométrico en los Accidentes de Tránsito en la Carretera Pachar – Huarocondo, Cusco 2025"**.

En tal sentido, me permito comunicarle que se **AUTORIZA** realizar su investigación de Tesis dentro de nuestra Entidad, siempre y cuando se cumplan con las siguientes condiciones:

- El estudiante deberá presentar el protocolo de investigación completo y aprobado por su universidad/institución educativa.
- La investigación deberá realizarse dentro del horario y área establecida por la municipalidad.
- Se deberá respetar la confidencialidad de la información obtenida y no divulgar datos sensibles.
- Al finalizar la investigación, el estudiante deberá entregar una copia de la tesis a la municipalidad.
- En caso de necesitar acceso a información específica, se deberá solicitar autorización previa al jefe del área correspondiente.

Adicionalmente, solicitamos que su tesis, una vez finalizada, sea presentada en formato digital para ser utilizada como material de consulta dentro de la institución.

La entidad expresa su interés institucional en el desarrollo de esta investigación, en la medida que los resultados aportarán insumos técnicos de gran importancia para identificar las causas de los accidentes de tránsito y plantear soluciones de mejora en la seguridad vial de nuestra jurisdicción.

En ese sentido, se autoriza y respalda el desarrollo del estudio en el ámbito distrital, exhortando a los investigadores a coordinar con las áreas correspondientes de la municipalidad para el acceso a información o facilidades que puedan requerir.

Sin otro particular, les deseo éxitos en el cumplimiento de sus objetivos académicos y profesionales.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OLLANTAYTAMBO

Ing. Omar Quinto Laurel
GERENTE MUNICIPAL

"Mejor Pueblo Turístico del Mundo"



Plaza Principal de Ollantaytambo

Pueblo Inka, Sonqonchispi

mdo@muniollantaytambo.gob.pe



SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

Ley N° 27806 – Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Cusco, 15 de abril de 2025

Senores:

Comisaria PNP de Huarucondo

Presente:

Los suscritos, **JHEMMI PAUL CCANA VILLALVA** con **DNI: 47493202** y **BRAYAN MACKARTI SUTTA AT AUSINCHI** con **DNI: 72717338**, domiciliados en la región Cusco, solicitamos a ustedes la siguiente información pública:

Relación de accidentes de tránsito registrados en el tramo Huarucondo - Pachar, provincia de Anta, durante los años 2022, 2023, 2024 y lo que va del 2025.

Se solicita que se consigne:

- Fecha y lugar del accidente.
- Personas afectadas (heridos/fallecidos).
- Vehículos involucrados.
- Causa probable del accidente (si existe registro).

Solicitamos que la información sea enviada al correo: 120859@UNSAAC.EDU.PE o se nos indique como recogerla.

Sin otro particular, agradecemos su atención.

Atentamente:



JHEMMI PAUL CCANA VILLALVA
DNI: 47493202



BRAYAN MACKARTI SUTTA AT AUSINCHI
DNI: 72717338

A
F: 16/04/2025
H: 11:15

SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

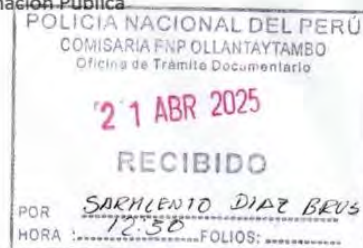
Ley N° 27806 – Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Cusco, 21 de abril de 2025

Señor:

Comisaria PNP de OLLANTAYTAMBO

Presente:



Los suscritos, **JHEMMI PAUL CCANA VILLALVA** con DNI: 47493202 y **BRAYAN MACKARTI SUTTA ATASINCHI** con DNI: 72717338, egresados de la Facultad De Ingeniería Civil de la Universidad Nacional De San Antonio Abad del Cusco, domiciliados en la región Cusco, solicitamos a ustedes la siguiente información publica:

Relación de accidentes de tránsito registrados en el tramo Huarcocondo - Pachar, provincia de Anta, durante los años 2022, 2023, 2024 y lo que va del 2025.

Se solicita que se consigne:

- Fecha y lugar del accidente.
- Personas afectadas (heridos/fallecidos).
- Vehículos involucrados.
- Causa probable del accidente (si existe registro).

Solicitamos que la información sea enviada al correo: 120859@UNSAAC.EDU.PE o se nos indique como recogerla.

Sin otro particular, agradecemos su atención.

Atentamente:

JHEMMI PAUL CCANA VILLALVA
DNI: 47493202

BRAYAN MACKARTI SUTTA ATASINCHI
DNI: 72717338

8.7. ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD

FOTOGRAFIA N°2: Comisaría De Huarucondo - Recopilación de Accidentes



FOTOGRAFIA N°2: Comisaría De Ollantaytambo - Recopilación de Accidentes



FOTOGRAFIA N°3: Accidente de tránsito dejó el saldo de una persona fallecida en la ruta Huarcocondo - Pachar.



FOTOGRAFIA N°2: accidente de tránsito ocurrió en el sector Huarcocondo, en Pachar. Los pasajeros vivieron el susto más grande de sus vidas

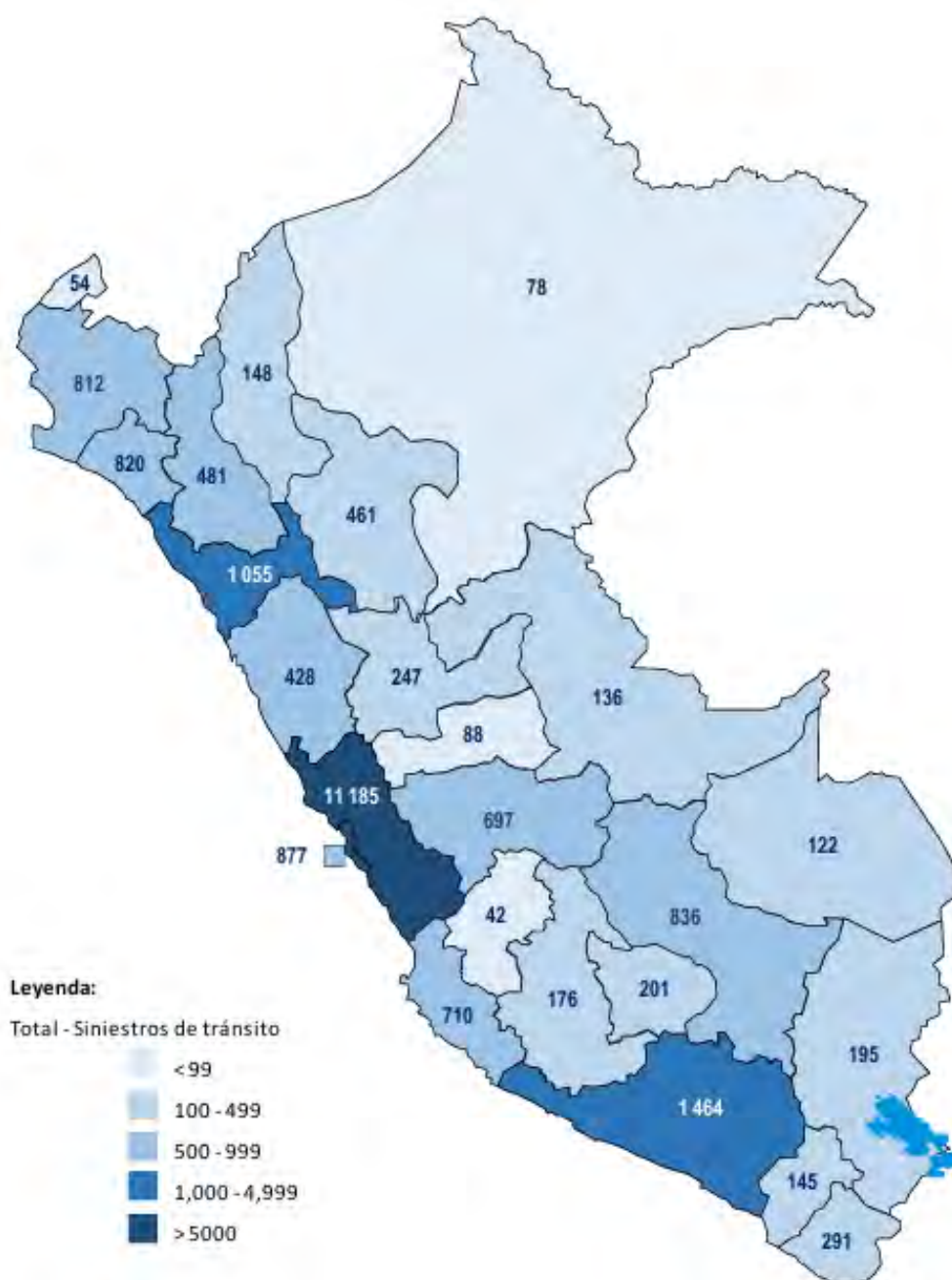


CUADRO DE ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA VIA PACHAR -HUAROCONDO

CUADRO DE ACCIDENTES REGISTRADOS EN LA VIA PACHAR- HUAROCONDO						
N°	TIPO	MODALIDAD	FECHA-HORA	DESCRIPCION -COMISARIA	ESTE	NORTE
1	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO	25/10/2022 19:20	OLLANTAYTAMBO	-13.2552021	-72.279982
2	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO	23/09/2022 09:20	OLLANTAYTAMBO	-13.2553021	-72.269982
3	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE	31/07/2023 03:00	OLLANTAYTAMBO	-13.2583689	-72.2642679
4	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	2/10/2023 15:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2615435	-72.2440977
5	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE	15/04/2024 04:10	OLLANTAYTAMBO	-13.2583689	-72.2642679
6	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE POR RASPADA	25/10/2023 18:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2236126	-72.299201
7	ACCIDENTES DE TRANSITO	VOLCADURA CON DAÑOS MATERIALES	15/06/2022 09:50	OLLANTAYTAMBO	-13.3077235	-72.1143179
8	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	9/11/2023 17:00	OLLANTAYTAMBO	-13.1723463	-72.2866268
9	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE MULTIPLE	28/07/2022 12:20	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
10	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE CON DAÑOS MATERIALES	3/12/2023 01:00	OLLANTAYTAMBO	-13.1972496	-72.2963257
11	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE MULTIPLE	28/07/2022 12:20	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
12	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	9/11/2023 17:00	OLLANTAYTAMBO	-13.1723463	-72.2866268
13	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE CON DAÑOS MATERIALES	22/10/2023 12:30	OLLANTAYTAMBO	-13.1807451	-72.2897596
14	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO	3/11/2023 13:45	OLLANTAYTAMBO	-13.2604366	-72.2624011
15	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE	24/07/2022 15:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2874009	-72.2280653
16	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE	17/05/2022 09:40	OLLANTAYTAMBO	-13.5426816	-71.8980908
17	ACCIDENTES DE TRANSITO	DESPISTE	17/05/2022 09:40	OLLANTAYTAMBO	-13.5426816	-71.8980908
18	ACCIDENTES DE TRANSITO	ESPECIALES	15/03/2024 00:40	OLLANTAYTAMBO	-13.2583689	-72.2642679
19	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	9/11/2023 17:00	OLLANTAYTAMBO	-13.1723463	-72.2866268
20	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	9/11/2023 17:00	OLLANTAYTAMBO	-13.1723463	-72.2866268
21	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	22/10/2023 12:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2583689	-72.2642679
22	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	22/10/2023 12:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2583689	-72.2642679
23	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO	3/11/2023 13:45	OLLANTAYTAMBO	-13.2604366	-72.2624011

24	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	2/10/2023 15:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2615435	-72.2440977
25	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	2/10/2023 15:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2615435	-72.2440977
26	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	2/10/2023 15:30	OLLANTAYTAMBO	-13.2615435	-72.2440977
27	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	9/11/2023 17:00	OLLANTAYTAMBO	-13.1723463	-72.2866268
28	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	18/08/2022 13:30	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
29	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES	18/08/2022 13:30	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
30	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO Y FUGA	28/10/2022 11:45	OLLANTAYTAMBO	-13.2605906	-72.2594248
31	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO	28/10/2022 18:40	OLLANTAYTAMBO	-13.2628227	-72.2602339
32	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE MULTIPLE	28/07/2022 12:20	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
33	ACCIDENTES DE TRANSITO	ATROPELLO	28/10/2022 18:40	OLLANTAYTAMBO	-13.2628227	-72.2602339
34	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE MULTIPLE	28/07/2022 12:20	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
35	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE MULTIPLE	28/07/2022 12:20	OLLANTAYTAMBO	-13.3057641	-72.1156281
36	ACCIDENTES DE TRANSITO	(DESPISTE Y CHOQUE) CON DAÑOS MATERIALES	31/07/2022 00:00	HUAROCONDO	-13.396405	-72.211685
37	ACCIDENTES DE TRANSITO	(DESPISTE) CON DAÑOS MATERIALES	5/09/2022 00:00	HUAROCONDO	-13.375204	-72.233491
38	ACCIDENTES DE TRANSITO	(DESPISTE) CON DAÑOS MATERIALES Y PERSONALES	19/11/2022 00:00	HUAROCONDO	-13.378029	-72.231984
39	ACCIDENTES DE TRANSITO	CAIDA DE PIEDRA	10/05/2023 00:00	HUAROCONDO	-13.408129	-72.173580
40	ACCIDENTES DE TRANSITO	CHOQUE POR ALCANCE- PELIGRO COMÚN	28/05/2023 00:00	HUAROCONDO	-13.407983	-72.208275
41	ACCIDENTES DE TRANSITO	(DESPISTE) CON DAÑOS MATERIALES	29/03/2024 00:00	HUAROCONDO	-13.3204037	-72.2331142
42	ACCIDENTES DE TRANSITO	(CHOQUE FRONTAL) CON DAÑOS MATERIALES Y PERSONALES	5/06/2024 00:00	HUAROCONDO	-13.3707153	-72.2347501
43	ACCIDENTES DE TRANSITO	(DESPISTE CON VOLCADURA) CON DAÑOS MATERIALES Y PERSONALES - LESIONES	3/11/2024 00:00	HUAROCONDO	-13.4065208	-72.209370
44	ACCIDENTES DE TRANSITO	(CHOQUE FRONTAL) CON DAÑOS MATERIALES Y PERSONALES	23/01/2025 00:00	HUAROCONDO	-13.3574491	-72.2390482

Mapa de siniestralidad vial durante el primer semestre del 2025 a nivel nacional



Fuente: DIVEST/DIRTIC-PNP
Elaboración: Dirección de Seguridad Vial – MTC

Accidentes de tránsito por mes durante el año 2025 a nivel nacional



Fuente: DIVEST/DIRTIC-PNP

Elaboración: Dirección de Seguridad Vial – MTC

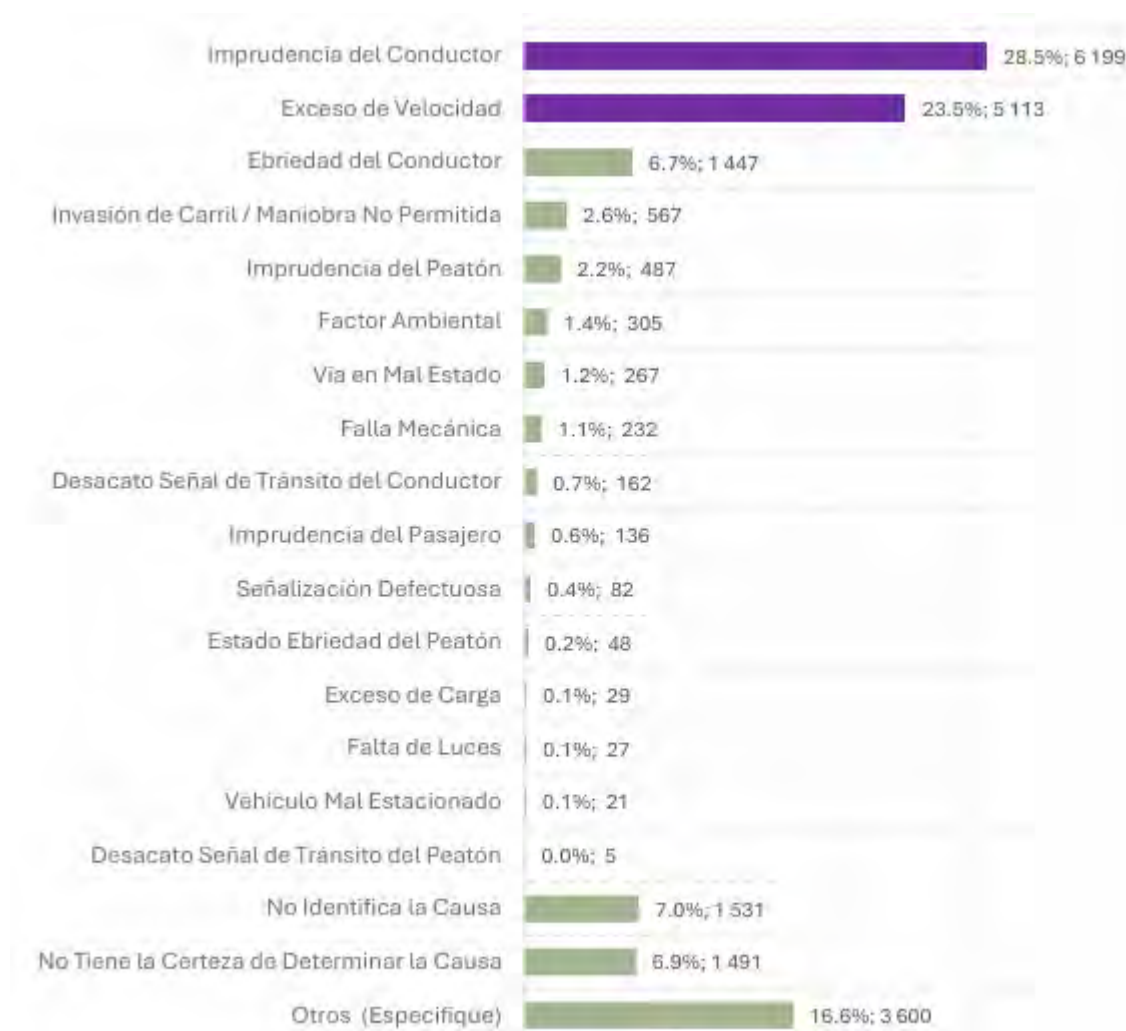
Factores que intervienen en siniestros de tránsito, Primer Trimestre 2025



Fuente: DIVEST/DIRTIC-PNP

Elaboración: Dirección de Seguridad Vial – MTC

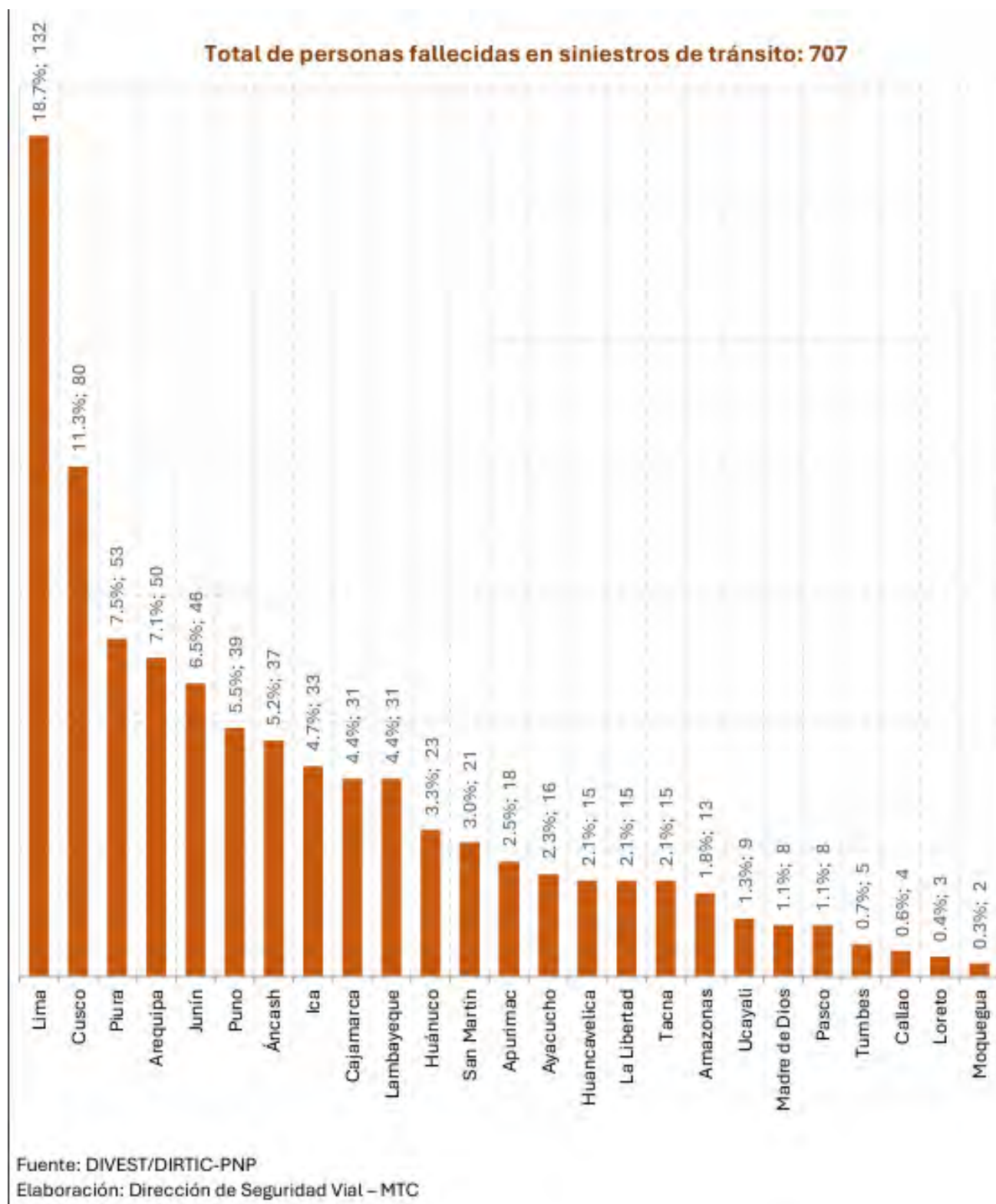
Tipos de accidentes de tránsito durante el primer semestre del 2025 a nivel nacional



Fuente: DIVEST/DIRTIC-PNP

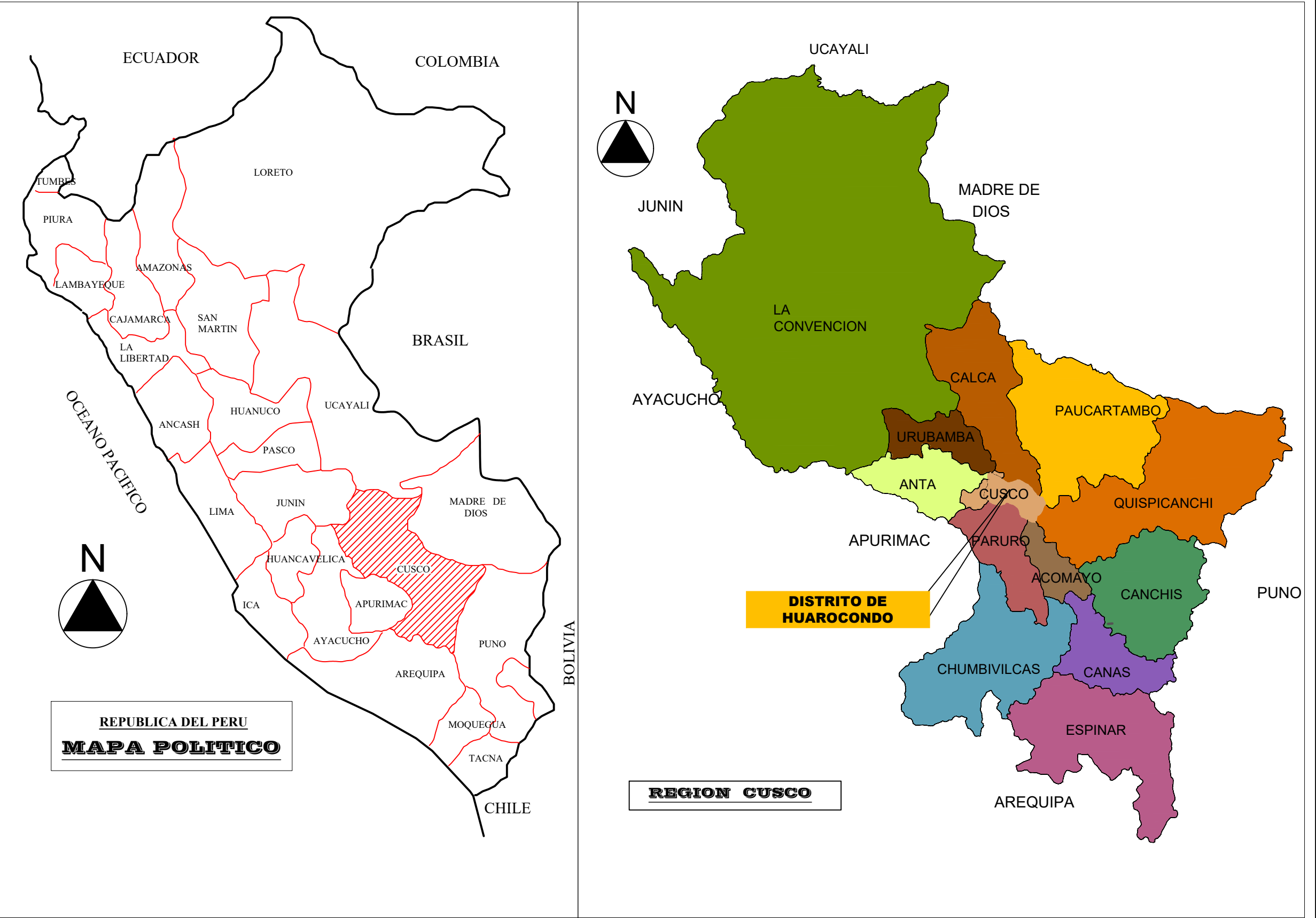
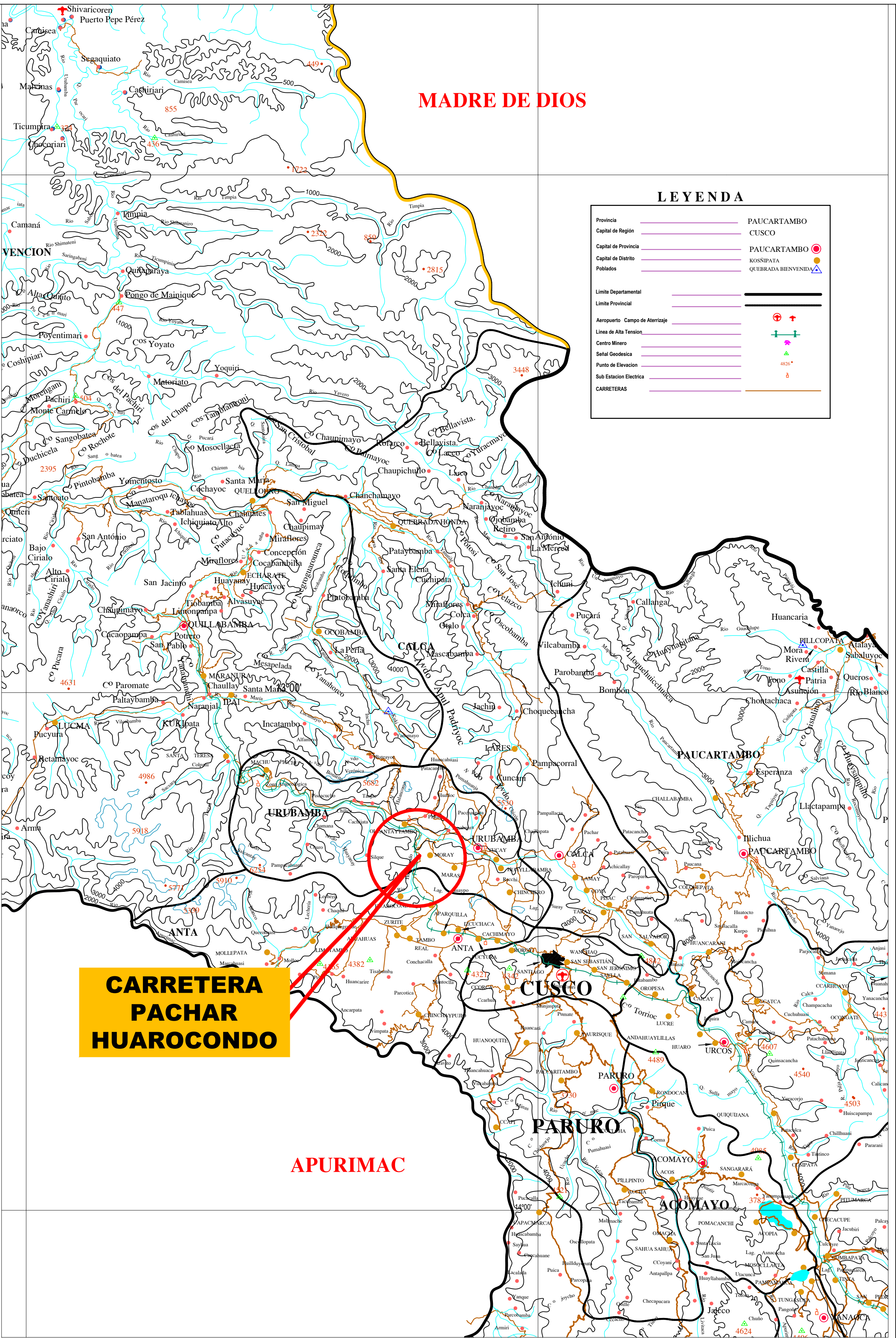
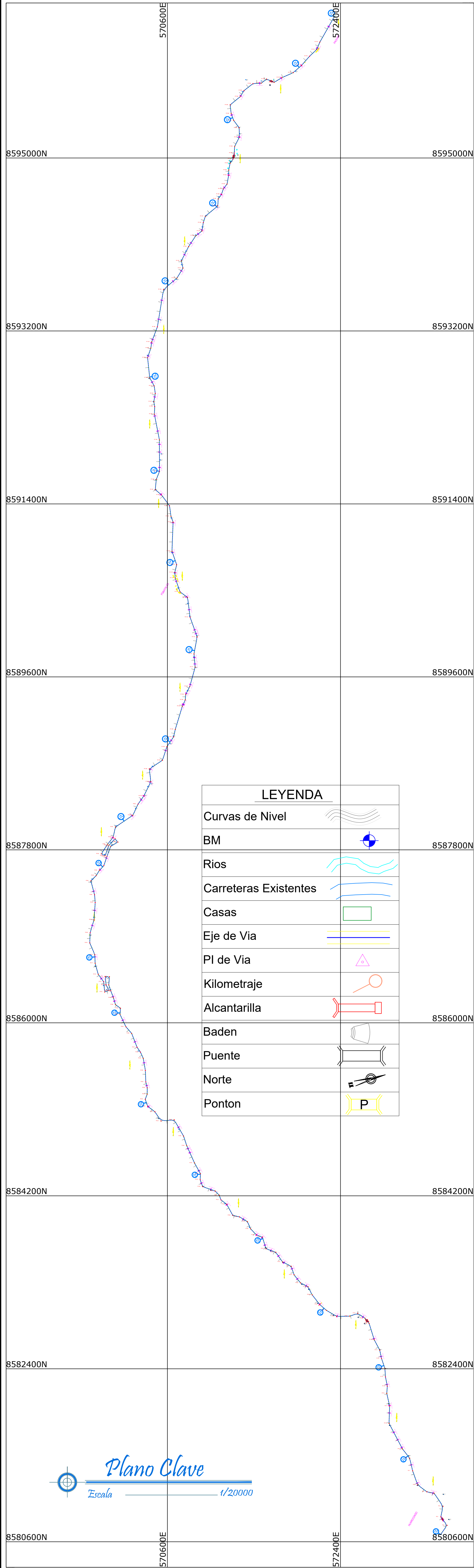
Elaboración: Dirección de Seguridad Vial – MTC

Personas fallecidas en siniestros de tránsito, según región, Primer Trimestre 2025



8.8.PLANOS

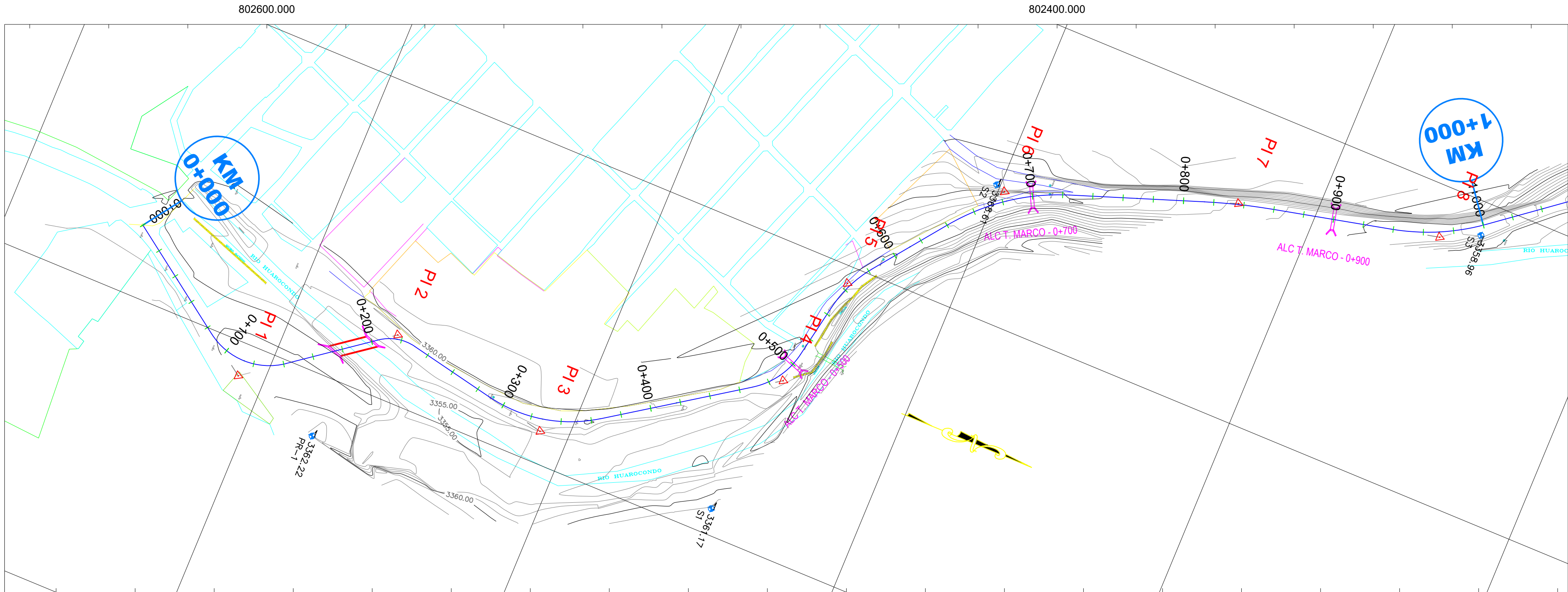
Planos de las condiciones actuales de la Carretera Pachar Huarondo (km 0+000-km 19+500)



UNIVERSIDAD SAN ANTONIO ABAD DE CUSCO

	TESIS: "IMPACTO DEL DISEÑO GEOMETRICO EN LOS ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA CARRETERA PACHAR-HUAROCONDO, CUSCO 2025"			LOCALIDAD: HUAROCONDO Y PACHAR	
	PLANO: PLANO CLAVE			DISTRITO: HUAROCONDO - PACHAR	
	DISEÑO	CAD.	FECHA	PROVINCIA: ANTA - URUBAMBA	
	ALUMNOS: Br. Jhemmi Paul Coana Villaiva Br. Brayan Mackarti Sutta Atausinchi			DEPARTAMENTO: CUSCO	

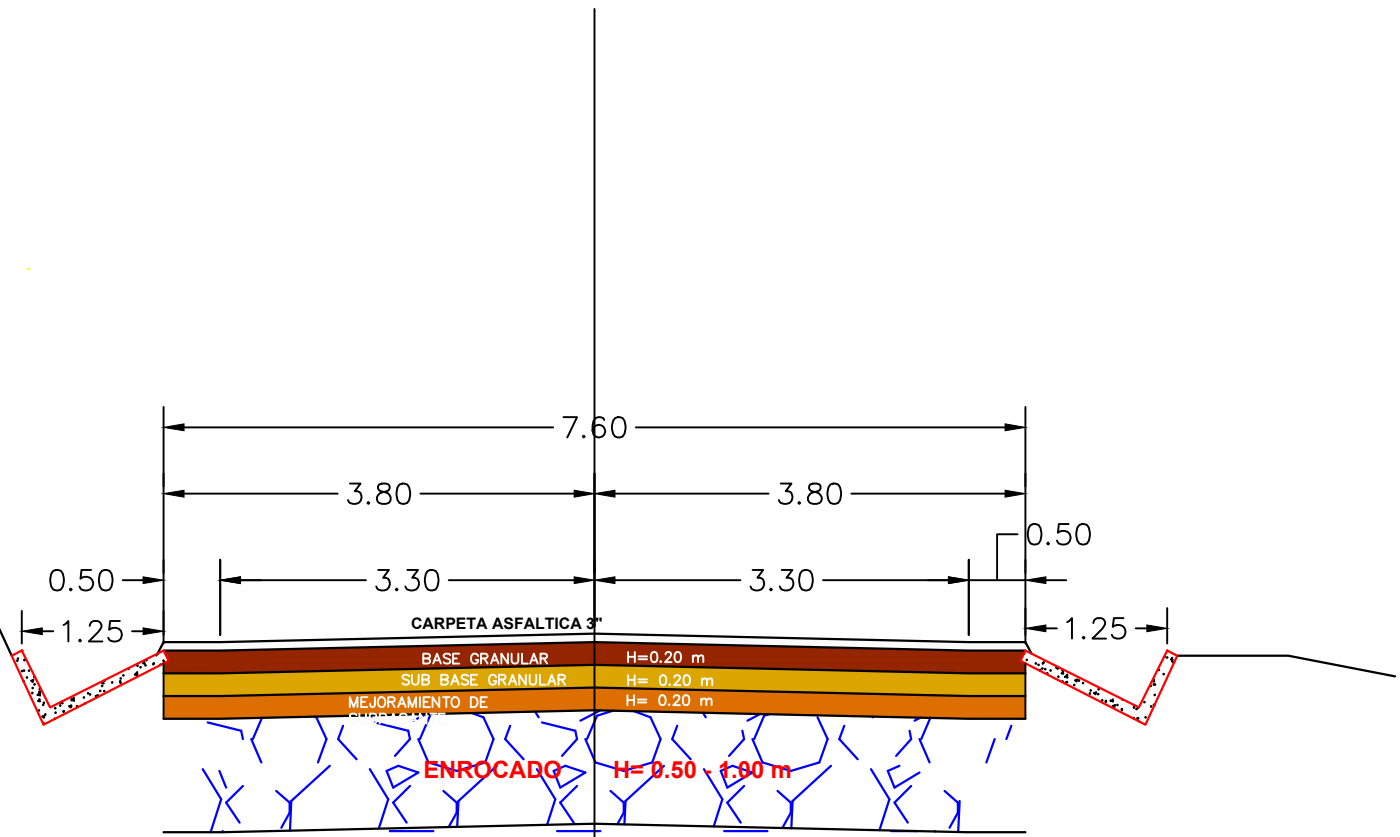
Planos de propuesta de mejoramiento de los tramos de concentración de accidentes de la Carretera Pachar Huarondo (km 0+000-km 19+500)



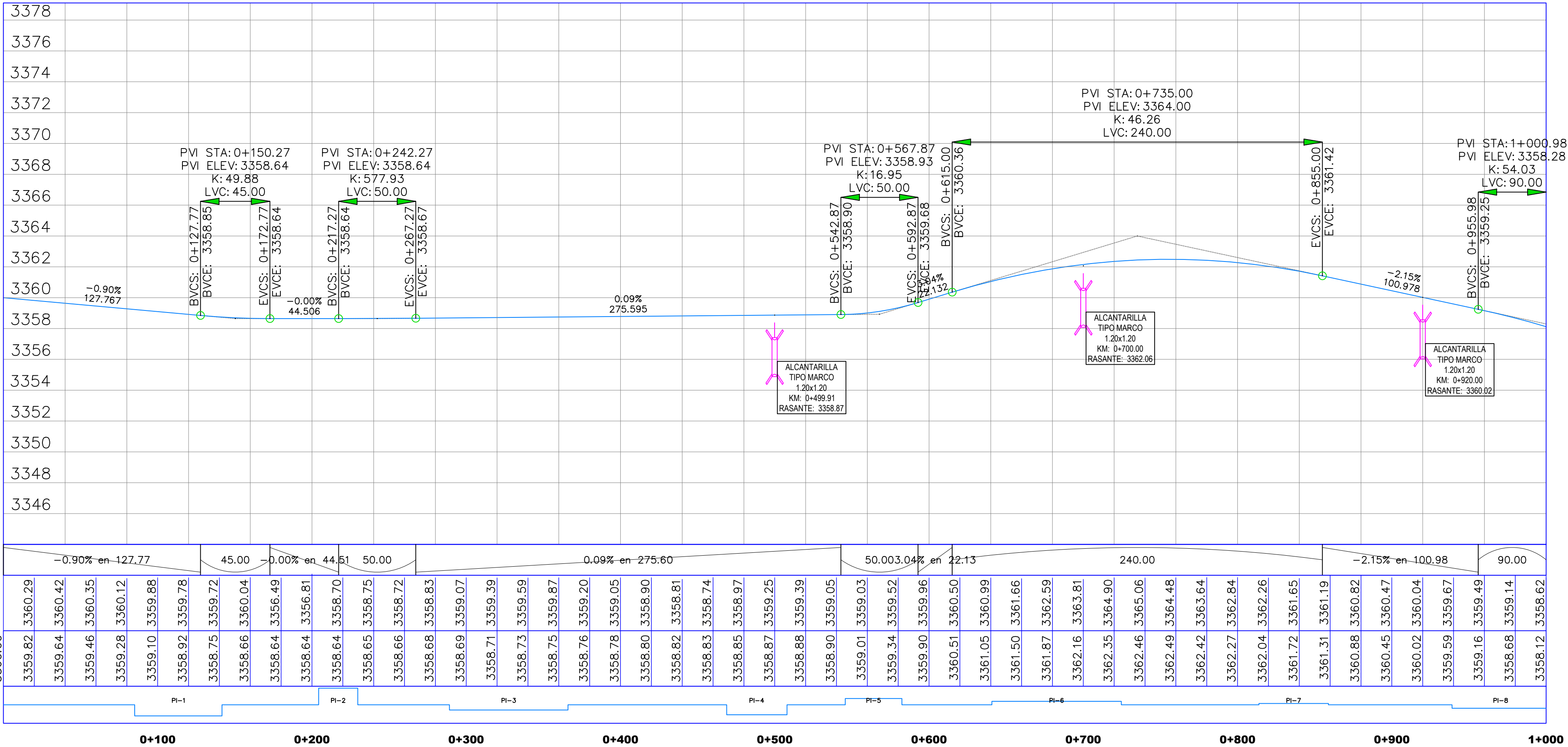
PLANO PLANTA
ESCALA 1:2000

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS

N°	PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
	0	I	180°00'00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0 + 000.000	0 + 000.000	0 + 000.000	8515085.478	802738.345	0.90	0.00
	1	I	55°43'40"	80.000	42.293	77.811	10.492	0 + 139.345	0 + 097.052	0 + 174.862	8515199.960	802817.787	0.00	0.90
	2	I	11°33'00"	270.000	27.307	54.428	1.377	0 + 384.063	0 + 356.756	0 + 411.185	8515434.795	802727.779	0.09	0.60
	3	I	47°53'00"	60.000	26.641	50.143	5.648	0 + 480.673	0 + 454.032	0 + 504.176	8515516.412	802675.741	3.04	1.20
	4	D	28°00'10"	60.000	14.961	29.324	1.837	0 + 551.772	0 + 536.811	0 + 566.135	8515528.788	802602.543	3.04	1.20
	5	D	36°02'10"	125.000	40.659	78.619	6.446	0 + 683.095	0 + 642.436	0 + 721.055	8515609.276	802498.022	2.15	0.60
	6	I	22°19'00"	130.000	25.642	50.635	2.505	0 + 979.739	0 + 954.097	1 + 004.731	8515896.492	802413.679	2.15	0.60



SECCION TRANSVERSAL DE LA VIA
ESCALA 1:50



PVI STA: 0+735.00
PVI ELEV: 3364.00
LVC: 240.00

PVI STA: 1+000.98
PVI ELEV: 3358.28
LVC: 90.00

ALCANTARILLA
TIPO MARCO
1.20x1.20
KM: 0+499.91
RASANTE: 3358.87

ALCANTARILLA
TIPO MARCO
1.20x1.20
KM: 0+700.00
RASANTE: 3362.06

ALCANTARILLA
TIPO MARCO
1.20x1.20
KM: 0+820.00
RASANTE: 3360.02

PENDIENTE	-0.90% en -127.77		45.00	-0.00% en 44.51		50.00	0.09% en -275.60					50.003.04% en 22.13					240.00					-2.15% en -100.98		90.00																																																																												
COTA DEL TERRENO	3359.82	3360.29	3359.64	3360.42	3359.46	3360.35	3359.28	3360.12	3359.10	3359.88	3359.92	3359.78	3358.75	3359.72	3358.66	3360.04	3358.64	3358.49	3358.64	3358.81	3358.64	3358.70	3358.65	3358.75	3358.66	3358.72	3358.68	3358.83	3358.69	3359.07	3358.71	3359.39	3358.73	3359.59	3358.75	3359.87	3358.76	3359.20	3358.78	3359.05	3358.80	3358.90	3358.82	3358.81	3358.83	3358.74	3358.85	3358.97	3358.87	3359.25	3358.88	3359.39	3358.90	3359.05	3359.01	3359.03	3359.34	3359.52	3359.90	3359.96	3360.51	3360.50	3361.05	3360.99	3361.50	3361.66	3361.87	3362.59	3362.16	3362.81	3362.35	3364.90	3362.46	3365.06	3362.49	3364.48	3362.42	3363.64	3362.27	3362.84	3362.04	3362.26	3361.72	3361.65	3361.31	3361.19	3360.88	3360.82	3360.45	3360.47	3360.02	3360.04	3359.59	3359.67	3359.16	3359.49	3358.68	3359.14	3358.12	3358.62
COTA RASANTE																																																																																																				
ALINEAMIENTO	PI-1			PI-2			PI-3					PI-4					PI-5					PI-6					PI-7					PI-8																																																																				
	0+100			0+200			0+300					0+400					0+500					0+600					0+700					0+800					0+900					1+000																																																										

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H: 1:2000
V: 1:200

LEYENDA	
Curvas de Nivel	
BM	
Rios	
Carreteras Existentes	
Casas	
Eje de Via	
Pl de Via	
Kilometraje	
Alcantarilla	
Baden	
Puente	
Norte	
Ponton	

**UNIVERSIDAD
SAN ANTONIO
ABAD DE
CUSCO**

PROYECTO:
**"IMPACTO DEL DISEÑO GEOMETRICO EN LOS
ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA CARRETERA
PACHAR-HUAROCONDO, CUSCO 2025"**

PLANO:
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

LOCALIZACION:
DEPARTAMENTO: CUSCO
PROVINCIA : ANTA - URUBAMBA
DISTRITO : HUAROCONDO - OLLANTAYTAMBO
LOCALIDAD : HUAROCONDO - PACHAR

ALUMNO:
Br. Jhemmi Paul Coana Villalva

ALUMNO:
Br. Brayan Mackarti Sutta Atausinchi

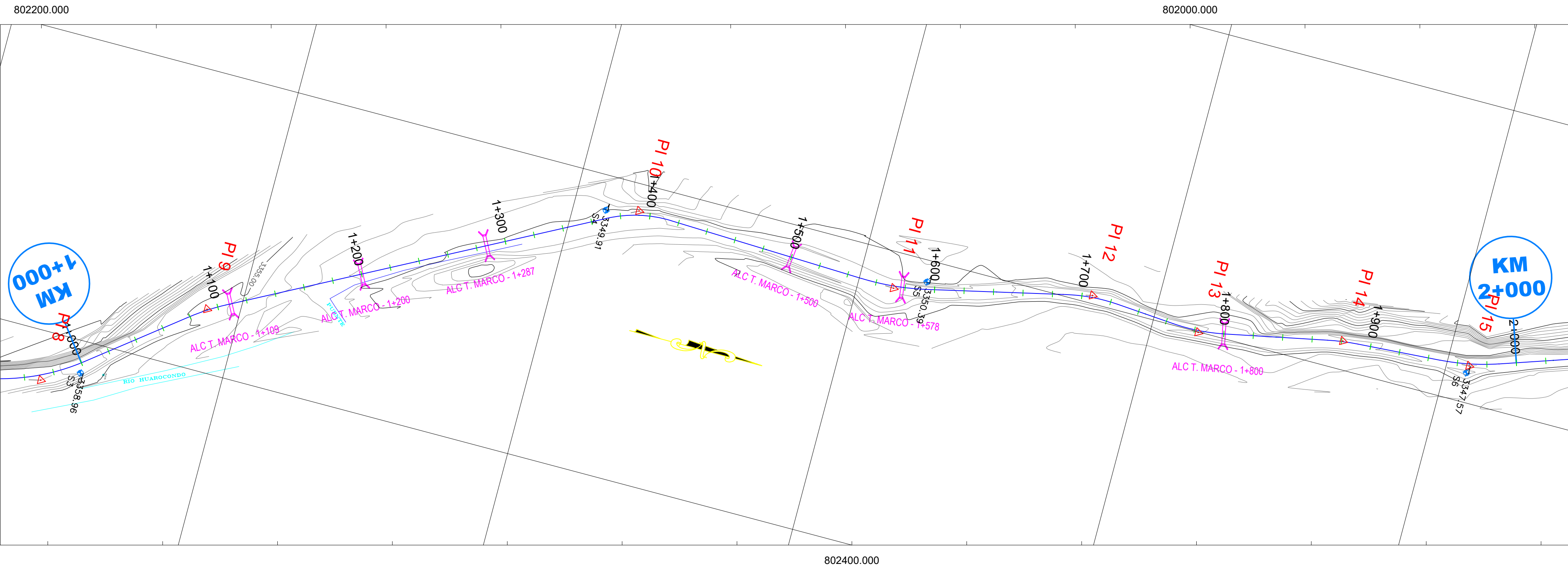
ASESOR : Mgt.Ing. Juan Pablo Escobar Masias

ESCALAS:
INDICADAS

FECHA:
DICIEMBRE 2025

REVISADO :

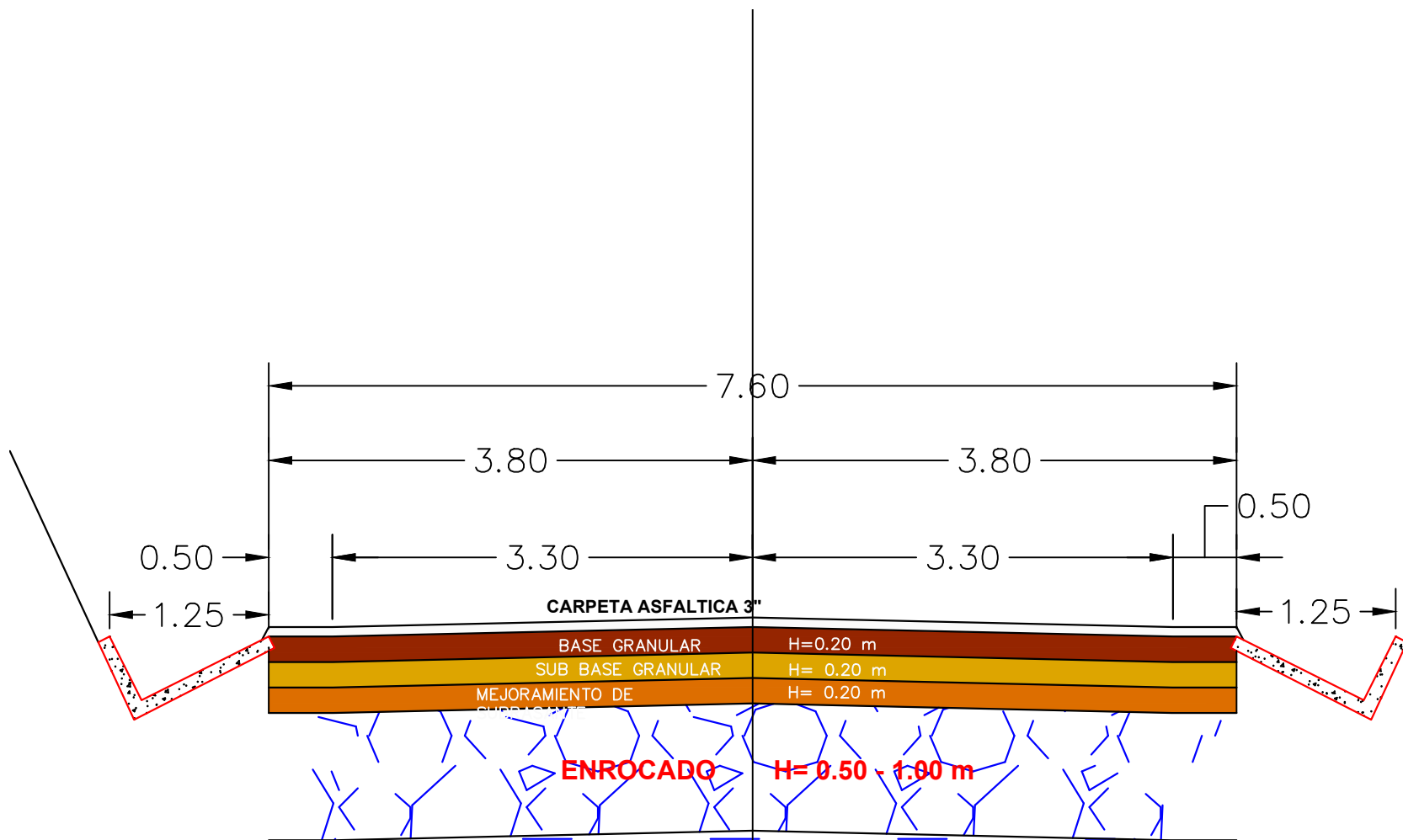
P-01



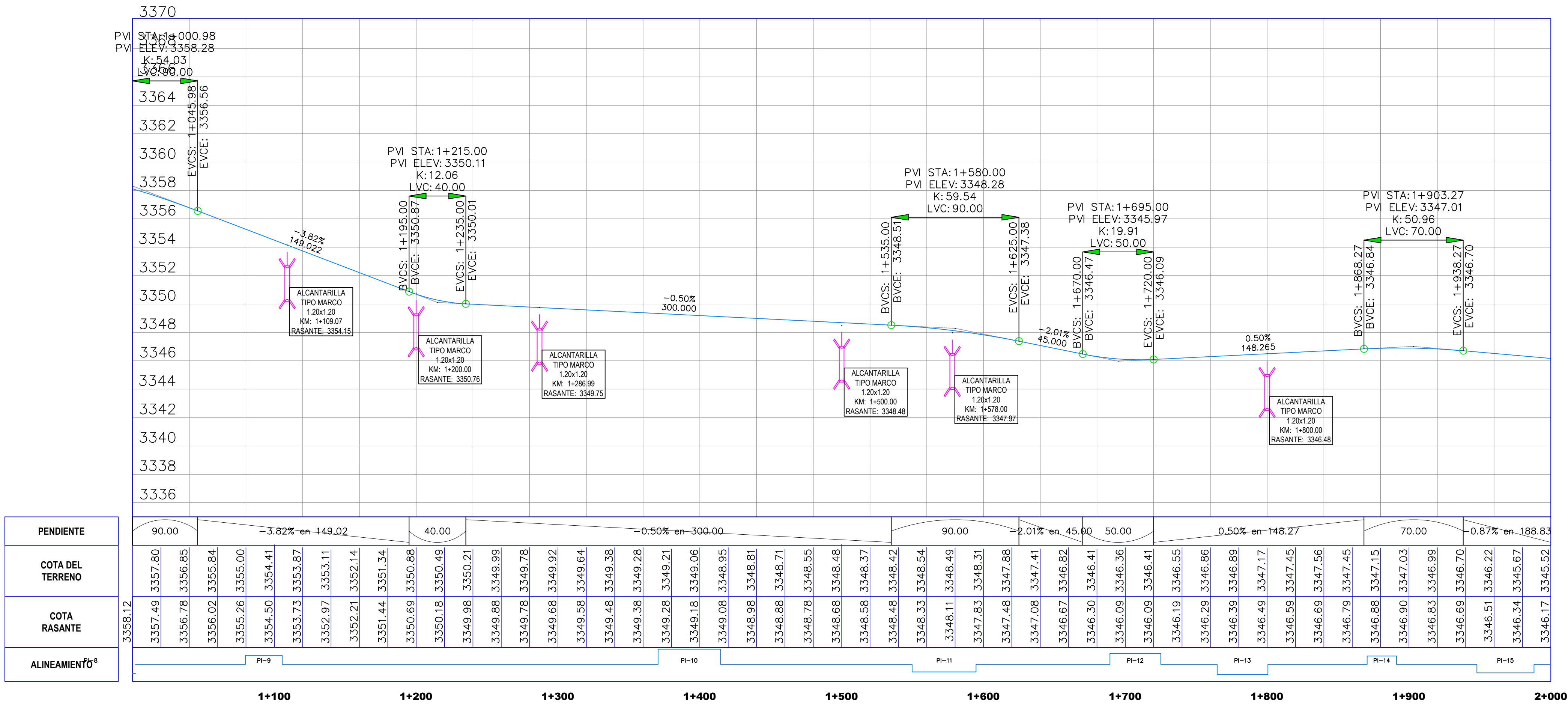
PLANO PLANTA
ESCALA 1:2000

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS

N°	PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	P%	SA
6	I		22°19'00"	130.000	25.642	50.635	2.505	0 + 979.739	0 + 954.097	1 + 004.731	8515896.492	802413.679	3.82	0.60
7	D		10°46'00"	281.000	26.480	52.804	1.245	1 + 087.331	1 + 060.851	1 + 113.655	8515980.987	802346.027	0.50	0.60
8	D		27°42'50"	300.000	74.003	145.110	8.993	1 + 377.504	1 + 303.501	1 + 448.610	8516237.533	802210.104	2.01	0.60
9	I		7°00'00"	147.000	8.991	17.959	0.275	1 + 591.687	1 + 582.696	1 + 600.656	8516454.612	802209.344	0.50	0.60
10	I		8°45'10"	385.000	29.465	58.814	1.126	1 + 954.504	1 + 925.039	1 + 983.854	8516814.590	802163.863	0.87	0.30



SECCION TRANSVERSAL DE LA VIA
ESCALA 1:50



PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA H 1:2000
V 1:200

LEYENDA	
Curvas de Nivel	
BM	
Rios	
Carreteras Existentes	
Casas	
Eje de Via	
PI de Via	
Kilometraje	
Alcantarilla	
Baden	
Puente	
Norte	
Ponton	

**UNIVERSIDAD
SAN ANTONIO
ABAD DE
CUSCO**

PROYECTO:
**"IMPACTO DEL DISEÑO GEOMETRICO EN LOS
ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA CARRETERA
PACHAR-HUAROCONDO, CUSCO 2025"**

PLANO:
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

LOCALIZACION:
DEPARTAMENTO: **CUSCO**
PROVINCIA : **ANTA - URUBAMBA**
DISTRITO : **HUAROCONDO - OLLANTAYTAMBO**
LOCALIDAD : **HUAROCONDO - PACHAR**

ALUMNO:
Br. Jhemmi Paul Ccana Villalva

ALUMNO:
Br. Brayan Mackarti Sutta Atausinchi

ASESOR : Mgt.Ing. Juan Pablo Escobar Masias

ESCALAS:
INDICADAS

FECHA:
DICIEMBRE 2025

REVISADO :

P-02

