

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050) DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Jheraldi Wilser Quiroz Marquez

Asesor:

Ing. Mg. Jane Elizabeth Álvarez Llanos

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico el presente Trabajo a Dios que siempre está conmigo brindándome salud, sabiduría, felicidad; que va dirigiendo e iluminando mi camino para alcanzar así mis propósitos. Así mismo;

A mis Padres y hermanas que con su esfuerzo del día a día, me brindan su apoyo incondicional; para así poder continuar mis estudios alcanzando satisfactoriamente la visión de mí formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud, sabiduría y felicidad.

Al Sr. Director de la carrera de Ing. Civil de la “Universidad Privada Del Norte” - Cajamarca, y a todos los docentes en general, que con su dedicación y empeño logran formar excelentes profesionales.

A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional, por su amor y sobre todo su comprensión.

A familiares, amigos y a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron con su apoyo para alcanzar mi meta trazada.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo general	20
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4. Hipótesis.....	20
1.4.1. Hipótesis general	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	21
2.1. Tipo de investigación.....	21
2.2. Población y muestra.....	21
2.2.1. Población.....	21
2.2.2. Muestra.....	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	21
2.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
2.3.2. Técnicas e instrumentos de análisis de datos	23
2.4. Procedimiento	24
2.4.1. Procedimiento de recolección de datos	24
2.4.2. Procedimiento de análisis de datos	24
2.4.3. Aspectos éticos.....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS	26
3.1. Ubicación política.....	26
3.2. Ubicación geográfica	27
3.3. Clasificación de carreteras	28
3.3.1. Por su demanda	28
3.3.2. Por su orografía.....	28
3.3.3. Ley de jerarquización.....	34
3.4. Estado actual de la carretera.....	34
3.4.1. Levantamiento topográfico	34
3.4.2. Plano planta – perfil.....	34
Datos obtenidos en gabinete de la carretera en estudio:.....	34
3.5. Criterios y controles básicos para el diseño	35
3.5.1. Vehículo de diseño	35

3.5.2.	Características del tránsito	36
3.5.3.	Velocidad de diseño	39
3.5.4.	Distancia de visibilidad	40
3.5.5.	Distancia de visibilidad de parada	41
3.6.	Verificación de parámetros geométricos en planta	41
3.6.1.	Tramos en tangente	41
3.6.2.	Curvas circulares	44
3.6.3.	Curvas de vuelta	46
3.7.	Verificación de parámetros geométricos en perfil	48
3.7.1.	Pendientes	48
3.7.2.	Curvas verticales	50
3.8.	Verificación de parámetros geométricos en secciones transversales	54
3.8.1.	Ancho de calzada	54
3.8.2.	Ancho de bermas	56
3.8.3.	Pendiente de bombeo	57
3.8.4.	Porcentaje de peralte	57
3.1.	Resumen de cumplimiento de parámetros evaluados en la carretera	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		60
4.1.	Discusión	60
4.1.1.	Limitaciones	60
4.1.2.	Discusión de resultados en planta	60
	Verificación de longitudes en tangente	60
	Verificación de radios mínimos en curvas.	61
4.1.3.	Discusión de resultados en perfil	62
	Verificación de pendientes	62
	Verificación de longitud de curvas verticales	63
4.1.4.	Discusión de resultados en sección transversal	64
	Verificación de ancho de corona	64
	Verificación de ancho de berma.	64
	Verificación de peraltes	65
4.2.	Implicancias	66
4.3.	Conclusiones	66
REFERENCIAS		69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas geográficas	27
Tabla 2	Coordenadas UTM.....	27
Tabla 3	Pendientes transversales	28
Tabla 4	Cantidad de tramos para cada tipo de terreno.....	33
Tabla 5	Conteo vehicular.....	37
Tabla 6	Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	39
Tabla 7	Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)	40
Tabla 8	Distancia de visibilidad de parada para la velocidad de diseño de la carretera en estudio.	40
Tabla 9	Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)	41
Tabla 10	Distancia de visibilidad de parada con pendiente en subida o en bajada de la carretera en estudio.	41
Tabla 11	Longitudes de tramos en tangente	42
Tabla 12	Resumen de verificación de tramos en tangente	42
Tabla 13	Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	44
Tabla 14	Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras para 60 km/h	45
Tabla 15	Resumen de Verificación de curvas Circulares.....	45
Tabla 16	Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.....	46
Tabla 17	Resumen de verificación de curvas de vuelta	47
Tabla 18	Resumen de verificación de peraltes	58
Tabla 19	Pendientes máximas (%).....	49
Tabla 20	Resumen de verificación de pendientes	50
Tabla 21	Verificación de curvas verticales	52
Tabla 22	Anchos mínimos de calzada en tangente.....	54
Tabla 23	Resumen de verificación de sección transversal	55
Tabla 24	Ancho de bermas.....	56
Tabla 25	Resumen de Verificación de Secciones transversales.....	57
Tabla 26	Valores del bombeo de la calzada	57
Tabla 27	Resumen de evaluación de parámetros geométricos.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Micro Ubicación de zona en estudio.	27
Figura 2 Vehículo de diseño.	35
Figura 3 Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4).....	58
Figura 4 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada.	51
Figura 5 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Resumen de tramos para cada tipo de sección	33
Gráfico 2 Verificación de tramos en tangente "S"	43
Gráfico 3 Verificación de tramos en tangente "O"	44
Gráfico 4 Resumen de la verificación de radios mínimos en curvas simples.	46
Gráfico 5 Resumen de verificación de radios mínimos en curvas de vuelta.....	47
Gráfico 6 Resumen de verificación de pendientes.	50
Gráfico 7 Resumen de verificación de curvas verticales cóncavas.	53
Gráfico 8 Resumen de verificación de curvas verticales convexas.	53
Gráfico 9 Resumen de verificación de ancho de calzada.	55
Gráfico 10 Resumen de verificación de peraltes.	59

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal la evaluación de las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (km 52+300 – km 48+050) de acuerdo con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, la carretera se clasificó por la ley de jerarquización vial perteneciendo a una Carretera Nacional 3N, según su orografía es de tipo III y según su demanda pertenece a una carretera de segunda clase, presenta un ancho de calzada promedio de 7.50 m y 23 m de radio mínimo. Se realizó la evaluación de las características geométricas en planta, perfil y sección transversal con el manual DG-2018, obteniendo los siguientes resultados: en tramos en tangente respecto a L_{min} “S” el 62 % no cumple, respecto a L_{min} “O” el 100% no cumple, en radios mínimos en curvas simples el 72% no cumple, radios mínimos en curvas de vuelta el 100% cumple, en distancia de parada en longitudes de curvas verticales, en curvas cóncavas el 71% cumple, en curvas convexas el 86% cumple, pendientes el 96% cumple, en ancho de bermas el 86% no cumple, en ancho de calzada el 68% cumple, en peraltes el 100% cumple. En la carretera en estudio existen parámetros que no cumplen con lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, por lo que se recomienda mejorar y complementar con dispositivos de control que generen una mejor seguridad vial.

Palabras clave: Evaluación, diseño geométrico, tráfico, carreteras, seguridad vial, parámetros.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Las carreteras han sido desde tiempos muy antiguos uno de los sistemas más importantes para que el hombre pueda realizar sus actividades diarias, es así que nuestros antecesores se vieron en la obligación de construir carreteras las cuales con el pasar del tiempo fueron mejorando hasta lograr establecer parámetros, teniendo en cuenta que estos parámetros se ajusten a brindar nuevas y mejores vías de transporte, generando mayor comodidad, seguridad, estética y calidad de las carreteras, todo esto a un costo razonable, por lo que se hace necesaria su evaluación para implementación de mejoras en futuros proyectos.

El Consejo Regional de Seguridad Vial de Piura en su reporte de estadísticas de accidentes de tránsito menciona “Un claro indicador de ello se ve claramente reflejado al afirmar que cada año, en el mundo mueren 1,2 millones de personas por causas de choques en las vías públicas y hasta 50 millones resultan heridas y más de 3000 personas mueren diariamente por lesiones resultantes del tránsito” (CORESEVI, 2011, p.10), un motivo de estos accidentes es a causa de un mal trazo de carreteras, tramos de carreteras en los cuales no se cumplen con los parámetros de diseños geométricos.

En un informe realizado por la Asociación Española de la Carretera 2017 denominado SEGURIDAD EN CARRETERAS CONVENCIONALES: Un reto prioritario de cara al 2020, menciona “Los accidentes de tráfico constituyen una tragedia humana indescriptible, así como unas pérdidas desmedidas para las economías. El sufrimiento de las víctimas ante una invalidez permanente o la pérdida de un familiar, no puede ser compensado desde un punto de vista económico. Se ha estimado que el coste social

asociado a las víctimas de accidentes de tráfico representa, aproximadamente, el 2% del producto interior bruto. (Datos de la Fundación del Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil).” (Asociación Española de la Carretera, 2017, p.11)

En el artículo publicado por la Universidad de Piura de la autora Analucía Guzmán Boza el 5 de diciembre del 2015 dice que: “respecto a países como Argentina y Chile, Perú tiene deficiencias en infraestructura vial y requiere inversiones anuales de dos mil millones de dólares”. (Boza, 2015, p.1) El magister Julián Rivera comenta “Perú tiene una red vial compuesta por más de 78 mil kilómetros de carreteras, pero que solo cerca de 300 kilómetros corresponden a autopistas”; el mismo que indica “La red vial de un país es fundamental para su desarrollo y crecimiento porque es el único medio que posibilita el transporte de las personas y las cargas”...”. (Boza, 2015, p.1)

En el artículo además hace mención que el magister Julián Rivera afirma que “Si las vías de comunicación de un país no son las adecuadas para que la población satisfaga sus necesidades básicas, es poco probable que los ciudadanos puedan encarar una situación de mejora económica y reducción de los índices de pobreza”. (Boza, 2015, p.1)

El INEI en su encuesta de comisarias sobre accidentes de tránsito en el 2010 indica “Según los resultados de la encuesta, en el año 2009 se estima un total de 99 mil 170 accidentes de tránsito en el Perú” (INEI, Encuesta de comisarias sobre accidentes de tránsito, 2010, p.53)

“En el año 2009, la tasa nacional de accidentes de tránsito fue de 340 accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes, reportando en Cajamarca 170 accidentes por cada 100 mil habitantes” (INEI, Encuesta de comisarías sobre accidentes de tránsito, 2010, p.53)

El Ministerio de Salud en la SALA DE CRISIS COE SALUD DIGERED muestra un reporte de accidentes de tránsito según provincia que solo para el mes de julio del 2018 en la provincia de Cajabamba se registraron 2 accidentes, de ellos se obtuvo como resultado 01 fallecido y 08 heridos, estos accidentes surgieron producto del exceso de velocidad. (p.19)

Para la investigación es necesario conocer los siguientes conceptos y normativa:

- **Distancia de visibilidad:** Es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. (MTC, 2018)
- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC, 2018)
- **Sección Transversal:** Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. (MTC, 2018)

- **Tramos homogéneos:** Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que, por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos. (MTC, 2018)

Al pasar los años la evolución vehicular ha sido considerable, esto ha generado que algunos parámetros de diseño de las normas técnicas de carreteras se actualicen frecuentemente, pero las carreteras en terrenos accidentados suelen ser diseñadas al límite de los parámetros de la norma, debido a que un diseño adecuado en este tipo de terrenos conlleva a costos elevados. El uso de la norma al límite de sus parámetros genera inconformidad a las expectativas del usuario, además que este tipo de carreteras serán más inseguras e incómodas para el tránsito vehicular.

“Las carreteras convencionales, atendiendo a las cifras de accidentalidad, son menos seguras que las vías desdobladas, pese a que la densidad de tráfico que soportan es menor. Las intersecciones, accesos e incorporaciones, que suelen estar al mismo nivel, los trazados, que son en general antiguos, la multitud de tramos montañosos, las curvas de pequeño radio, un solo carril de circulación por sentido que obliga a invadir el sentido contrario al adelantar, o la ausencia de separación física de sentidos de circulación son algunas de las características que definen a las carreteras convencionales y que aumentan el riesgo de sufrir un accidente al circular por ellas.” (Asociación Española de la Carretera, 2017, p.11)

El diseño geométrico de una carretera supone la parte más importante de su concepción y proyecto, ya que permite establecer su disposición espacial más adecuada sobre el

territorio, para que se adapte a sus características y condicionantes; pero a su vez pueda facilitar una accesibilidad y movilidad de las personas y las mercancías, que sea segura, cómoda, sostenible y en unos tiempos que estén proporcionados a la magnitud de la demanda de movilidad, es decir, que sea funcional y eficaz a un coste razonable. (García García, Pérez Zuriaga, & Camacho Torregosa, Introducción al Diseño Geométrico de carreteras: Concepción y Planteamiento, 2012, p.3).

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, es un documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Contiene la información necesaria para diferentes procedimientos, en la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con la demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial. (MTC, 2018) (p.8).

Es así que para lograr una carretera en excelentes condiciones se debe cumplir en la etapa de diseño y construcción con los parámetros estipulados por las normas vigentes de esta manera se podrá tener carreteras más seguras, cómodas y de calidad.

La organización mundial de la salud propone “VÍAS DE TRÁNSITO Y MOVILIDAD MÁS SEGURAS que aumenten la seguridad y la calidad de protección de las redes de carreteras, colocando prioridad en los usuarios más vulnerables. Aplicación de evaluaciones de la infraestructura vial y mejorar planificación, diseño, construcción y funcionamiento de las carreteras teniendo en cuenta la seguridad. Este pilar sigue siendo un desafío para el país.” (salud, 2018)

Según el Manual de carreteras DG – 2018 establece que: Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal), deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía. (MTC, 2018), (p.124)

Existen investigaciones similares realizadas tales como:

Correa Saldaña K. (2017) en su tesis EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJAMARCA – GAVILÁN (KM 173 – KM 158) DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2013 menciona que: “El levantamiento topográfico se realizó de manera muy detallada, y luego de procesar los datos, se determinó una topografía accidentada. La evaluación del tráfico se realizó con el conteo de vehículos por 02 semanas consecutivas, el cual determinó que estábamos frente a una carretera de segunda clase, con esta información y ayudados por el Manual de Diseño DG-2013 se pudo determinar la velocidad directriz de diseño de 40 Km/h. Posteriormente se realizó el análisis de las características geométricas obtenidas tanto en planta (radio mínimo y tramos en tangente), como en perfil (curvas verticales) y secciones transversales, todo ello comparado con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013.” (p.7)

Luego de procesar su información obtenida en campo Correa Saldaña K. (2017) indica: “Finalmente se determinó que la carretera Cajamarca – El Gavilán km 173- km 158, no cumple con algunos parámetros de Diseño Geométrico dispuestos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, específicamente tramos en

tangente y radios mínimos, por lo que se plantea mejorar la calidad de ciertos dispositivos de control que ayuden a garantizar la seguridad vial.”(p.7).

Así mismo Correa Saldaña K. (2017) en una de sus conclusiones indica: “Después de realizar la comparación se determinó que la carretera no garantiza un adecuado tránsito tanto de personas como de mercancía, poniendo en constante riesgo la integridad de quienes hacen uso de ella.” (p.112)

Merino Yopez, R; Gómez Allende, G. y Quispe Mejía, J. (2017) en su tesis denominada EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL - NOMINAL DE LA CARRETERA ENACO - ABRA CCORAO DE ACUERDO A LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO menciona que: “Para alcanzar el objetivo de la investigación se realizó previamente un conteo vehicular, el levantamiento topográfico y procesamiento de datos, del cual se obtuvo las características geométricas de la vía a detalle, tales como: curvas horizontales, tangentes, pendientes, curvas verticales, distancias de visibilidad, sobre anchos y peraltes máximos. Los procedimientos adoptados para la verificación de la hipótesis fueron: estimación de velocidades de operación del percentil 85 en curvas y tangentes a partir de las ecuaciones propuestas por Fitzpatrick y Lamm, asimismo se midió las velocidades de operación en campo con el fin de comparar las velocidades estimadas y medidas para la construcción de un perfil de velocidades de la vía en estudio.”(p.3)

Así mismo Merino Yopez, R; Gómez Allende, G. y Quispe Mejía, J. (2017) en una de sus conclusiones indica: “Se concluyó que los elementos geométricos inconsistentes o puntos de riesgo que representa el 41.66% de la longitud total de la carretera (seguridad

vial – nominal), no están cumpliendo con los parámetros establecidos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014. Por lo que se recomienda contar con herramientas, como la evaluación de la consistencia, que permitan evaluar los diseños geométricos previos a la ejecución de los proyectos viales para obtener la seguridad vial deseada.”(p.3)

Cueva Rodríguez, O. (2018) en su tesis denominada EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA PACCHA IGLESIA PAMPA CENTRO POBLADO LAUREL PAMPA KM 00.0+00 – KM 05.5 +00 DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG 2013 muestra sus resultados obtenidos: “Se realizó el análisis y comparación de las características geométricas obtenidas en planta, perfil y secciones transversales con el Manual DG-2013, obteniéndose los siguientes resultados: de los tramos en tangente el 16% cumple y el 84% no cumple, de los radios mínimos el 63% cumple y el 37% no cumple, de las curvas horizontales el 100% no cumple, de la longitud de transición de peralte el 92% cumple y el 8% no cumple, de la evaluación de pendientes el 54% cumplen y el 46% no cumple, de la longitud de curvas verticales el 100% cumple, de las banquetas de visibilidad el 53% cumple y el 47% no cumple, sobre el ancho de plataforma el 24% cumple y el 76% no cumple, con respecto al sobreancho el 62% cumple y el 38% no cumple, sobre los peraltes el 98% cumple y el 2% no cumple, talud de corte y relleno el 86% cumple y el 14% no cumple.” (p.10)

Así mismo Cueva Rodríguez, O. (2018) de sus resultados llega a la conclusión que: “La carretera no cumple con algunos parámetros de Diseño Geométrico dispuestos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013, por lo que se plantea mejorar

la calidad de ciertos dispositivos de control que ayuden a garantizar la seguridad vial.”(p.10)

Además, existen investigaciones basadas estrictamente en la seguridad vial respecto a la geometría de la carretera. “En los accidentes de circulación influyen diversos factores, uno de los cuales es la geometría de la carretera. Existen diversas normas y criterios para su diseño, aunque en ciertas ocasiones ello no es suficiente para garantizar totalmente la seguridad.” (García García, Evaluación de la seguridad vial de carreteras convencionales, 2009), (p.1)

Laurina R. (2018) en su tesis denominada EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL A PARTIR DE LA CONSISTENCIA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA en su resumen indica “Se elaboró una propuesta de metodología la cual se aplicó a un tramo de una vía declarado como Tramo de Concentración de Accidentes de la provincia de Villa Clara, apoyándose en la documentación existente de: planta, perfil, sección transversal y control de accesos. Finalmente se realizó un análisis de la seguridad vial a partir de los elementos geométricos los cuales concuerdan con los resultados reales de la accidentalidad en los lugares estudiados, lo que valida la propuesta inicial.”(p.5)

Así mismo Laurina R. (2018) llega a la conclusión que: “Los puntos de posible ocurrencia de accidentes se encontraron a partir de la evaluación del trazado de la carretera y se encuentran entre las estaciones 0+890.344 hasta 1+091.700 y entre 4+601.507 hasta 4+780.220.” (p.88)

De estas investigaciones evaluadas la gran mayoría de autores llegan a la conclusión que las carreteras en estudio no cumplen con su diseño geométrico adecuado de acuerdo al manual de diseño geométrico de carreteras vigente, generando incomodidad e inseguridad al usuario ya que una carretera con un diseño geométrico deficiente genera gran cantidad de accidentes vehiculares.

Muchas de las carreteras en la actualidad son deficientes en su geometría, se puede apreciar por la incomodidad e inseguridad que generan al usuario, provocando accidentes, pérdidas económicas y humanas. La carretera nacional 3N de Cajamarca – Cajabamba tiene una topografía variada, generando que en los tramos accidentados se realicen un diseño geométrico deficiente, el tramo de la carretera Cajabamba – Ponte es uno de los tramos con mayor accidentabilidad de la carretera Nacional 3N, en esta vía en el transcurso de su uso se han generado muchos accidentes y uno de los factores influyentes sería el diseño geométrico de la carretera.

Es por ello que para la presente tesis surge la necesidad de realizar un estudio el cual evalúa los parámetros de diseño geométrico de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – 48+050) y el manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018, aplicando técnicas y conocimientos adquiridos durante la formación profesional para la solución de problemas relacionados con la infraestructura vial, mediante la metodología descriptiva. Este estudio contribuirá a la evaluación de nuevos proyectos viales, identificando tramos deficientes y sugiriendo mejoras para estudios futuros.

1.2. Formulación del problema

¿Las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050) cumplen con los parámetros de diseño establecidos por el Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), de tal manera que en el plano se pueda observar el estado actual de la vía en estudio muy detalladamente.
- Determinar las características geométricas de la carretera en estudio Cajabamba – Ponte (km 52+300 – km 48+050).
- Plantear un plano de señalizaciones el cual indique la velocidad máxima para transitar con seguridad.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), no cumplen con los parámetros de diseño establecidos por el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación por su propósito es aplicada ya que se plantea recomendaciones para mejorar la seguridad vial; por su profundidad es descriptiva, en campo, puesto que en la investigación se busca describir el tramo de carretera en evaluación para poder obtener sus parámetros y así lograr evaluar dichos parámetros existentes en la carretera en estudio con la norma DG 2018; por su naturaleza de datos es cuantitativa ya que se tomó datos reales de parámetros de la carretera en estudio; por la manipulación de las variables es no experimental, ya que se trabajó con datos no manipulados del tramo en estudio; los medios empleados para obtener la información ha sido a través del trabajo de campo.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población.

La población para la investigación será: La carretera Nacional 3N Cajabamba – Cajamarca.

2.2.2. Muestra.

El método de muestreo es no probabilístico por conveniencia, eligiendo el tramo que corresponde a la carretera Nacional Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), por ser uno de los tramos que muestra mayor accidentabilidad.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La evaluación de la carretera se hará en un tramo seleccionado de acuerdo a su tipo de carretera y el tramo más crítico de ella, donde se tendrá en cuenta las características con las que fue construida para luego ser evaluadas de acuerdo al

manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, usando como técnica la observación visual.

La técnica de observación visual nos permitirá recopilar los datos del tramo de la carretera en instrumentos tales como fichas de observación de sus respectivas características geométricas de la infraestructura vial, donde se podrá identificar los parámetros geométricos de la carretera como son diseño geométrico en planta, diseño geométrico en perfil y en sección transversal, de acuerdo a lo que establece el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, para ello se realizaron algunas modificaciones a los formatos establecidos por el MTC con el fin de obtener información más precisa, como se detalla a continuación.

- La ficha de observación de conteo vehicular (**Anexo 2**) tomando como referencia el formato que establece el MTC al cual se le realizó unas modificaciones con el fin de mejorar la precisión en la toma de datos (sentido y vehículos que transitan), este formato nos permitirá realizar las anotaciones correspondientes observadas en campo para luego realizar un resumen (**tabla 5**) y así calcular el índice medio diario vehicular según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de pendientes transversales (**Tabla 3**), en este formato se podrá anotar las pendientes transversales de la carretera para poder clasificarla de acuerdo a su orografía según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de elementos de curva (**Anexo 3**), en este formato se realizará el registro de los elementos de curvas tales como sentido de la curva, deflexión, radios, tangentes, longitudes de curva, externa de la curva, sobre anchos y peraltes según la norma DG-2018.

- La ficha de observación de verificación de longitud en tangente (**Anexo 4**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de longitudes mínimas de tramos en tangente según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de verificación de radio mínimo (**Anexo 5**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de radios mínimos de curvas según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de verificación de longitud en curvas verticales (**Anexo 7**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de longitudes mínimas y máximas según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de verificación de pendientes en curvas verticales (**Anexo 8**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de pendientes mínimas y máximas según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de Verificación de ancho de berma (**Anexo 10**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de ancho de berma según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de Verificación de ancho de corona (**Anexo 11**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de ancho de corona según la norma DG-2018.
- La ficha de observación de Verificación de peraltes (**Anexo 12**), en este formato se realizará la verificación de cumplimiento de peraltes según la norma DG-2018.

2.3.2. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Para el análisis de datos se tendrá como técnica la comparación y evaluación de los parámetros obtenidos en la recolección de datos, los cuales serán evaluados de acuerdo a parámetros mínimos establecidos (diseño geométrico en planta, diseño

geométrico en perfil y diseño geométrico en sección transversal) por el manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de datos se tendrá en cuenta:

✓ **Reconocimiento de la zona.**

En este procedimiento se procederá a inspeccionar la zona de estudio, para así evaluar la topografía, obras de arte y posibles lugares de mejor visibilidad para monumentar las estaciones.

✓ **Levantamiento topográfico de la carretera.**

Una vez hecho el reconocimiento de la zona, se plantea una poligonal abierta iniciando con la recolección de datos ubicando la primera estación (E-1), hasta la estación (E-38) teniendo en cuenta la visibilidad del mayor tramo de carretera. Se comienza a radiar los puntos de referencia en la carretera tales como eje de vía, bordes de carretera, cunetas, alcantarillas, quebradas postes, casas, de acuerdo a consideraciones de estacado en tramos rectos cada 20 m y en tramos curvos cada 10 m. al mismo tiempo se cuenta el número de vehículos por día, para realizar el análisis de tráfico y clasificación de la vía.

2.4.2. Procedimiento de análisis de datos

En la etapa de análisis de datos se tendrá:

✓ **Trabajo de gabinete**

Terminado el trabajo de campo, se continúa con el procesamiento de datos de la zona en estudio, realizando el modelamiento de la carretera, tanto en

planta, perfil y secciones transversales mediante el software Civil 3D 2020 obteniendo planos reales de la carretera (**C-01, PP-01, PP-02, PP-03, PP-04, PP-05, ST-01, ST-02, ST-03, ST-04 y ST-05**); posteriormente mediante hojas de cálculo en Excel se ejecuta el análisis y evaluación de las características geométricas de la carretera en estudio con los parámetros y normas estipulados en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018 (**Anexos 03-12**)

2.4.3. Aspectos éticos.

Reside en la estricta utilización de la normativa peruana, manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018 para la evaluación de las características geométricas de la carretera Cajabamba - ponte (km 52+300 – km 48+050), respetando la autoría de las diversas investigaciones que colaboraron mediante su información para desarrollar la presente investigación con la adecuada citación y referenciación de cada uno de los autores, además de respetar los softwares con licencia educacional.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

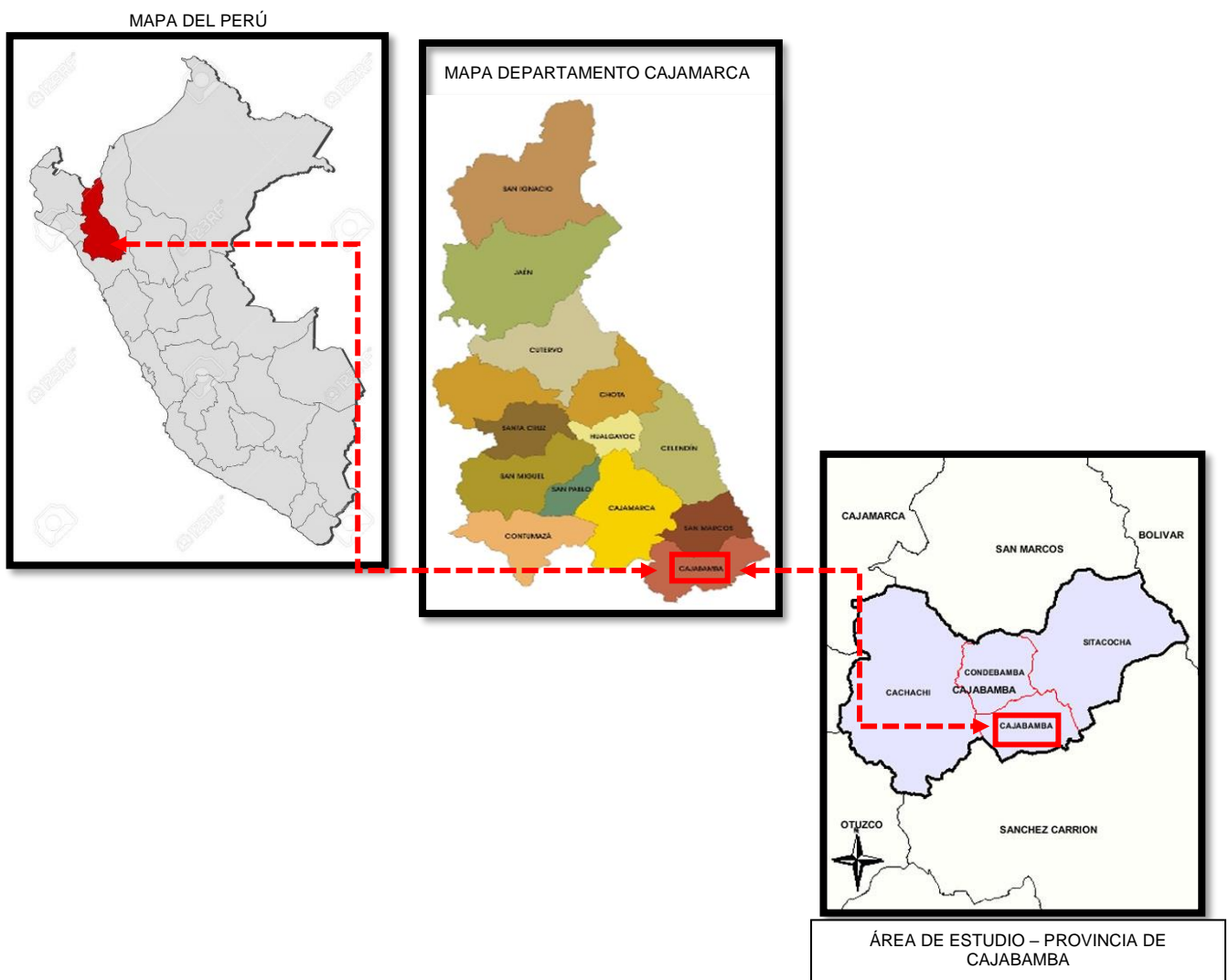
3.1. Ubicación política

La investigación se ubica en:

Distrito: Cajabamba

Provincia: Cajabamba

Departamento: Cajamarca



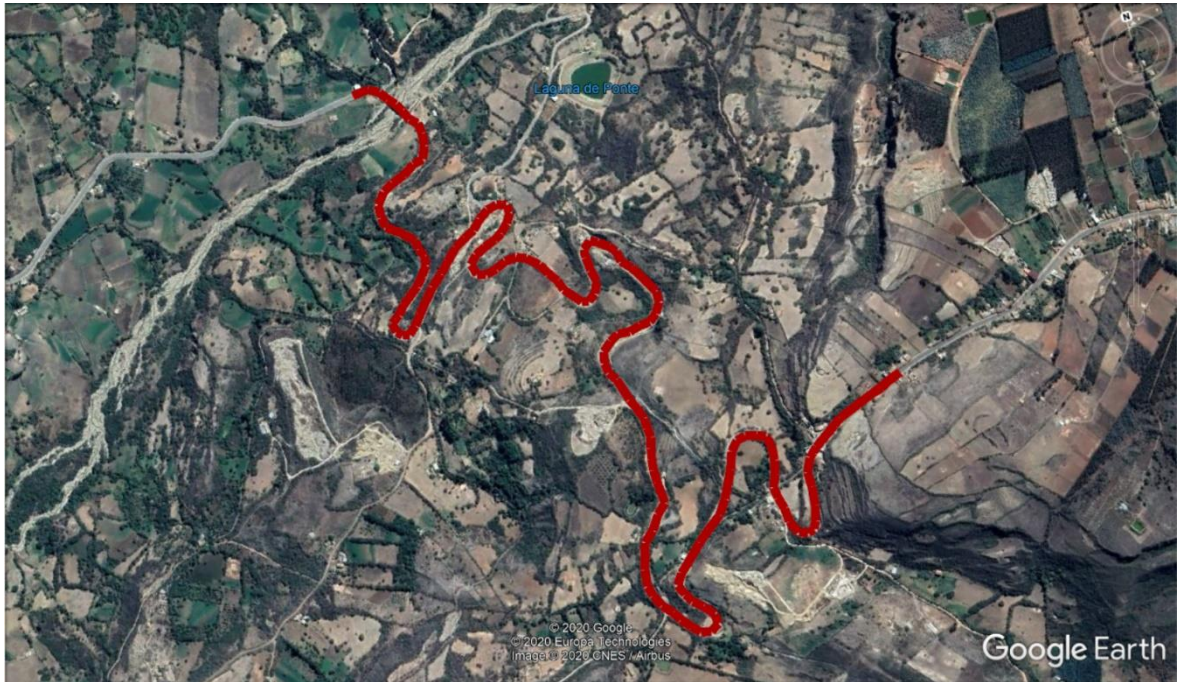


Figura 1 Micro Ubicación de zona en estudio.

Fuente: Google Earth.

3.2.Ubicación geográfica

Tabla 1
Coordenadas geográficas

PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA
Cajabamba km 52+300	Ponte km 48+050
Latitud: 7.610360 sur	Latitud: 7.600326 sur
Longitud: 78.080776 oeste	Longitud: 78.089340 oeste
Cota: 2609 m.s.n.m.	Cota: 2354 m.s.n.m.

Tabla 2
Coordenadas UTM WGS-84

PUNTO DE PARTIDA	PUNTO DE LLEGADA
Cajabamba km 52+300	Ponte km 48+050
E:822122.33	E: 821195.69
N: 9157667.31	N: 9158684.33
Cota: 2609 m.s.n.m.	Cota: 2354 m.s.n.m.

3.3. Clasificación de carreteras

3.3.1. Por su demanda

El índice medio diario de la carretera en estudio es de IMD= 1660 veh/día (Tabla 5), según la norma DG-2018 especifica que para tal IMD se clasifica como una carretera de segunda clase.

3.3.2. Por su orografía

Teniendo el plano a curvas de nivel, para clasificar la carretera se ha obtenido las siguientes pendientes transversales:

Tabla 3
Pendientes transversales

PROG.	PENDIENTE TRANSVERSAL (%)	TIPO DE TERRENO	PROG.	PENDIENTE TRANSVERSAL (%)	TIPO DE TERRENO
52+300	10	Plano	51+500	65.45	Accidentado
52+280	4.58	Plano	51+480	60.51	Accidentado
52+260	5.72	Plano	51+460	55.25	Accidentado
52+240	6.82	Plano	51+440	52.35	Accidentado
52+220	8.63	Plano	51+420	51.47	Accidentado
52+200	7.36	Plano	51+400	50.09	Accidentado
52+180	8.43	Plano	51+380	45.63	Ondulado
52+160	13.23	Ondulado	51+360	45.62	Ondulado
52+140	11.28	Ondulado	51+340	43.62	Ondulado
52+120	14.23	Ondulado	51+320	45.25	Ondulado
52+100	15.13	Ondulado	51+300	43.21	Ondulado
52+080	53.16	Accidentado	51+280	41.26	Ondulado
52+060	54.26	Accidentado	51+260	42.36	Ondulado

52+040	54.62	Accidentado	51+240	41.58	Ondulado
52+020	58.17	Accidentado	51+220	43.56	Ondulado
52+00	61.32	Accidentado	51+200	47.58	Ondulado
51+980	53.67	Accidentado	51+180	49.53	Ondulado
51+960	65.35	Accidentado	51+160	51.06	Accidentado
51+940	67.27	Accidentado	51+140	52.32	Accidentado
51+920	61.24	Accidentado	51+120	51.96	Accidentado
51+900	60.35	Accidentado	51+100	51.89	Accidentado
51+880	55.62	Accidentado	51+080	52.13	Accidentado
51+860	53.89	Accidentado	51+060	55.34	Accidentado
51+840	53.17	Accidentado	51+040	56.53	Accidentado
51+820	52.97	Accidentado	51+020	56.67	Accidentado
51+800	51.78	Accidentado	51+00	56.15	Accidentado
51+780	56.91	Accidentado	50+980	56.78	Accidentado
51+760	78.14	Accidentado	50+960	55.63	Accidentado
51+740	77.25	Accidentado	50+940	54.56	Accidentado
51+720	77.95	Accidentado	50+920	56.87	Accidentado
51+700	81.42	Accidentado	50+900	56.98	Accidentado
51+680	82.36	Accidentado	50+880	58.78	Accidentado
51+660	81.56	Accidentado	50+860	57.36	Accidentado
51+640	79.85	Accidentado	50+840	57.04	Accidentado
51+620	80.65	Accidentado	50+820	54.65	Accidentado
51+600	82.95	Accidentado	50+800	52.78	Accidentado
51+580	80.35	Accidentado	50+780	51.05	Accidentado
51+560	79.85	Accidentado	50+760	49.86	Ondulado
51+540	78.51	Accidentado	50+740	47.85	Ondulado
51+520	77.35	Accidentado	50+720	45.68	Ondulado

51+500	65.45	Accidentado	50+700	43.56	Ondulado
50+680	40.36	Ondulado	49+860	49.56	Ondulado
50+660	41.52	Ondulado	49+840	51.12	Accidentado
50+640	40.82	Ondulado	49+820	53.16	Accidentado
50+620	39.58	Ondulado	49+800	51.26	Accidentado
50+600	39.96	Ondulado	49+780	55.13	Accidentado
50+580	40.63	Ondulado	49+760	52.17	Accidentado
50+560	40.89	Ondulado	49+740	45.62	Ondulado
50+540	40.15	Ondulado	49+720	38.25	Ondulado
50+520	41.35	Ondulado	49+700	35.16	Ondulado
50+500	40.05	Ondulado	49+680	32.5	Ondulado
50+480	42.65	Ondulado	49+640	26.89	Ondulado
50+460	46.31	Ondulado	49+620	15.34	Ondulado
50+440	47.52	Ondulado	49+600	14.28	Ondulado
50+420	48.07	Ondulado	49+580	13.85	Ondulado
50+400	49.32	Ondulado	49+560	15.62	Ondulado
50+380	49.97	Ondulado	49+540	12.11	Ondulado
50+360	50.32	Accidentado	49+420	13.21	Ondulado
50+340	50.95	Accidentado	49+500	10.52	Ondulado
50+320	50.93	Accidentado	49+480	12.48	Ondulado
50+300	51.23	Accidentado	49+460	14.78	Ondulado
50+280	51.67	Accidentado	49+440	20.13	Ondulado
50+260	53.24	Accidentado	49+420	25.69	Ondulado
50+240	55.32	Accidentado	49+400	30.75	Ondulado
50+220	57.15	Accidentado	49+380	45.97	Ondulado
50+200	56.24	Accidentado	49+360	43.52	Ondulado
50+180	54.26	Accidentado	49+340	41.93	Ondulado

50+160	53.12	Accidentado	49+320	37.56	Ondulado
50+140	51.05	Accidentado	49+300	36.52	Ondulado
50+120	49.86	Ondulado	49+280	35.24	Ondulado
50+100	48.78	Ondulado	49+260	37.62	Ondulado
50+080	49.06	Ondulado	49+240	40.21	Ondulado
50+060	45.23	Ondulado	49+220	41.23	Ondulado
50+040	41.38	Ondulado	49+200	35.12	Ondulado
50+020	40.12	Ondulado	49+180	31.26	Ondulado
50+00	25.4	Ondulado	49+160	30.14	Ondulado
49+980	16.4	Ondulado	49+140	15.86	Ondulado
49+960	15.63	Ondulado	49+120	10.13	Ondulado
49+940	14.31	Ondulado	49+100	9.87	Plano
49+920	25.45	Ondulado	49+080	7.56	Plano
49+900	39.14	Ondulado	49+60	6.89	Plano
49+880	42.56	Ondulado	49+040	9.58	Plano
49+020	8.35	Plano	48+200	55.13	Accidentado
49+00	8.65	Plano	48+180	53.6	Accidentado
48+980	12.35	Ondulado	48+160	51.25	Accidentado
48+960	12.98	Ondulado	48+140	50.31	Accidentado
48+940	17.25	Ondulado	48+120	49.52	Ondulado
48+920	16.32	Ondulado	48+100	48.63	Ondulado
48+900	17.51	Ondulado	48+080	35.63	Ondulado
48+880	20.34	Ondulado	48+060	31.5	Ondulado
48+860	31.36	Ondulado	48+050	23.14	Ondulado
48+840	25.35	Ondulado			
48+820	27.51	Ondulado			
48+800	32.53	Ondulado			

48+780	37.52	Ondulado
48+760	38.06	Ondulado
48+740	37.98	Ondulado
48+720	40.51	Ondulado
48+700	42.61	Ondulado
48+680	45.67	Ondulado
48+660	48.62	Ondulado
48+640	47.56	Ondulado
48+620	51.36	Accidentado
48+600	52.33	Accidentado
48+580	53.12	Accidentado
48+560	51.23	Accidentado
48+540	55.62	Accidentado
48+520	60.78	Accidentado
48+500	61.73	Accidentado
48+480	63.55	Accidentado
48+460	61.64	Accidentado
48+440	63.25	Accidentado
48+420	61.51	Accidentado
48+400	65.13	Accidentado
48+380	58.64	Accidentado
48+360	59.97	Accidentado
48+340	58.74	Accidentado
48+320	59.13	Accidentado
48+300	60.41	Accidentado
48+280	60.15	Accidentado
48+260	61.07	Accidentado

48+240	61.98	Accidentado
48+220	57.12	Accidentado

Verificando la tabla de pendientes transversales se obtiene:

Tabla 4
Cantidad de tramos para cada tipo de terreno

Total de secciones	231
N° secciones accidentadas	115
N° secciones Onduladas	103
N° secciones planas	13

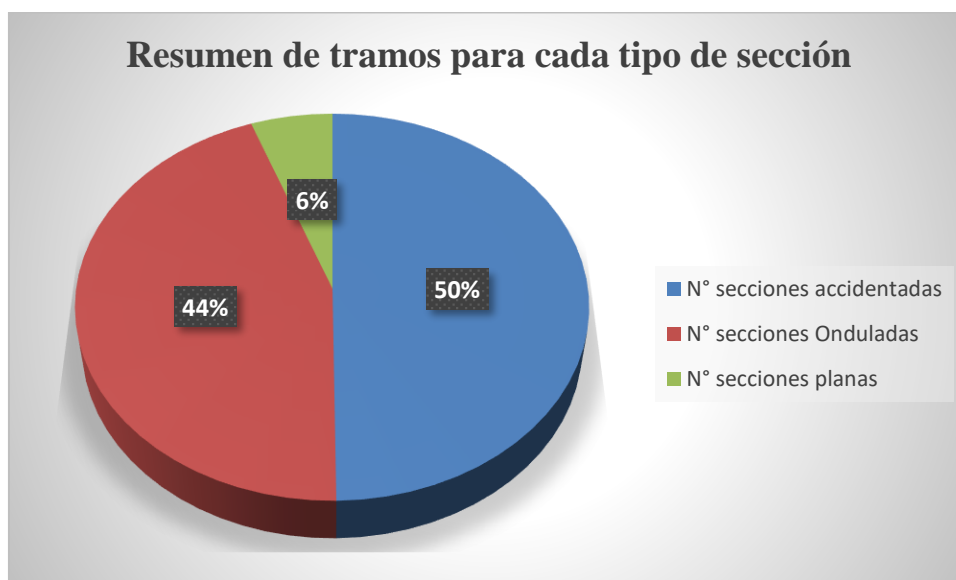


Gráfico 1 Resumen de tramos para cada tipo de sección

Del resumen se puede verificar que las secciones accidentadas predominan más en el tramo de la carretera en estudio por lo que la norma establece que equivale a una carretera de tipo III, por lo cual se considera un terreno accidentado.

3.3.3. Ley de jerarquización.

Por consideraciones establecidas en el reglamento de Jerarquización vial el tramo de la carretera Cajabamba – Ponte corresponde a una Carretera nacional 3N. (Peruano, 2007)

3.4. Estado actual de la carretera

3.4.1. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico con estación total Trimble M3 D5, obtenida del laboratorio de la Universidad Privada del Norte, la cual cuenta con certificado de calibración.

Se tuvo las siguientes consideraciones dentro del levantamiento topográfico.

- ✓ Como primera consideración se realizó el reconocimiento del terreno y los límites del mismo. **(anexo 01).**
- ✓ Se monumentó las estaciones de tal manera que se pueda observar la mayor longitud posible de la carretera y su sección. **(anexo 01).**
- ✓ Para el levantamiento topográfico se consideró 11 puntos aproximadamente entre ellos puntos en la calzada cunetas y taludes de la carretera, por cada sección tomando en tramos en tangente cada 20 metros y en tramos curvos cada 10 metros. **(anexo 01 y Anexo 14).**

3.4.2. Plano planta – perfil

Planos planta – perfil (C-01, PP-01, PP-02, PP-03, PP-04, PP-05, ST-01, ST-02, ST-03, ST-04 y ST-05) **(Anexo 11)**

Datos obtenidos en gabinete de la carretera en estudio:

En planta: Luego de haber calculado los datos obtenidos en campo y procesado en el programa civil 3D-2020, se ajusta la triangulación al mapa

de georreferenciación teniendo en cuenta además la libreta topográfica obtenidas en campo; obtendremos los planos en escala 1:2000, mostrados en el **Anexo 03 y Anexo 14**.

En perfil: Luego de haber calculado los datos obtenidos en campo y procesado en el programa civil 3D-2020, se ajusta teniendo en cuenta la libreta topográfica obtenidas en campo; obtendremos los planos en escala H: 1/2000 y V: 1/200, mostrados en el **Anexo 06 y Anexo 14**.

En secciones: Luego de haber calculado los datos obtenidos en campo y procesado en el programa civil 3D-2020, se ajusta teniendo en cuenta la libreta topográfica obtenidas en campo; obtendremos los planos en escala 1/200 mostrados en el **Anexo 09 y Anexo 14**.

3.5. Criterios y controles básicos para el diseño

3.5.1. Vehículo de diseño

Luego de realizar el conteo vehicular se procede con la elección del vehículo de diseño el cual será un vehículo representativo como lo establece el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, para la investigación se usará un vehículo de diseño C2.

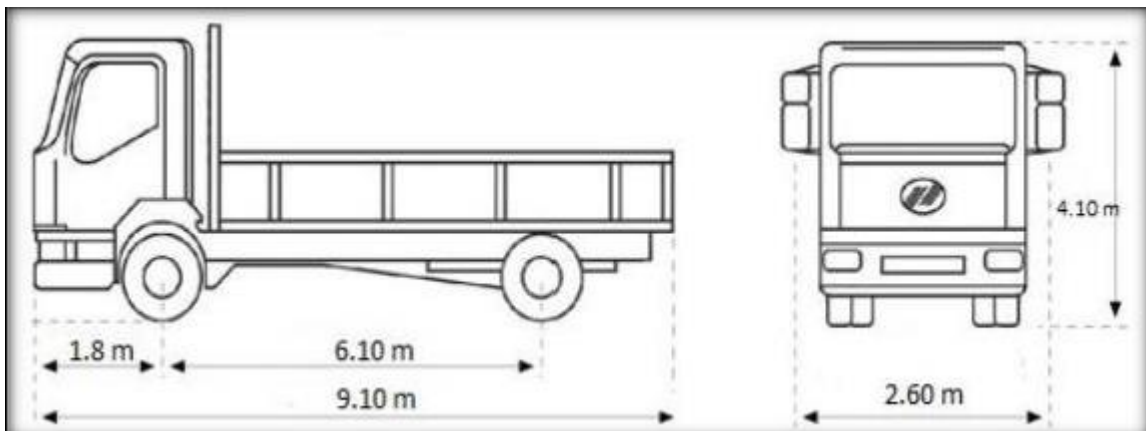


Figura 2 Vehículo de diseño.

Tiene las siguientes características:





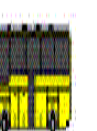

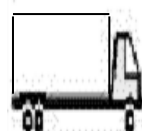

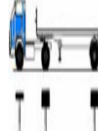
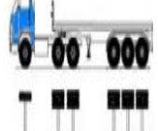
- Nomenclatura: C2
- Alto total: 4.10m.
- Ancho total: 2.60m.
- Largo total: 9.10 m.
- Longitud entre ejes: 6.10 m.
- Radio mínimo rueda externa delantera: 12.80m.
- Radio mínimo rueda interna trasera: 8.50 m.

3.5.2. Características del tránsito

El conteo vehicular se realizó por una semana consecutiva las 24 horas del día (**Tabla 05 y 06**)

El volumen diario anual (IMDA) en la carretera Cajabamba – Ponte es de 1660 Veh/día, el resumen de conteo vehicular se muestra en la tabla 5.

Tabla 5
 Conteo vehicular

N°	DÍA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte de carga					TOTAL
		AUTOS	PICK UP	MINI VAN, COMBIS, MICROS, CUSTERS			C2 CAMIONES	C3 CAMIONES	8X4 CAMIONES	T2S1	T3S3 COMBOY	
												
1	08/05/19	422	325	387	266	33	139	83	4		9	1668
2	09/05/20	354	218	286	203	24	135	63	5		4	1292
3	10/05/21	390	214	285	228	32	78	81	2	4	6	1320
4	11/05/22	454	234	302	245	30	83	91	5	6	7	1457
5	12/05/23	494	295	374	146	25	97	32			4	1467

6	13/05/24	522	284	365	278	28	83	41	3	3	5	1612
7	14/05/25	384	237	298	236	29	113	79	4		8	1388
8	15/05/26	396	241	301	235	31	102	65	6		6	1383
TOTAL IMDS		488	293	372	263	34	119	77	5	2	7	1660

3.5.3. Velocidad de diseño

De acuerdo con el manual DG-2018 para un terreno accidentado y para una carretera de segunda clase, se tiene una velocidad de diseño de 60 km/h.

Tabla 6
Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano						■	■	■	■	■	■
	Ondulado						■	■	■	■	■	
	Accidentado					■	■	■	■			
	Escarpado					■	■					
Autopista de segunda clase	Plano				■	■	■	■	■	■	■	
	Ondulado				■	■	■	■	■			
	Accidentado				■	■	■	■	■			
	Escarpado				■	■	■					
Carretera de primera clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado				■	■	■	■				
	Accidentado			■	■	■	■					
	Escarpado			■	■	■						
Carretera de segunda clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado				■	■	■	■				
	Accidentado			■	■	■						
	Escarpado		■	■	■							
Carretera de tercera clase	Plano		■	■	■	■	■	■				
	Ondulado		■	■	■	■	■	■				
	Accidentado	■	■	■								
	Escarpado	■										

Fuente (MTC, 2018), pag. 97

3.5.4. Distancia de visibilidad

Tabla 7
Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

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

Fuente (MTC, 2018), pag. 105

Tabla 8
Distancia de visibilidad de parada para la velocidad de diseño de la carretera en estudio.

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
60	87	92	97	61	77	75

3.5.5. Distancia de visibilidad de parada

Tabla 9
Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

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

Fuente (MTC, 2018), pag. 105

La distancia mínima de parada establecida por el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018 para una carretera con una velocidad de diseño de 60 km/h se tendrá las siguientes distancias mínimas.

Tabla 10
Distancia de visibilidad de parada con pendiente en subida o en bajada de la carretera en estudio.

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
60	87	92	97	80	77	75

3.6. Verificación de parámetros geométricos en planta

3.6.1. Tramos en tangente

Los tramos en tangente según la norma DG-2018 son los siguientes:

Tabla 11
Longitudes de tramos en tangente

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

Fuente (MTC, 2018), pag. 127

Dónde:

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

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

L máx. : Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes en tramos en tangente para una velocidad de diseño de 60 km/h son: L min. s=83 metros, L min. o=167 metros y el L máx.= 1002 metros.

Tabla 12
Resumen de verificación de tramos en tangente

RESUMEN DE LA VERIFICACION DE TRAMOS EN TANGENTE			
	CURVAS	L (S)	L (O)
	NO CUMPLE	13	14
	CUMPLE	8	0
	TOTAL	21	14
	PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	62.00%	100.00%
	PORCENTAJE QUE CUMPLE	38.00%	0.00%

De la carretera en estudio, Los resultados de longitudes en tangente se muestran en el **anexo 4** las cuales fueron verificadas con los parámetros mínimos establecidos por el manual DG-2018, además en la tabla 12 se muestra el resumen general de las longitudes tangentes teniendo un total de 35, de las cuales 21 son en “S” y 14 en “O”.

La norma establece que para longitudes en “S” es 83 m como mínimo, de ellas solo cumplen 8 longitudes lo que corresponde al 38%, el resto de longitudes que no cumplen son 13 lo que corresponde al 62%.

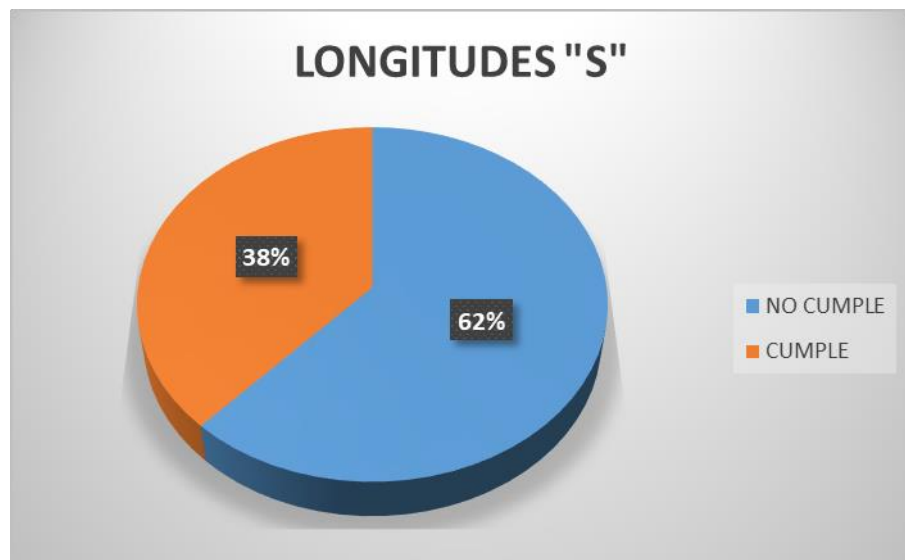


Gráfico 2 Verificación de tramos en tangente "S"

La norma establece que para longitudes en “O” es 167 m como mínimo, de ellas el total no cumple con la longitud mínima establecida por el manual de diseño geométrico DG-2018 lo que corresponde al 100%.

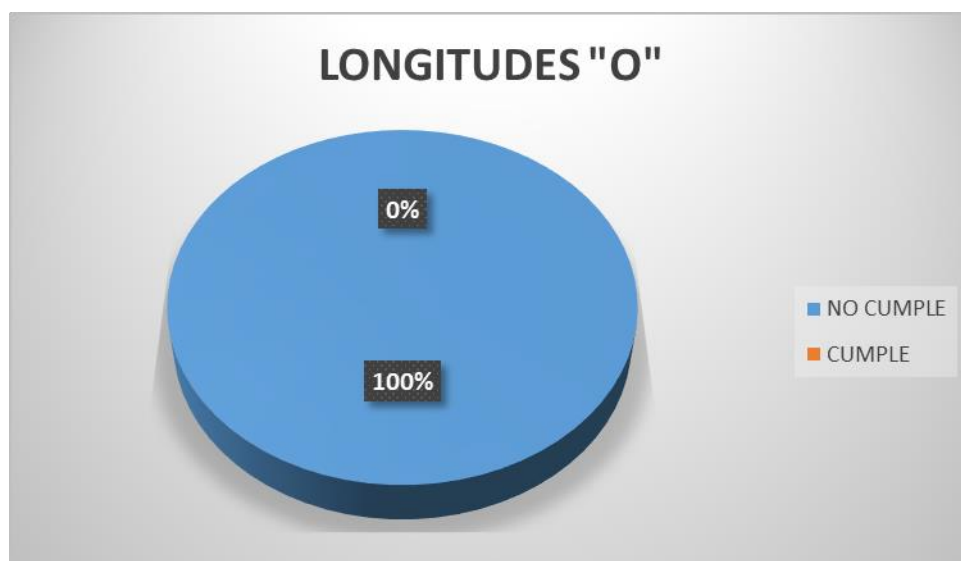


Gráfico 3 Verificación de tramos en tangente "O"

3.6.2. Curvas circulares

Tabla 13

Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	F máx	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60.0	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280.0	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.1	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
	130	4	0.08	1,108.9	1110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135.0	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	152.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.09	560.4	560
	120	6	0.08	755.9	755
	130	6	0.17	930.5	950

Área rural (plano u ondoluada)	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.16	50.4	50
	50	8	0.15	82.0	85
	60	8	0.14	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.13	229.1	230
	90	8	0.12	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667.0	670
130	8	0.08	831.7	835	
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105.0	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
130	12	0.08	665.4	665	

Fuente (MTC, 2018), pag. 129

Tabla 14

Radio s mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras para 60 km/h

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	F máx.	Radio calculado en metros (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	60	12	0.15	105	105

Tabla 15

Resumen de Verificación de radios mínimos

RESUMEN DE LA VERIFICACIÓN DE RADIOS MÍNIMOS	
CURVAS SIMPLES	18
TOTAL	18
CUMPLE	5
NO CUMPLE	13
PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	72%
PORCENTAJE QUE CUMPLE	28%

Los resultados de la verificación de radios mínimos en curvas se muestran en el **anexo 5**, las cuales fueron verificadas con los parámetros mínimos

establecidos por el manual DG-2018, además en la tabla 15 se muestra el resumen general de la verificación de radios mínimos en curvas en el que muestra un total de 18 curvas simples.

La norma establece que para curvas simples el radio mínimo es 105 m, con estas condiciones en la verificación de ellas solo cumplen 5 radios que corresponde a un 28%, el resto de longitudes que no cumplen son 13 lo que corresponde al 72%.

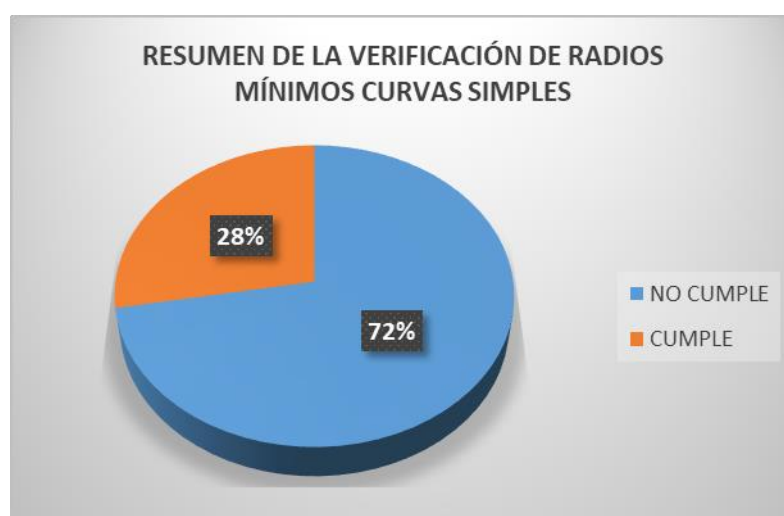


Gráfico 4 Resumen de la verificación de radios mínimos en curvas simples.

3.6.3. Curvas de vuelta

Tabla 16

Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado

Radio interior Ri (m)	Radio exterior mínimo Re (m). según maniobra prevista		
	T2s2	C2	C2+c2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75	18.75	20.50
12.0	18.25	20.50	22.25
15.0	21.00	23.25	24.75
20.0	26.00	28.00	29.25

Fuente (MTC, 2018), pag. 151

El radio mínimo considerado será de acuerdo al radio interior de 8 m, el cual representa un mínimo normal, además se considera dos camiones de dos ejes que describen la curva simultáneamente, dando como resultado un radio exterior mínimo $R_e=19$ metros.

Tabla 17
Resumen de verificación de curvas de vuelta

RESUMEN DE LA VERIFICACIÓN DE RADIOS MÍNIMOS	
CURVAS DE VUELTA	15
TOTAL	15
CUMPLE	15
NO CUMPLE	0
PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	0.00%
PORCENTAJE QUE CUMPLE	100.00%

De la verificación de radios mínimos en curvas de volteo se tiene que cumplen el 100% con el radio mínimo establecido en el manual DG-2018.

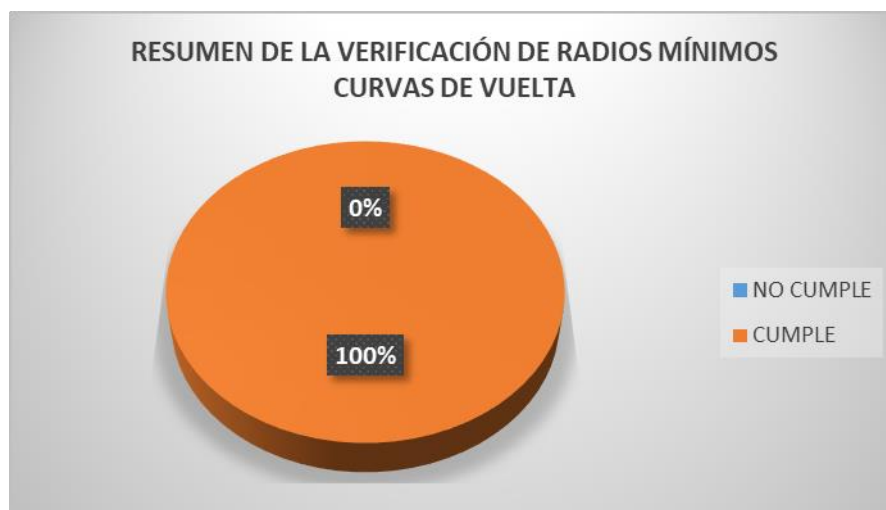


Gráfico 5 *Resumen de verificación de radios mínimos en curvas de vuelta.*

3.7.Verificación de parámetros geométricos en perfil

3.7.1. Pendientes

3.1.1.1.Pendientes mínimas

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales, se pueden presentar los siguientes casos particulares: Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%; si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero; Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%; En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%. (MTC, 2018), pag.170.

3.1.1.2.Pendientes máxima

Tabla 18

Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño:																						
30 km/h																			10.0	10.0		
40 km/h																			9.0	8.0	9.0	10.0
50 km/h											7.0	7.0			8.0	9.0	8.0	8.0	8.0			
60 km/h						6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	7.0	8.0	9.0	8.0	8.0			
70 km/h				5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0		7.0	7.0			
80 km/h	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0		6.0	6.0			7.0	7.0			
90 km/h	4.5	4.5	5.0		5.0	5.0	6.0			5.0	5.0			6.0				6.0	6.0			
100 km/h	4.5	4.5	4.5		5.0	5.0	6.0		5.0					6.0								
110 km/h	4.0	4.0			4.0																	
120 km/h	4.0	4.0			4.0																	
130 km/h	3.5																					

Fuente (MTC, 2018), pag. 171

La pendiente máxima para una carretera de segunda clase con terreno accidentado y una velocidad de diseño de 60 km/h, la DG-2018 establece una pendiente máxima de 8%.

Tabla 19
Resumen de verificación de pendientes

RESUMEN DE VERIFICACIÓN DE PENDIENTES	
TOTAL DE PENDIENTES	27
CUMPLE	26
NO CUMPLE	1
PORCENTAJE QUE CUMPLE	96%
PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	4%

De los 27 tramos evaluados de la carretera se tiene que 26 lo que corresponde al 96.00% de tramos cumplen en la verificación de pendientes, mientras que 1 de los tramos lo que corresponde al 4.00% no cumple en la verificación de pendientes según el manual de diseño geométrico de carreteras DG_2018. (**Anexo 8**)

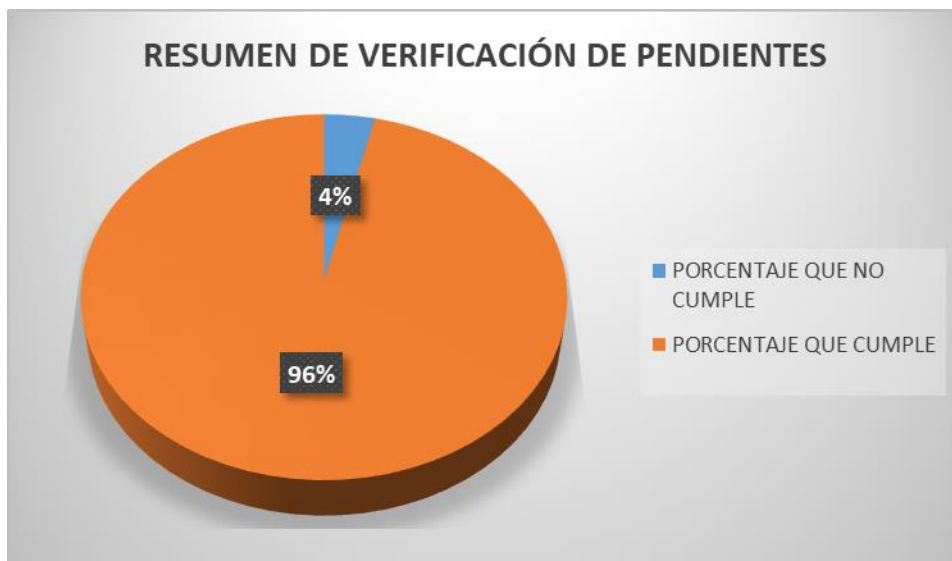


Gráfico 6 *Resumen de verificación de pendientes.*

3.7.2. Curvas verticales

- Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada.

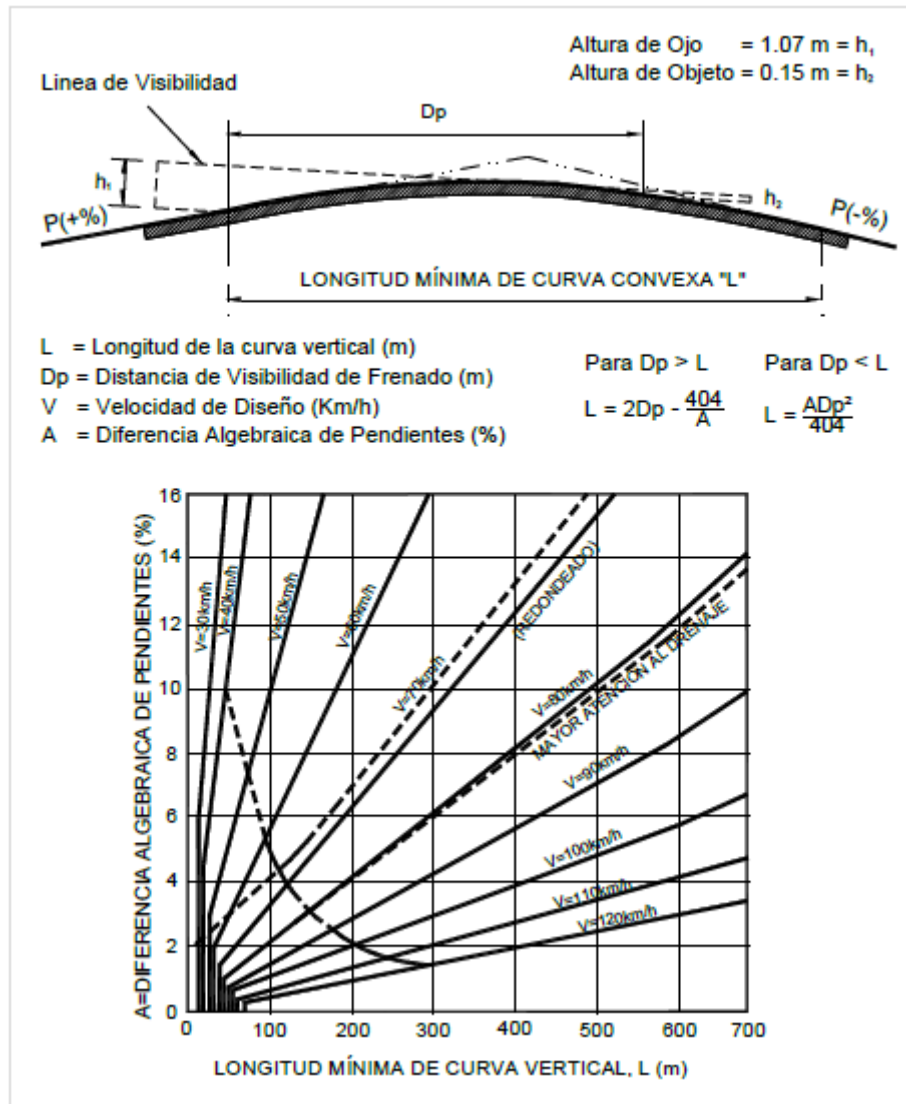


Figura 3 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada.

Fuente (MTC, 2018), pag. 178

- Longitud mínima de curvas verticales cóncavas con distancias de visibilidad de parada.

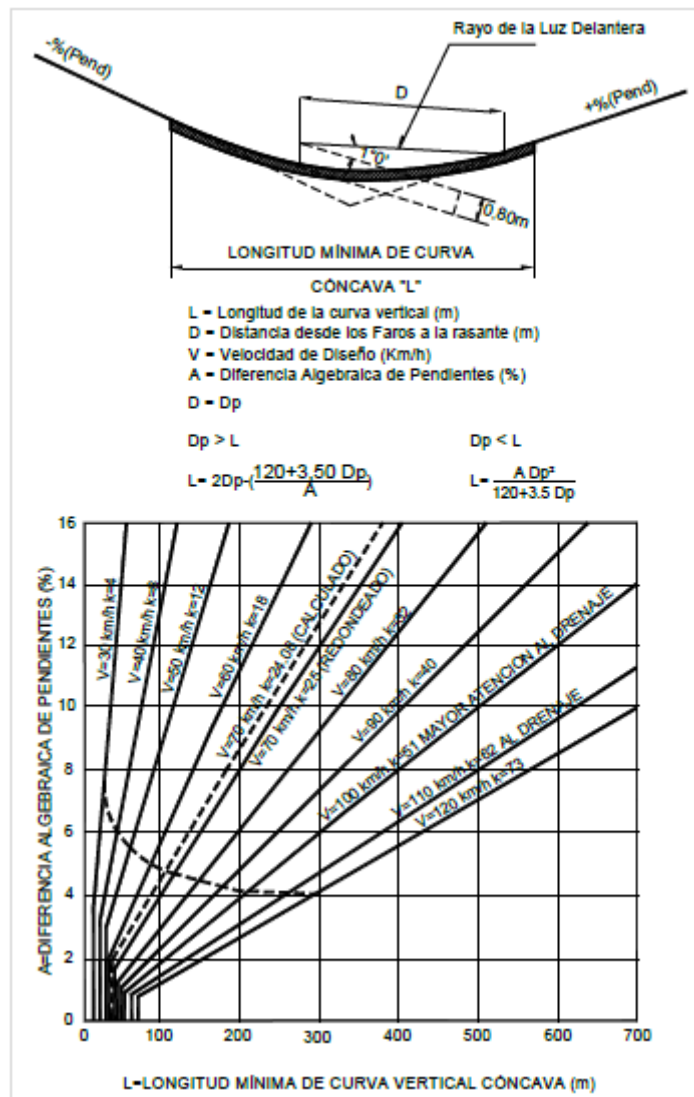


Figura 4 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.

Fuente (MTC, 2018), pag. 178

Tabla 20
Verificación de curvas verticales

	C. CONCAVA	C. CONVEXA
CUMPLE	5	6
NO CUMPLE	2	1
TOTAL	7	7

En la carretera en estudio se tiene 14 curvas verticales de las cuales 7 son curvas verticales cóncavas, de ellas (71%) cumplen y 2 (29%) no cumplen con su longitud según el manual DG-2018. (Anexo7)

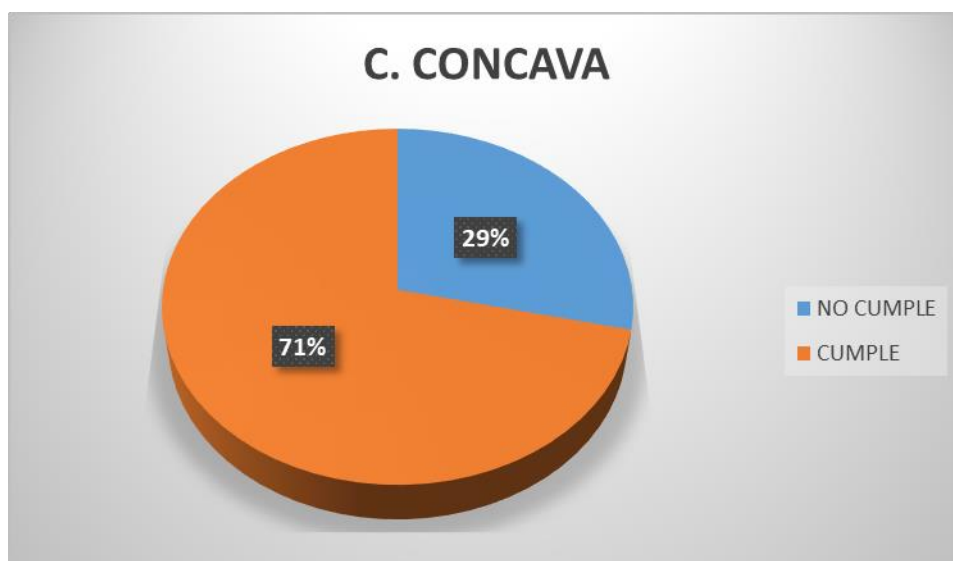


Gráfico 7 Resumen de verificación de curvas verticales cóncavas.

Además, se tiene que 7 son curvas verticales convexas de las cuales 6 (86%) cumplen y 1 (14%) no cumplen con su longitud según el manual DG-2018. (**Anexo7**)

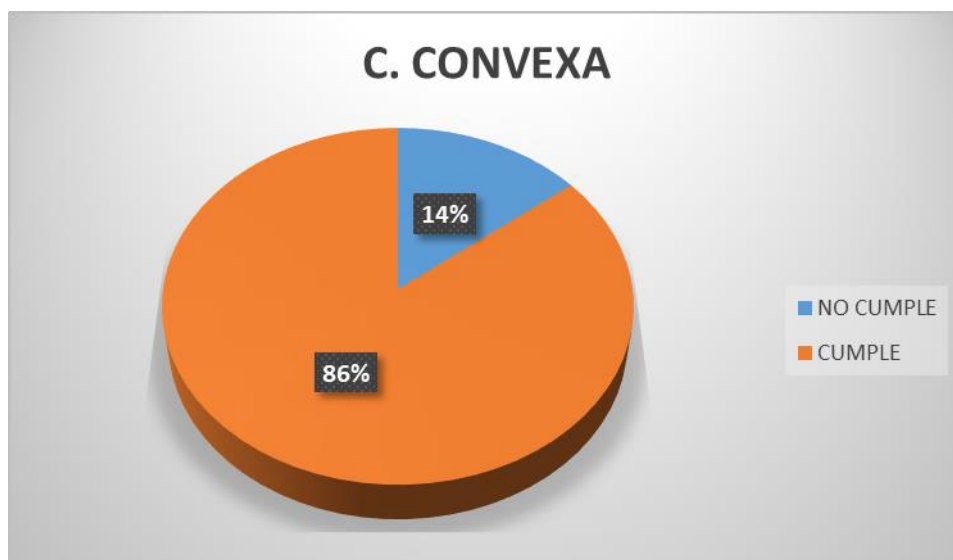


Gráfico 8 Resumen de verificación de curvas verticales convexas.

3.8.Verificación de parámetros geométricos en secciones transversales

3.8.1. Ancho de calzada

Tabla 21
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera																		
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400																		
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase																		
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4															
Velocidad de diseño:																			6.00	6.00															
30km/h																																			
40 km/h																					6.60	6.60	6.60	6.00											
50 km/h																					7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00								
60 km/h																					7.20	7.2	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	
70 km/h																					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			6.60	6.60															
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20					6.60	6.60																
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20			7.20																							
110 km/h	7.20	7,20			7.20																														
120 km/h	7.20	7.20			7.20																														
130 km/h	7.20																																		

Fuente (MTC, 2018), pág. 191

El ancho mínimo de calzada para una carretera de segunda clase con terreno accidentado y una velocidad de diseño de 60 km/h, la DG-2018 establece un ancho de 6.60 metros.

Tabla 22
Resumen de verificación de sección transversal

RESUMEN DE VERIFICACIÓN DE ANCHO DE CALZADA	
TOTAL DE SECCIONES	174
CUMPLE	118
NO CUMPLE	56
PORCENTAJE QUE CUMPLE	68%
PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	32%

De la carretera se verificó 174 secciones de las cuales 118 (68%) cumplen y 56 (32%) no cumplen con las dimensiones mínimas de ancho de calzada establecido por el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018. (**Anexo 11**)



Gráfico 9 Resumen de verificación de ancho de calzada.

3.8.2.

3.8.3. Ancho de bermas

Tabla 23
Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
	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	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																				

Fuente (MTC, 2018), pág. 193

El ancho de bermas para una carretera de segunda clase con terreno accidentado y una velocidad de diseño de 60 km/h, la DG_2018 establece un ancho de 1.20 metros.

Tabla 24
Resumen de Verificación de Secciones transversales

TOTAL DE SECCIONES	174
CUMPLE	24
NO CUMPLE	150
PORCENTAJE QUE CUMPLE	14%
PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	86%

De la carretera se verificó 174 secciones de las cuales 24 (14%) cumplen y 150 (86%) no cumplen con las dimensiones mínimas de ancho de berma establecido por el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018. (**Anexo 10**)

3.8.4. Pendiente de bombeo

Tabla 25
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

Fuente (MTC, 2018), pág. 195

El bombeo para un pavimento asfáltico con precipitaciones menores a 500 mm/año la DG-2018 establece 2.0%

La carretera cuenta con un bombeo del 2% por lo que cumple al 100% con mencionado parámetro.

3.8.5. Porcentaje de peralte

El peralte se obtendrá de la siguiente figura lo resultados se muestran en el **anexo 12**.

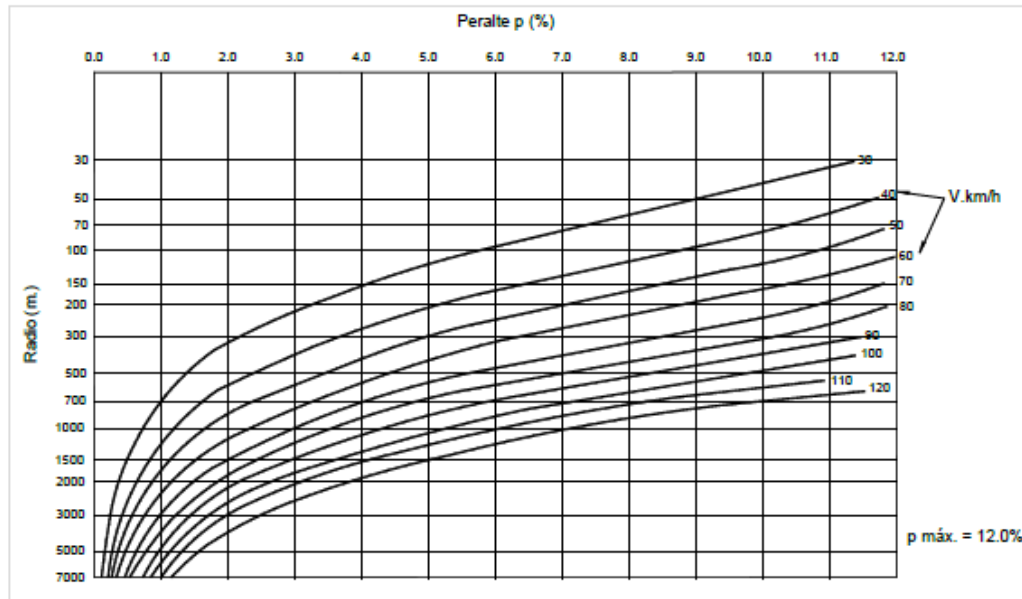


Figura 5 Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4).

Fuente (MTC, 2018), pag. 131

Tabla 26
Resumen de verificación de peraltes

RESUMEN DE LA VERIFICACIÓN DE PERALTES	
TOTAL DE PERALTES	33
NO CUMPLE	0
CUMPLE	33
PORCENTAJE QUE CUMPLE	100.00%
PORCENTAJE QUE NO CUMPLE	0.00%

La carretera en estudio cuenta con 33 curvas con peraltes, de ellas se tiene que en su totalidad cumplen con los límites de peraltes establecidos por la norma DG-2018



Gráfico 10 Resumen de verificación de peraltes.

3.1. Resumen de cumplimiento de parámetros evaluados en la carretera

Tabla 27

Resumen de evaluación de parámetros geométricos.

PARAMETRO		CANT. CUMPLE	CANT. NO CUMPLE	% CUMPLE	% NO CUMPLE
VERIFICACION DE TRAMO EN TANGENTE	L.min. S	4	8	33.33%	66.67%
	L.min. O	0	21	0.00%	100.00%
VERIFICACION DE RADIOS MÍNIMOS	C. CIRCULARES	5	13	27.78%	72.22%
	C. de VUELTA	15	0	100.00%	0.00%
VERIFICACION DE PERALTES		33	0	100.00%	0.00%
VERIFICACION DE PENDIENTES		26	1	96.30%	3.70%
VERIFICACION DE LONGITUD DE CURVAS VERTICALES	C. CONCAVA	5	2	71.43%	28.57%
	C. CONVEXA	6	1	85.71%	14.29%
VERIFICACION DE ANCHO DE CORONA		118	56	67.82%	32.18%
VERIFICACION DE ANCHO DE BERMA BOMBEO		24	150	13.79%	86.21%
				100.00%	100.00%

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Limitaciones.

En la investigación se tuvieron algunas limitaciones tales como:

- Para realizar las mediciones de calzada y peraltes fue complicado por la cantidad de vehículos que transitan en la carretera, se optó utilizar conos y vigías para que avisen los trabajos realizados.

4.1.2. Discusión de resultados en planta

Verificación de longitudes en tangente.

En la investigación “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJAMARCA – GAVILAN (KM173 – KM 158) DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG – 2013” presentada por la bachiller Kathia Yovana Correa Saldaña, en su verificación de parámetro tramo en tangente obtiene que, 48 tramos en tangente no cumplen y 41 tramos en tangente si cumplen con el parámetros establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013, en la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro tramo en tangente obtiene que, de 21 tramos en tangente en “S” 13 no cumplen y 8 si cumplen con el parámetro establecido para tramo en tangente en “S” en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018,

y de 14 tramos en tangente en “O” los 14 tramos no cumplen con el parámetro establecido para tramo en tangente en “O” en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, por lo tanto ambas investigaciones coinciden que para el parámetro tramos en tangente en su mayoría no cumplen con lo establecido por la norma vigente para diseños de carreteras, esto demuestra que las longitudes en tangente son muy cortas, generando inseguridad para transitar en su velocidad de diseño.

Verificación de radios mínimos en curvas.

En la investigación “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJAMARCA – GAVILAN (KM173 – KM 158) DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG – 2013” presentada por la bachiller Kathia Yovana Correa Saldaña, en su verificación de parámetro radios mínimos se obtiene que, 11 radios mínimos no cumplen y 79 radios mínimos si cumplen con el parámetro establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013, en la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro de radio mínimo en curvas simples se obtiene que, de 18 radios mínimos de curvas simples 13 no cumplen y 5 si cumplen con el parámetro establecido para radios mínimos establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, y de 15 radios mínimos para curvas de

vuelta los 15 radios mínimos cumplen con el parámetro establecido para radios mínimos en curvas de vuelta en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, por lo tanto en ambas investigaciones se tiene radios que no cumplen con lo establecido por la norma vigente para diseños de carreteras, esto provoca que los vehículos de diseño invadan el carril contrario generando inseguridad e incomodidad para transitar en su velocidad de diseño.

4.1.3. Discusión de resultados en perfil

Verificación de pendientes.

En la investigación “CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SUNEDEN – SAN MIGUEL PARA LA SEGURIDAD VIAL EN BASE A LA NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014” presentada por la bachiller Chingay Paredes, Lesly Jhulisa, en su verificación de pendientes se obtiene que de 44 tramos, de los cuales tres de ellos, sobrepasan la pendiente mínima establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2014, en la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro de pendientes se obtiene que, de 27 pendientes, uno de ellos no cumple y 26 si cumplen con el parámetro establecido para pendientes establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, evaluando los resultados de ambas investigaciones se puede deducir que

existen algunos tramos con elevadas pendientes, generando dificultad al transitar con la velocidad de diseño.

Verificación de longitud de curvas verticales.

En la investigación “CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SUNEDEN – SAN MIGUEL PARA LA SEGURIDAD VIAL EN BASE A LA NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014” presentada por la bachiller Chingay Paredes, Lesly Jhulisa, en su verificación de curvas convexas se obtiene que de 21 curvas, de los cuales 10 de ellos, son seguras para transitar el resto no poseen la distancia mínima para adelantar establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2014, en la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro de longitud de curvas verticales se obtiene que de 7 curvas verticales cóncavas 2 no cumplen y 5 si cumplen con el parámetro establecido para longitud de parada en curvas verticales cóncavas y que de 7 curvas verticales convexas 1 no cumplen y 6 si cumplen con el parámetro establecido para longitud de parada en curvas verticales convexas establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, evaluando los resultados de ambas investigaciones se puede deducir que existen algunos tramos con distancias de visibilidad de parada insuficientes, generando dificultad al transitar con la velocidad de diseño.

4.1.4. Discusión de resultados en sección transversal

Verificación de ancho de corona.

En la investigación “CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SUNEDEN – SAN MIGUEL PARA LA SEGURIDAD VIAL EN BASE A LA NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014” presentada por la bachiller Chingay Paredes, Lesly Jhulisa, en su verificación de ancho de calzada obtiene que en los 7+227.27 km, el ancho de calzada es menor a lo establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2014. En la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro de ancho de corona de un total de 174 secciones transversales 56 de ellas no cumplen y 118 secciones cumplen con lo establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, evaluando los resultados de ambas investigaciones se puede deducir que existen algunos tramos con anchos de calzada insuficientes, generando dificultad al transitar con la velocidad de diseño.

Verificación de ancho de berma.

En la investigación “CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SUNEDEN – SAN MIGUEL PARA LA SEGURIDAD VIAL EN BASE A LA NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014” presentada por la bachiller Chingay Paredes, Lesly Jhulisa, en su

verificación de ancho de ancho de berma obtiene que en los 7+227.27 km, el ancho de berma es el adecuado de acuerdo a lo establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2014. En la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro de ancho de berma de un total de 174 secciones transversales 150 de ellas no cumplen y 24 secciones cumplen con lo establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, evaluando los resultados de ambas investigaciones se puede deducir que existen algunos tramos con anchos de berma insuficientes, generando dificultad al transitar con la velocidad de diseño.

Verificación de peraltes.

En la investigación “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJAMARCA – GAVILAN (KM173 – KM 158) DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG – 2013” presentada por la bachiller Kathia Yovana Correa Saldaña, en su verificación de parámetro peraltes se obtiene que, 16 peraltes no cumplen y 25 peraltes si cumplen con el parámetro establecido en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013, en la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA CAJABAMBA-PONTE (KM 52+300 – KM 48+050). DE ACUERDO

CON EL MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.” En la verificación de parámetro de peraltes se obtiene que, de 33 peraltes las 33 si cumplen con el parámetro establecido para peraltes mínimos establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, evaluando los resultados de ambas investigaciones se puede deducir que existen algunos tramos con peraltes insuficientes en curvas, sin embargo en la presente investigación se cumplió con el parámetro de peraltes en curvas.

4.2.Implicancias

Para los gobiernos locales y regionales conlleva a una mejor gestión desde el expediente técnico hasta la ejecución verificando que los diseños cumplan con las normativas actuales, teniendo en cuenta el incremento vehicular en el tiempo de vida útil proyectado; así también planear el mejoramiento de tramos de carreteras existentes con alto índice de accidentes.

4.3.Conclusiones.

- De acuerdo a la evaluación de las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), de acuerdo con el manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, se concluye que la hipótesis es verdadera, ya que, de acuerdo con los resultados en planta, perfil y sección transversal, se ha determinado que las características geométricas de la carretera en estudio no cumplen con los parámetros mínimos establecidos por la norma DG-2018 según el siguiente detalle:

Geometría en planta

De la evaluación de tramos en tangente L “S” solo 8 (38%) tramos cumplen de 21 y el L “O” de los 14 tramos no existe tramo que cumpla con el manual.

De la evaluación de radios mínimos para curvas simples de 18 curvas tan solo 5 de ellas cumplen con el parámetro de radio mínimo lo que equivale a un 28%

De la evaluación de radios mínimos para curvas de volteo de 15 curvas todas cumplen con el parámetro de radio mínimo lo que equivale a un 100%

Geometría en perfil

En la evaluación de pendientes se tiene un total de 27 de las cuales 26 de ellas cumplen con la pendiente mínima y máxima del manual, y tan solo 1 tramo no cumple por pendiente mínima lo que equivale a 4%.

En la evaluación de longitudes de curvas verticales de un total de 14 curvas 7 son cóncavas de ellas 5(71%) cumplen y 2 (29%) no cumplen, las 7 curvas restantes son convexas de ellas 6(86%) cumplen y 1 (14%) no cumplen

Geometría en sección transversal

De la evaluación de secciones transversales se tiene un total de 174 de las cuales 118 cumplen con el parámetro de ancho de corona establecido por el manual DG-2018 lo que equivale a un 68% y 56 secciones que no cumplen lo que equivale a un 32%.

De la evaluación de secciones transversales se tiene un total de 174 de las cuales 24 cumplen con el parámetro de ancho de berma establecido por el manual DG-2018 lo que equivale a un 14% y 150 secciones que no cumplen lo que equivale a un 86%.

De la verificación de peraltes se tiene un total de 33 de los cuales todos cumplen con lo establecido por el manual DG-2018.

- Se realizó adecuadamente el levantamiento topográfico de la carretera Cajabamba – Ponte (Km 52+300 – Km 48+050), de una manera detallada considerando los mayores puntos por sección posibles, y determinando una topografía accidentada y se obtuvo como resultado los planos que se presentan en el Anexo 14; a la vez se realizó el conteo vehicular en la carretera Cajabamba –Ponte (km52+300 – km 48+050), determinando un IMDA= 1660 veh/día.
- Se determinó las características geométricas de la carretera Cajabamba – Ponte (km 52+300 – km 48+050) mediante el software CIVIL 3D-2020, obteniendo datos reales de la carretera en estudio facilitando la evaluación de parámetros geométricos de dicha carretera los que se presentan en los planos: plano clave C-01 en el que se muestra cuadro de coordenadas y elementos de curva; planos de planta y perfil PP-01 al PP-05 en el que se aprecia los elementos de curvas verticales, pendientes y coordenadas y finalmente los planos de secciones transversales ST-01 al ST-05 en donde se observa ancho de calzada bombeo, cunetas y peraltes.
- Se plantea un plano de señalizaciones en el que se indican curvas existentes en la vía, ubicar una señal informativa encargada de dar a conocer las curvas peligrosas existentes y también se indica mediante una señal reglamentaria la velocidad máxima de 30 km/h, la que permitirá transitar con una adecuada seguridad vial.

REFERENCIAS

- ARQHYS. (2012). Historia de las carreteras. *Historia de las carreteras*, 12.
- Asociación Española de la Carretera. (2017, p.11). *Seguridad en carreteras convencionales*. España.
- Boza, A. G. (2015, p.1). “La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país”. *“La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país”*, 1.
- Chingay Paredes, L. J. (2014). *Características geométricas de la carretera Sunuden - San Miguel para la seguridad vial en base a la norma de diseño geométrico DG-2014*. Cajamarca.
- CORESEVI. (2011, p.10). Estadísticas accidentes de tránsito. *¿Qué es la seguridad vial?*, 40.
- Correa Saldaña, K. Y. (2017). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca - Gavilán (km 173 - km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013*. Cajamarca.
- Cueva Rodríguez, O. B. (2018). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Paccha Iglesia Pampa cebntro poblado Laurel Pampa km 00.0+00 - km 05.5+00 de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG 2013*. Cajamarca.
- García García, A. (2009). Evaluación de la seguridad vial de carreteras convencionales. *Carreteras N° 163 - Enero / Febrero 2009*, 1.
- García García, A., Pérez Zuriaga, A. M., & Camacho Torregosa, F. J. (2012, p.3). *Introducción al Diseño Geométrico de carreteras: Concepción y Planteamiento*. Valencia.
- INEI. (2010, p.53). Encuesta de comisarías sobre accidentes de tránsito. *Accidentes de tránsito por cada 100,000 habitantes*, 53.
- INEI. (2018). *Crecimiento y distribución de la población, 2017*. Lima.
- Merino Yépez, R. M., Gómez Allende, G. R., & Quispe Mejía, J. L. (2017). *Evaluación de la seguridad vial - nominal de la carretera Enaco - Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Ministerio de Salud. (2018). *Sala de crisis COE salud DIGERED*. Cajamarca.
- MTC. (2018). *Manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018*. Lima.
- Peruano. (26 de Mayo de 2007). Reglamento de Jerarquización Vial. *D.S. N° 017-2007-MTC*, pág. 6.
- Raoul, L. (2009). *Evaluación de la seguridad vial a partir de la consistencia del trazado de la carretera*. Santa Clara.
- salud, O. m. (2018). *Todas las muertes por accidentes de tránsito son prevenibles*. Lima - Perú.