

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**“Evaluación del diseño geométrico y su relación con la
seguridad vial de la carretera Cajamarca – Jesús, Tramo
Iscoconga-Jesús, Cajamarca 2022”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Ericka Alejandra Becerra Salazar

Asesor

Ing. Miguel Solar Jara

Código ORCID: 0000-0002-6961-7418

Cajamarca - Perú

2022

TÍTULO

“Evaluación del diseño geométrico y su relación con la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Jesús, Tramo Iscoconga-Jesús, Cajamarca 2022”

PALABRAS CLAVE:

TEMA	EVALUACION DE DISEÑO GEOMETRICO Y SEGURIDAD VIAL DE CARRETERA
ESPECIALIDAD	TRANSPORTE

KEY WORDS:

THEME	EVALUATION OF GEOMETRIC DESIGN AND HIGHWAY ROAD SAFETY
SPECIALTY	TRANSPORTATION

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea: Transporte

Área: Ingeniería y Tecnología

Sub-Área: Ingeniería Civil

Disciplina Ingeniería de transporte

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el diseño geométrico y seguridad vial de la carretera Cajamarca – Jesús, tramo Iscoconga – Jesús en función a sus parámetros de diseño y señalización vial.

Para elaborar el proyecto, se realizó el levantamiento topográfico para poder determinar los parámetros geométricos de la carretera y se elaboró un inventario de la señalización existente, que nos permitió determinar la seguridad vial. El tramo de la carretera tiene una longitud de 9.430 km con dos carriles de circulación, se encuentra asfaltada y posee escasa señalización. Se realizó un conteo vehicular para determinar el IMD, el tipo de carretera y la orografía que representa.

Se encontró en el diseño geométrico a través del trabajo en campo para determinar sus características altimétricas y planimétricas mediante levantamiento topográfico, se determinó que la vía tiene curvas horizontales: 67, curvas verticales: 23, y señalización vertical: 41. Del cual se determinó comparando con la norma D.G. 2018 que no cumple con un 100% acerca de la distancia de visibilidad de adelantamiento, en un 95.52% no se está cumpliendo con los radios mínimos exigidos, respecto a los peraltes de la vía el 98.51% no cumple esa condición geométrica. En la totalidad de la vía los sobrecanchos no se cumplen, respecto a la condición geométrica de ancho mínimo de calzada solo se cumple en 21.28%, la totalidad de las bermas no presentan cumplimiento a la norma. El 73.91% cumplen con las mínimas y máximas pendientes; las distancias de curvas convexas en 66.67% y las concavas en 85.71% no cumplen los requerimientos geométricos. El proceso de inventariado muestra que de los 41 elementos de señalética de vía vertical, en buen estado se tiene al 75.6%, en regular estado el 4.9% y un 19.5% de estos elementos se encuentra en un estado de conservación malo. Se puede apreciar la total falta de la señalización horizontal de la vía: sobre la calzada.

La seguridad vial no está presente en la carretera Iscoconga – Jesús, tampoco se ha considerado los parámetros de diseño geométrico y de la señalización, llegando a la conclusión que las deficiencias en el factor de vía son causantes del 81% de la totalidad de accidentes en la carretera.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the geometric design and road safety of the Cajamarca - Jesús highway, Iscoconga - Jesús section based on its design parameters and road signs.

To develop the project, a topographical survey was carried out in order to determine the geometric parameters of the road and an inventory of the existing signage was prepared, which allowed us to determine road safety. The section of the highway is 9,430 km long with two traffic lanes, it is paved and has little signage. A vehicle count was carried out to determine the IMD, the type of road and the orography it represents.

It was found in the geometric design through field work to determine its altimetric and planimetric characteristics through topographic survey, it was determined that the road has horizontal curves: 67, vertical curves: 23, and vertical signaling: 41. Which was determined by comparing with the D.G. 2018 that does not comply with 100% of the overtaking visibility distance, in 95.52% it is not complying with the minimum required radii, with respect to the cambers of the road, 98.51% does not meet that geometric condition. In the entire road, the widening is not met, with respect to the geometric condition of the minimum width of the road, it is only met in 21.28%, all the berms do not comply with the standard. The 73.91 comply with the minimum and maximum pending; the distances of convex curves at 66.67% and concave curves at 85.71% do not meet the geometric requirements. The inventory process shows that of the 41 elements of vertical road signage, 75.6% are in good condition, 4.9% are in fair condition, and 19.5% of these elements are in a poor state of conservation. You can see the total lack of horizontal signaling of the road: on the road.

Road safety is not present on the Iscoconga - Jesús highway, nor have the parameters of geometric design and signage been considered, reaching the conclusion that deficiencies in the road factor are the cause of 81% of all accidents in road.

Índice General

Título.....	i
Palabras Clave.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
I. RESULTADOS.....	
II. METODOLOGIA.....	
III. RESULTADOS.....	
IV. ANALISIS Y DISCUSION.....	
V. CONCLUSIONES.....	
VI. RECOMENDACIONES.....	
VII. AGRADECIMIENTOS.....	
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	
IX. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Operacionalización de variable 1.....	
TABLA 2. Operacionalización de variable 2.....	
TABLA 3. Vehículos de Diseño.....	
TABLA 4. Clasificación de carretera.....	
TABLA 5. Distancia de visibilidad de parada con pendiente.....	
TABLA 6 Máximas longitudes sin visibilidad de paso o adelantamiento.....	
TABLA 7 Longitud de tramos en tangente.....	
TABLA 8 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....	
TABLA 9: Pendientes máximas (%).....	
TABLA 10: Elementos de Curva.....	
TABLA 11: Ancho de bermas.....	
TABLA 12: Cunetas.....	
TABLA 13: Elementos De Curva Carretera Iscocongá – Jesús.....	
TABLA 14: Secciones transversales típicas.....	
TABLA 15: Cálculo del IMD.....	
TABLA 16: Pendientes longitudinales y transversales.....	
TABLA 17: Tipo de Vehículo.....	
TABLA 18: Parámetros evaluados en la investigación.....	
TABLA 19: Radios existentes en la carretera Iscocongá – Jesús.....	
TABLA 20: Peraltes existentes en la carretera Iscocongá – Jesús.....	
TABLA 21 Peralte Mínimo.....	
TABLA 22: Sobreechamientos existentes en cada curva evaluada.....	
TABLA 23: Sobreechamientos calculados según DG – 2018.....	
TABLA 24: Longitud de curvas verticales existentes.....	
TABLA 25: Distancia de visibilidad de parada.....	
TABLA 26: Distancia de visibilidad de parada, Curvas con pendientes mayor al 2%.....	
TABLA 27: Longitud mínima de curvas verticales convexas y cóncavas.....	
TABLA 28: Anchos mínimos de calzada en tangente.....	

TABLA 29: Ancho de bermas.....	
TABLA 30: Registro de accidentes de tránsito en los últimos cuatro años.....	
TABLA 31: Comparación de radios mínimos de curvatura.....	
TABLA 32: Comparación de peraltes máximos y mínimos.....	
TABLA 33 Sobreanchos en curvas.....	
TABLA 34: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	
TABLA 35: Comparación de longitud de curvas verticales convexas.....	
TABLA 36: Comparación de longitud de curvas verticales cóncavas.....	
TABLA 37: Comparación de las pendientes mínimas y máximas.....	
TABLA 38: Distancia de visibilidad de parada de cada curva vertical.....	
TABLA 39: Comparación de ancho de calzada y ancho de berma.....	
TABLA 40: Resumen de la comparación de parámetros.....	
TABLA 41: Inventario de la señalización vertical.....	
TABLA 42: Clasificación del estado físico de la señalización vertical.....	
TABLA 43: Señalización horizontal presente en todo el tramo de la carretera.....	

ÍNDICE FIGURAS

Fig. N° 1. Distancia de visibilidad de paso (Da).....	
Fig N°2 – Peralte en zona rural (Tipo 1,2 ó 3).....	
Fig N°3 – Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4).....	
Fig N° 4 – Pendiente.....	
Fig N°5 Elementos de curva.....	
Fig N°6 Peralte.....	
Fig N°7 - Clases De Curvas Verticales.....	
Fig N°8 Curvas Convexas o Salientes.....	
Fig N°9 Curvas Cóncavas o Colgantes.....	
Fig N°10 Curva vertical simétrica.....	
Fig N°11 Curva convexa.....	
Fig N°12 Curva cóncava.....	
Fig. N°13: Dimensiones camión C2.....	
Fig. N° 1: Datos curva vertical PI 8 (zona rural).....	
Fig. N°15: Distancia de visibilidad de parada (pendiente de entrada).....	
Fig. N° 2: Distancia de visibilidad de parada (pendiente de salida).....	

I. INTRODUCCION

El análisis desarrollado permite evaluar el diseño geométrico y su relación con su seguridad vial de la carretera en el tramo Iscoconga – Jesús; estableciendo una comparación de entre los parámetros del diseño utilizando para el Manual de Carreteras, diseño geométrico DG – 2018, analizando así mismo las señales de tránsito verticales y horizontales para así poder obtener la evaluación de la seguridad vial de la vía en el tramo Iscoconga – Jesús

Presentamos los siguientes antecedentes; (Gomez, 2018) En su tesis “Diseño geométrico y Estudio de las vías urbanas: Hayuelos, Toyota y Seminario en Tunja” llega a la conclusión que en la etapa de construcción de las carreteras tributa al desarrollo de la región Nor oriental – Tunja , produciendo la mejora de las condiciones para operar en las carreteras adyacentes. De acuerdo a los objetivos trazados por la Entidad responsable: Secretaria de la Infraestructura de Tunja, se plantea la mejora de forma significativa del diseño de carreteras en la zona dentro de un plan macro denominado “Plan de Movilidad de la ciudad de Tunja”, estableciendo sólidas bases para que se consideren de forma obligatoria en el diseño geométrico de las vías, permitiendo así, contribuir a la satisfacción de los objetivos de todo Proyecto Vial: su seguridad, su funcionalidad, su comodidad para los usuarios, y su estética o armonía con el entorno de la región.

García y Parrado (2017), es su estudio denominado “Propuesta de diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en el sector periférico del occidente de Bogotá”, establece una alternativa de solución posible al problema de la movilidad vial de un sector de la periferia de Bogotá, específicamente en el municipio de Funza y el municipio de Mosquera, pertenecientes al departamento: Cundinamarca y la relación vial existente con la ciudad de Bogotá. Se realizaron estudios de tráfico vehicular y tránsito que permitió presentar una alternativa de solución mediante la intervención sobre el comportamiento de los volúmenes vehiculares y de la velocidad en que se desplazan desde estos dos municipios y la ciudad de Bogotá. Luego de aplicado los estudios respectivos se llegó a determinar que las constantes congestiones vehiculares que se producen en ese tramo de vía se producen como consecuencia directa del crecimiento del parque automotor, produciéndose así que la oferta vial existente este operando por encima de su capacidad de servicio para que fue diseñada.

(Aleman, Juarez, & Aguilar, 2015) En su tesis “Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final Col. Quezaltepeque –Canton Victoria, Santa tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras”, llega a concluir que existen aspectos bastante peculiares que se presentan en el diseño de la carretera, y que en casos similares de vías mejoradas, no vías nuevas, a caminos vecinales, que en su mayoría de veces la población de la zona aperturan de forma improvisada sin consideraciones mínimas de diseño vial y sin control técnico en su proceso de ejecución, esta improvisación se produce por la necesidad de comunicarse entre los pueblos generando en ocasiones la variación para adecuarse a un trazo establecido original. Por ese motivo y considerando la reducción de costos que la investigación hizo uso de propios criterios de diseño, conjuntamente con los requerimientos de la norma SIECA, esto generó un adecuado diseño de la vía, un diseño lógico y lo más importante, que sea un proyecto viable para ser ejecutado por las entidades correspondiente.

Alvarado y Martínez (2017) en su investigación desarrollada en el Perú y denominada: “Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos Wiash-, según criterio de la Seguridad y Economía” hace mención que las carreteras en su conjunto representan un eje de desarrollo del país muy importante, sino el que más. De acuerdo al Sistema Nacional de Carreteras del Perú, en el país hay un 85% de las vías no pavimentadas de las cuales la mayoría tiene un diseño geométrico deficiente, escaso o nulo. La carretera Chancos – Vicos Wiash tiene una extensión de casi 10.0 km y se pertenece al distrito de Marcará, en la provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. En la zona de influencia de esta carretera se tiene a la ganadería, agricultura y minería como actividades que contribuyen principalmente a su desarrollo económico, siendo también no menos importante la industria del turismo que se convierte y abre camino como actividad principal de su economía.

Todas estas principales actividades económicas se ven perjudicadas por los accidentes constantes que ocurren en la vía, el tiempo de viaje son muy extensos por la mala condición, altos costos de los pasajes, etc. Esta falta de condiciones adecuadas de la vía por la falta de un adecuado diseño geométrico perjudica el desarrollo de estas comunidades. La investigación presenta una propuesta de solución a dichas deficiencias en la carretera Chancos – Vicos – Wiash, asumiendo como referencia las condiciones de diseño de la Manual de Diseño de carreteras DG-2014, tomamos los lineamientos de diseño y las dimensiones que permitan proporcionar seguridad de los usuarios y confort

de los vehículos, todo ello en un contexto de viabilidad económica para su ejecución, Aplicando una metodología mixta se realizó la propuesta, realizando un diagnóstico situacional actual de la vía y realizando posteriormente a ello, un trabajo de campo con precisión que permitió obtener los parámetros correctos para el diseño. Para realizar la actualización del diseño se utilizó el software Vehicle Tracking, mediante el cual se comprobó la seguridad en la trayectoria de los vehículos en las dimensiones nuevas y alineamientos nuevos que se obtuvieron. Se determinó dentro de la actualización del diseño geométrico, un 8% para pendientes máximas, 6.00 de ancho para la calzada, velocidades de diseño variables de 30 km/h y 40 km/h dependiendo de los tramos, se consideró 25 m para radios mínimos en la vía. Estas condiciones geométricas permiten una circulación correcta de los vehículos de 3 ejes en los dos carriles de la vía, que fue comprobado por el software Vehicle Tracking. Además la propuesta adiciona mayor señalización vertical que permita reducir los riesgos de accidentes.

Melendez (2019) desarrolló un trabajo de tesis llamado: Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE 3N con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: del Km 136+000 al km141+000” presentó como objetivo general analizar la situación de la carretera como ruta alterna a la existente carretera principal. En este análisis realizado se considera la longitud de tramo de una extensión de 5.00 km de vía y se logró determinar que muchos parámetros de diseño geométrico no cumplen con las solicitudes de acuerdo a la norma de diseño geométrico DG-2018^a. Estos parámetros inadecuados son la:

- Radio mínimo no cumple
- Pendiente máxima no cumple
- Curva de transición no cumple
- Peralte no cumple
- Longitud mínima tangente no cumple

Esta deficiencia en los parámetros de diseño, generan en la vía que su operatividad sea inadecuada para los vehículos y la seguridad vial se vea afectada de forma significativa. La evaluación fue realizada en campo desde la progresiva 0+00 y en cada punto donde se hallaron las observaciones en los parámetros de diseño se tomó en consideración la comparación respectiva con la normatividad, dando como resultado el no cumplimiento de la misma en los puntos observados. La causa de las fallas técnicas en el diseño se pudo

localizar en diferentes tramos de la carretera teniendo las limitaciones debido a la topografía accidentada de la vía, conlleva a inferir que las deficiencias de diseño se motivan en gran parte a la orografía del terreno en la etapa inicial del trazo de la vía, los resultados de la investigación determinaron que la carretera no cumple la normatividad DG-2018 y sus correspondientes parámetros por las condiciones adversas de la topografía accidentada propia de la mayor parte de la geografía del Perú. El estudio señala que para llegar a cumplir con los requerimientos de la norma conllevaría al movimiento de tierras de grandes volúmenes que generarán un impacto considerable no solo en los costos de este rubro que aumentaría el presupuesto sino también implicaría un gran impacto ambiental al alterarse el paisaje en las zonas adyacentes a la vía. Pese a que los parámetros existentes en la vía no cumplen con la norma de diseño geométrico, el funcionamiento de la misma no se ve impedida, con baja seguridad vial. La investigación presenta una propuesta económica como alternativa de solución que debe ser aplicada en un corto plazo para optimizar las señales verticales y horizontales, permitiendo así que se genere una apariencia muy atractiva y sensación de seguridad al desplazarse en ella, además se mejora el aspecto de la visibilidad con vistas agradables y estructuras de gran belleza presentes a lo largo de la carretera que aumentan el interés y sobre todo la atención de los conductores.

Como segunda alternativa de solución a mediano plazo se plantea la optimización de mejorar el parámetro importante de las distancias de visibilidad de parada, más aun teniendo en cuenta que la vía tiene una topografía accidentada, así se mejora las condiciones operativas de la carretera y por tanto la seguridad vial se optimiza.

(Llanos & Ynga, 2019) En su tesis que lleva por título “diseño geométrico para mejorar la seguridad vial del tramo de mayor concentración de accidentes de tránsito en el distrito de el Agustino, Lima – Perú”, presenta como su objetivo principal de investigación el realizar una modificación del actual diseño geométrico, así como realizar la evaluación de cómo influye dicha modificación en su seguridad vial. Este trabajo de investigación es aplicado y tiene un enfoque cuantitativo, al evaluar dos variables es del tipo correlacional, al obtener datos numéricos como longitudes, anchos, pendientes, etc. es de enfoque cuantitativo, y al no alterar datos la investigación se considera de nivel descriptivo, no experimental, además al ser evaluado en el tiempo será transversal y con retrospectividad. Al desarrollar la investigación se plantea una medida correctiva mediante una propuesta para modificar el diseño de la vía, contribuyendo con una adecuada planificación vial,

que hasta la fecha carecia. Esto permite disminuir la congestión vehicular y por ende los accidentes de tránsito que se producen en la carretera. Se realizó una revisión de textos e información de la normatividad vigente, llegando a identificar los tramos de la vía con mayor concentración de accidentes que se producen en el distrito de El Agustino, posteriormente se identificó mediante el trabajo de campo las causas que ocasionan el problema, con la aplicación de fichas de recolección de información necesaria, método observacional, a través de realizar el conteo vehicular, conteo de aforos y lo más importante la información obtenida de forma directa a los pobladores del distrito mediante la aplicación de técnicas de recolección de información como es las encuestas. Se tiene como resultado final de la investigación la propuesta de modificación del diseño geométrico de la vía, se alcanza dicha propuesta en planos y memorias con los detalles de las medidas correctivas que han de emplearse en el “punto negro” (zona de mayor ocurrencia de accidentes). La propuesta del nuevo diseño fue validada mediante un proceso de comparación antes y después, con la ayuda del software Synrho 8 haciendo la modelación de la vía con las medidas originales y con las modificadas. Se concluye que la propuesta de diseño geométrico modificada mejora la seguridad vial en la zona del estudio y se optimiza la fluidez del tránsito vehicular, aumentando de F al D el nivel de servicio de la vía, contrastando con estudios similares este cambio de nivel permite asegurar que se disminuye aproximadamente el 25% los accidentes de tránsito, esta propuesta de solución solo funcionará en el punto negro de la vía estudiada, y no es aplicable en otros puntos negros, ya que en cada vía o zona las condiciones de tráfico y diseño son específicos.

Chugnas, (2019) desarrolló su investigación denominada “Evaluación integral de la seguridad vial de la carretera Namora- Matará en función a sus parámetros de diseño y señalización”, en ella propuso como objetivo general evaluar de forma integral la seguridad vial de la carretera Namora- Matará, teniendo en cuenta el diseño geométrico (parámetros) y su señalización, lo que permite definir una carretera segura y cómoda para el tránsito. En el desarrollo de la investigación tuvo que efectuarse el respectivo levantamiento topográfico de la vía, además de identificar los elementos de señalización existentes en la vía mediante un proceso de inventario, llegando a determinar que la vía tiene una longitud de 7.53 km y cuenta con 2 carriles, el tipo de vía se clasifica de segunda clase, y según la orografía del terreno que es plana se considera vía tipo I. existen curvas horizontales y verticales 36 y 32 respectivamente, señales verticales hay 108, y también

se pudo localizar marcar sobre la superficie de la capa de rodadura del pavimento en toda su extensión. Se determinaron parámetros geométricos como: distancia de visibilidad de paso, los radios mínimos, los peraltes, los sobrecanchos, ancho de bermas, anchos mínimos de calzada, mínimas y máximas pendientes, las curvas convexas y concavas verticales, las cuales no cumplen con los requerimientos exigidos en la norma DG-2018. El inventario de señales verticales es de 108 de las cuales se tiene que el 86,11% calificándose entonces como “buena”, un 10,19% como “regular” y en 3,70% como “mal estado”. La señalización horizontal se encuentra en buen estado, así como también las marcas en la superficie del pavimento. Se concluye finalmente que la seguridad vial no es la adecuada en la carretera Namora – Matara, una vez que se ha estudiado los parámetros de diseño y su señalización. Además el factor vial es la causa del 82% de la cantidad de accidentes.

(Huaman, 2019) En su tesis llamada: Evaluación de la seguridad vial de la carretera Cajamarca-Bambamarca tramo Km00+000 al Km 14+000 Porcon Bajo, en función a sus parámetros de diseño; se plantea como objetivo general realizar la evaluación de la seguridad vial de dicha carretera, mediante la comparación de los parámetros geométricos existentes con los indicados en la norma DG-2018. Inicialmente se realizó un trabajo de campo para la determinación de las características geométricas de la vía con el levantamiento topográfico a la totalidad del tramo.

Se logró identificar curvas horizontales y verticales en número de 113 y 44 respectivamente, también se aplicó fichas de recolección de datos para el conteo vehicular (IMD/IMDH). La carretera pertenece a la red vial departamental de Cajamarca, y es una carretera de Segunda clase. Según la orografía del terreno se clasifica como Tipo III, por su clase de vía le corresponde una velocidad directriz de 50 km/h. Realizada la evaluación de los parámetros de diseño geométrico se llegó a concluir que la vía no cumple con los parámetros de la norma.

- | | | |
|---------------------------------|-----|-----------|
| • Longitud de tramo en tangente | 74% | no cumple |
| • Radio en curvas | 37% | no cumple |
| • Banquetas de visibilidad | 18% | no cumple |
| • Longitud curva horizontal | 99% | cumple |
| • Longitud curva vertical | 20% | no cumple |
| • Ancho mínimo d calzada | 80% | no cumple |
| • Sobre ancho | 9% | no cumple |
| • Peralte | 62% | no cumple |

- Pendiente 16% no cumple

Se concluye que en la totalidad de la evaluación la carretera NO CUMPLE en un 59.54%. Respecto a la evaluación de los riesgos el 80% de puntos críticos representan un RIESGO ALTO y el 20% restante representa un RIESGO MODERADO.

Se concluye que la carretera Cajamarca-Bambamarca tramo Km00+000 al Km 14+000 Porcon Bajo es **insegura**, a consecuencia a su riesgo alto que posee.

Beneficio Social:

Una vez demostrada nuestra investigación con respecto al diseño geométrico de la carretera podemos evidenciar y diagnosticar la seguridad vial de los ciudadanos que transitan la carretera y los que habitan las áreas colindantes a esta.

Aporte Científico

Nuestra investigación se justifica porque realizando esta evaluación del diseño geométrico se puede demostrar si cumple o no con los estándares de las normas del diseño de carreteras, teniendo como factores la distancia de visibilidad de paso, de los mínimos radios considerados, los peraltes, los sobrecanchos, los anchos de la calzada y de la bermas, las máximas y mínimas pendientes en la vía, así como también las longitudes que tienen las curvas cóncavas y convexas verticales.

En resumen, consideramos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo incide el diseño geométrico en la seguridad vial del tramo Iscocongá-Jesús en la carretera Cajamarca – Jesús, , Provincia de Cajamarca - Cajamarca?

Marco teórico:

Carreteras:

Podemos catalogar una carretera como una infraestructura de transporte vial esta acondicionada de forma especial a lo largo de un determinado trazo del terreno, a esta línea del terreno se le conoce como derecho de vía. La finalidad de esta vía es permitir que los vehículos circulen de manera continua en el tiempo y en el espacio (sin cortes) dentro de un contexto de un nivel idóneo de seguridad para los vehículos por consiguiente para los conductores y/o usuarios. La carretera tiene una adecuada funcionalidad siempre que cumpla con las

características geométricas o parámetros que indica la norma para el tipo de carretera, según (Cardenas, 2017)

Clasificación de Carreteras:

Según su función las carreteras pueden ser:

De Primer orden:

Son las vías por las que circulan un número de vehículos importante es decir una cantidad desde 2001 hasta 4000 vehículos por día. Debe presentar una calzada con el ancho suficiente que permita contener 2 carriles, teniendo como mínimo ancho en una calzada la longitud de 3 metros y 60 centímetros. Una vía de primer orden cuando pasa por zonas urbanas es susceptible de contar con pasos a nivel para vehículos y también cruces. En las zonas urbanas se recomienda contar con puentes peatonales y dependiendo del número de usuarios se debe colocar dispositivos de seguridad vial para permitir que las velocidades de operatividad de los vehículos sean con mayor seguridad. Es necesario que este tipo de carretera cuente con una superficie de rodadura pavimentada. (MTC 2018).

De Segundo orden:

Son las vías por las que circulan un número de vehículos moderado es decir una cantidad desde 400 hasta 2000 vehículos por día. Debe presentar una calzada con el ancho suficiente que permita contener 2 carriles, teniendo como mínimo ancho en una calzada la longitud de 3 metros y 30 centímetros. Una vía de segundo orden cuando pasa por zonas urbanas es susceptible de contar con pasos a nivel para vehículos y también cruces. En las zonas urbanas se recomienda contar con puentes peatonales y dependiendo del número de usuarios se debe colocar dispositivos de seguridad vial para permitir que las velocidades de operatividad de los vehículos sean con mayor seguridad. También este tipo de carretera debe contar con una superficie de rodadura pavimentada. (MTC 2018).

De Tercer orden:

Son las vías por las que circulan un número de vehículos bajo es decir una cantidad por debajo de 400 vehículos por día. Debe presentar una calzada con el ancho suficiente que permita contener 2 carriles, teniendo como mínimo ancho en una calzada la longitud de 3.0 metros. De forma excepcional y con un sustento técnico puede presentar una calzada con el ancho suficiente que permita contener

2 carriles, teniendo como mínimo ancho de 2.50 metros. Una vía de tercer orden representa soluciones llamadas básicas o soluciones económicas que logran funcionar con procesos de adecuada aplicación de estabilizadores de los suelos, de las emulsiones asfálticas y las emulsiones micro pavimentos, también pueden aplicarse generalmente en la superficie de afirmado o en la carpeta de rodadura. Si esta vía es pavimentada tiene que cumplir con los requerimientos de diseño geométrico de una vía de segundo orden según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en su correspondiente Manual.

Según el tipo de orografía:

Carreteras en Terreno Plano:

Es aquella carretera que presenta pendientes de forma transversal al eje de la vía, estas pendientes consideradas en el diseño deben ser iguales o menores del 10% y en lo que respecta a las pendientes de forma longitudinal al eje de vía generalmente son menores al 3%, esto permite disminuir los volúmenes de movimientos de tierra y además no se presentan dificultades en la etapa del trazo de la vía, según MTC 2018.

Carreteras en Terreno Ondulado:

Es aquella carretera que presenta pendientes de forma transversal al eje de la vía, estas pendientes consideradas en el diseño deben estar comprendidas entre 11% y 50% en lo que respecta a las pendientes de forma longitudinal al eje de vía generalmente están entre los valores de 3% al 6%, estas pendientes en la carretera representan que los volúmenes de movimientos de tierra que se realizarán son moderados, lo cual facilita la presencia en el diseño de los alineamientos rectos, que pueden ser alternados con amplios radios en las curvas, y por último no presentan dificultades en la etapa del trazo de la vía, según MTC 2018.

Carreteras en Terrenos Accidentados:

Es aquella carretera que presenta pendientes de forma transversal al eje de la vía, estas pendientes consideradas en el diseño deben estar comprendidas entre 51% y 100% en lo que respecta a las pendientes de forma longitudinal al eje de vía generalmente están entre los valores de 6% al 8%, estas pendientes en la carretera ocasionan que los volúmenes de movimientos de tierra que se realizarán son

importantes o elevados, en este tipo de terrenos se presentan dificultades en la etapa del trazo de la vía, según MTC 2018.

Carreteras en Terrenos Escarpados:

Es aquella carretera que presenta pendientes de forma transversal al eje de la vía, estas pendientes consideradas en el diseño superiores al 100% y en lo que respecta a las pendientes longitudinales excepcionales al eje de vía generalmente su valor es superior al 8%, estas pendientes en la carretera ocasionan que los volúmenes de movimientos de tierra que se realizarán son muy elevados, en este tipo de terrenos se presentan grandes dificultades en la etapa del trazo de la vía, según MTC 2018.

Criterios generales:

Los criterios, los factores y los elementos que permiten elaborar los diversos estudios a nivel preliminar de una nueva carretera, son los responsables de definir su diseño geométrico, de la misma forma pasa con las carreteras que han de ser rehabilitadas y las carreteras por mejorar especialmente en la etapa del trazo.

Cuando se determina la geometría de una carretera, debe considerarse proyectarla con las características adecuadas de transitabilidad, deben contar con dimensiones de anchos de carriles o calzadas de acuerdo al tipo de vía, debe tener los alineamientos correctos para comodidad del vehículo bajo condiciones de su velocidad directriz, si se diseña desde con esta perspectiva, el proyecto tendrá la capacidad de satisfacer la demanda requerida.

Vehículos De Diseño:

Para la definición de la geometría de la vía es importante conocer las características de los vehículos que circularán por la carretera además de conocer también la proporción de los vehículos según sus diferentes tamaños. Es indispensable por tanto antes del diseño y clasificar el tipo de vía, realizar un examen de los diferentes tipos de vehículos para establecer los grupos y poder a partir de ello, realizar la selección correcta de la dimensión representativa dentro de cada uno de los grupos antes definidos y ser usado en el proyecto general. Se debe contar con el peso promedio que represente a tipo de vehículo seleccionado, también se debe conocer sus dimensiones y cuáles son las características de

operación ya que nos permite definir los parámetros de diseño o criterios del proyecto de una carretera.

Los aspectos de dimensionamiento geométrico y del diseño estructural de una carretera está definido por las características de cada uno de los vehículos “tipo”, es así, por ejemplo:

- Los anchos que se determinan para la calzada, el carril, la berma, sobre ancho de sección transversal y las dimensiones para los mínimos radios de giro así como intersecciones y gálibos; dependen del ancho que tiene nuestro vehículo adoptado para el diseño.
- Los radios mínimos interno y externos de carril se ven influenciados por la distancia que existe entre los ejes del vehículo adoptado.
- Las pendientes admisibles a considerar en la vía toman en consideración la relación que existe entre el peso total bruto del vehículo y su potencia.

Datos básicos de vehículos que proporciona el Ministerio de Transporte y Comunicaciones mediante su reglamento nacional de vehículos: DS N° 058/2003/MTC. U otro que este vigente a la fecha.

TABLA 3. Vehículos de Diseño

Tipo de vehículo	Alto	Ancho	Vuelo	Ancho	Largo	Vuelo	Separación	Vuelo	Radio Min
	Total	Total	Lateral	Ejes	Total	Delantero	Ejes	Trasero	Rueda Exterior
Vehículo Ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	15.80	0.90	3.40	1.50	17.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus Articulado (BA - 1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00 1	1.00

Fuente: DG - 2018

El Índice Medio Diario Anual:

Este índice se representa por las siglas IMDA, y corresponde al promedio de los volúmenes a diario que se tienen durante los 365 días del año y que se prevé su circulación en una determinada sección de la carretera o vía. Conocer este valor nos permite tener unos datos cuantitativos importantes de la vía en una sección determinada. Los datos cuantitativos obtenidos para el IMDA en tramos específicos de la vía permiten al proyectista contar con información que determine las características y su clasificación de su diseño de la carretera, además le permitirá desarrollar propuestas de programas para mantenimientos y mejoras en las vías. Los datos cuantitativos de vehículos/día tienen una gran importancia porque es a través de ellos que se evalúa la seguridad vial y el

servicio que proporciona la vía a los usuarios de la misma: vehículos menores, de carga, etc.

Toda carretera debe proyectarse con una operación adecuada para un volumen de tránsito. La demanda promedio diaria determinará presente hasta el fin del periodo de diseño, se calcula como la cantidad de vehículos promedio, los cuales usan la carretera en un día actual y, que también aumenta con una tasa de crecimiento cada año, según MTC 2018.

Velocidad de diseño

La máxima velocidad que se puede mantener con comodidad y con seguridad en una determinada sección o tramo de la vía viene a ser la definición de la “velocidad de diseño”. La Velocidad de diseño se asigna mediante un proceso, el cual debe considerar priorizar la seguridad vial de los usuarios. Esta velocidad de diseño debe mantenerse a lo largo del trazo para que los conductores no se sorprendan con cambios de velocidad bruscos y frecuentes, pero si aparecen sean seguros y fáciles de realizar dichas maniobras.

Se debe identificar claramente los tramos de la carretera que sean homogéneos y en los cuales se garantice la consistencia en la velocidad, pero además identificar correctamente las condiciones topográficas a lo largo del recorrido para darle una similar velocidad. La velocidad de diseño es la base con la que el proyectista define las características de los distintos elementos geométricos del tramo de carretera.

La velocidad de diseño depende de la homogeneidad del tramo, para identificar un tramo homogéneo se toman los siguientes criterios o condiciones:

- La longitud de tramo mínimo será de 3.0 km cuando la velocidad de diseño comprende desde 20 km/h a 30 km/h, y de 4.0 km para velocidad de diseño desde los 60 Km/h hasta los 120 Km/h.
- En tramos de carretera adyacentes no debe existir una diferencia entre sus velocidades de diseño superior a los 20 Km/h

TABLA 4. Velocidades de diseño según Clasificación de Vías y su orografía

Tipo de vía	Orografía de la vía	Velocidad de diseño en tramos homogéneos(VTR) en kilómetro/hora												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
AUTOPISTA – 1ra Clase	Plana						■	■	■	■	■	■	■	■
	Ondulada						■	■	■	■	■	■	■	
	Accidentada					■	■	■	■	■				
	Escarpada					■	■	■						
AUTOPISTA – 2da Clase	Plana				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Ondulada				■	■	■	■	■	■				
	Accidentada				■	■	■	■	■					
	Escarpada				■	■	■	■						
CARRETERA – 1ra Clase	Plana				■	■	■	■	■	■				
	Ondulada				■	■	■	■	■					
	Accidentada			■	■	■	■	■						
	Escarpada			■	■	■	■							
CARRETERA – 1da Clase	Plana				■	■	■	■	■	■				
	Ondulada				■	■	■	■						
	Accidentada			■	■	■	■							
	Escarpada		■	■	■	■								
CARRETERA – 3ra Clase	Plana		■	■	■	■	■	■						
	Ondulada		■	■	■	■	■	■						
	Accidentada	■	■	■										
	Escarpada	■												

Fuente: DG – 2018, MTC

La distancia de visibilidad.

Viene a ser la distancia en forma continua hacia delante de la vía, la cual puede ser visible por el conductor y que pueda ejecutar diferentes maniobras con total seguridad de tiempo y espacio.

Para la etapa de planeación del proyecto se consideran 3 tipos de distancia de visibilidad:

- a. De parada
- b. De adelantamiento o paso
- c. De cruce (con otra vía)

Las dos primeras distancias de visibilidad (a y b) influyen para el diseño de carreteras a campo abierto, se consideran en su diseño alineamientos rectos y las rasantes con pendientes uniformes. Cuando se presenten casos que tienen condiciones asociadas a singularidad en perfil o planta deberán de tener un tratamiento en cada una de las secciones o tramo que correspondan.

La distancia de visibilidad de parada:

Viene a estar representada por la longitud mínima que necesita un vehículo para detenerse cuando está viajando a la velocidad de diseño de la vía y antes de que pueda alcanzar un objetivo estacionado en la vía y está en su trayectoria.

La longitud de parada para pavimentos en estado de humedad visible, se determina a través de la fórmula:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 (V^2 / a)$$

Donde:

D_p : distancia de parada (metros)

V : velocidad de diseño (Km/h)

T_p : tiempo percepción + tiempo reacción (seg)

a .: Desaceleración (metros/seg)

Para las pendientes que sean superiores al 3% ya sea de forma ascendente y descendente se determina a través de la fórmula:

$$D_p = 0.278Vt_p + (V^2 / 254((a 9.81) \pm i))$$

Dónde:

Donde:

Dp. : distancia de parada (metros)

V. : velocidad de diseño (Km/h)

a.: Desaceleracion (metros/seg)

i : pendiente long. (+i=en subida) (+i= en bajada)

TABLA 5. Distancia de la visibilidad de parada con pendiente

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente Nula o en Bajada				Pendiente en Subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	19	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

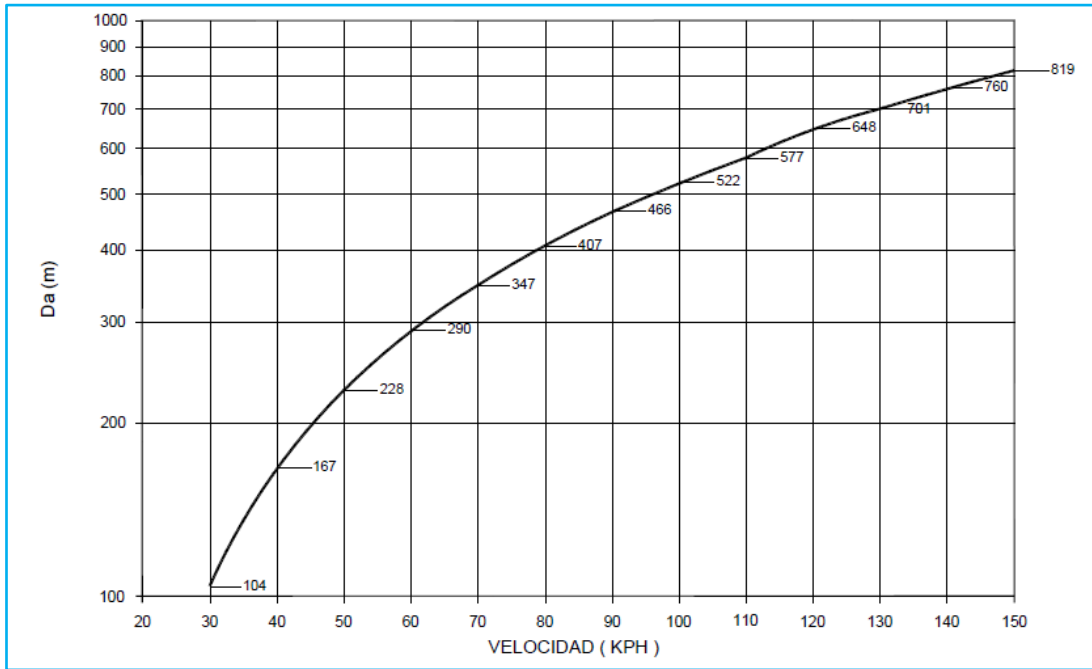
Fuente: DG -2018, MTC

La Distancia d visibilidad de adelantamiento o de paso

Se define como la minima longitud que debe de disponer la via para proporcionar a los conductores de los vehiculos la capacidad de poder sobrepasar a otro que se traslada en el mismo sentido a una velocidad menor, con seguridad y adecuada comodidad para la maniobra, es decir que se pueda realizar la maniobra sin afectar o alterar la velocidad de un tercer vehiculo que se desplaza en sentido contrario y que desde el inicio de la maniobra de sobrepase se puede visualizar por parte del conductor. Cuando los vehiculos que van en el mismo sentido se desplazan a velocidades diferente en mas de 15 km/h entre ellas y cuando el tercer vehiculo que viene en sentido contrario se esta desplazando a la velocidad de diseño de la via; es cuando la maniobra de adelantamiento se produce en forma cómoda y en condiciones de seguridad.

En las carreteras que cuentan con dos carriles como mínimo y cuyo tráfico se produce en las dos direcciones contrarias, debe de considerarse tomar en consideración las velocidades de adelantamiento o de paso, ya que el paso de un vehículo a otros se produce en el carril que tiene el sentido opuesto al desplazamiento.

Fig. N° 1. La distancia de visibilidad de adelantamiento o paso (Da)



V (kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Fuente: DG - 2018, MTC

La distancia de visibilidad de adelantamiento es determinada mediante sumar distancias de la forma siguiente:

$$DA = Di + Dii + Diii + Div$$

Donde:

DA : es la distancia de la visibilidad de paso (m)

Di : longitud que se recorre entre la percepción y la reacción (m)

Dii : longitud que se recorrió mientras ocupaba el carril contrario(m)

Diii : longitud de seguridad, luego de la maniobra entre el vehículo que pasa y el que viene en sentido contrario (m)

Div : longitud que se recorrió por parte del vehículo que viene en sentido contrario, el cual se estima en los 2/3 de la Dii (m)

En las vías que tienen dos carriles y con dos sentidos para la circulación, debe de impulsarse disponer de las longitudes máximas posibles para el adelantamiento de los vehículos porque tiene una alta repercusión por el nivel de servicio y por la seguridad en la circulación. Las longitudes máximas permiten que vehículos con velocidades por debajo del diseño puedan tener la posibilidad de efectuar maniobras de adelantamiento con seguridad.

Los tramos de la carretera que permiten el adelantamiento y los que no se puede maniobrar un proceso de adelantamiento o pase, debe ser señalizado con mucha claridad y de forma constante. Para ello hay una regla general que considera la altura del vehículo que viene en sentido contrario es de 1.30 metros entonces la distancia de visibilidad de adelantamiento toma la altura del ojo del conductor del vehículo que adelanta es de 1.07 metros.

TABLA 6 Máximas longitudes sin visibilidad de paso o adelantamiento

Categoría de vía	Longitud
Autopista de primera y segunda clase	1.500 m
Carreteras de 1ra Clase	2.000 m
Carreteras de 2da Clase	2.500 m

Fuente: DG – 2018, MT

El diseño geométrico en planta, perfil y transversal:

Los alineamientos rectos, el grado de curvatura y las curvas circulares constituyen el diseño geométrico en planta, y tiene que proporcionar un paso suave y cómodo desde un alineamiento en forma recta hasta una curva circular o viceversa. También corresponde proporcionar un paso suave y cómodo desde una curva a otra, que tienen diferentes radios de curvaturas.

Los vehículos a lo largo de toda la extensión de la carretera deben operar de forma ininterrumpida conservando su velocidad de diseño, y eso se logra con el alineamiento horizontal. Por lo general la orografía del terreno define el control

de los radios de todas las curvas horizontales, controla la distancia de visibilidad de adelantamiento y de forma clara la velocidad de diseño.

Para el diseño geométrico se debe adoptar algunas consideraciones, exceptuando, algunas que se justifiquen, para definir el eje de la vía:

Para Autopistas:

- La parte media del separador central. Debe tener un ancho simétrico si el separador es constante.
- En el caso de las duplicaciones se debe hacer la proyección del borde interior de la carretera.
- En otros casos se debe hacer la proyección del borde interior de cada una de las vías.

Para carreteras con una sola vía:

- La parte central de la carpeta de rodadura,

Las consideraciones requeridas de diseño:

Se ha de evitar incluir alineamientos rectos de grandes longitudes, debido a que estos son monótonos a lo largo del día y por la noche se eleva la peligrosidad de ocurrencia de los deslumbramientos por parte de los vehículos que se trasladan en sentido contrario. De preferencia estos tramos deben ser reemplazados por curvas cuyos radios son superiores a los mínimos exigidos por la norma.

Se ha de considerar:

En autopistas de 1er y 2do nivel, en la etapa del trazo, se debe combinar curvas de amplios radios y con tangentes pequeñas.

Para los ángulos de deflexión similares o menores a 5° , se debe trazar radios grandes que permita tener la curva con una longitud mínima, esta longitud mínima se determina de la siguiente manera:

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

Considerar:

- L = en metros
- Δ = en grados

- No usar ángulo de deflexión menor a 59°

Tramo en tangente

Tabla 07: Longitud de tramos en tangente

V (km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L max (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: DG – 2018. MTC

Donde:

L.min s: mínima longitud para trazo en “S” (metros), se da en alineamiento con radios de curvatura sentido opuesto

L.min o: mínima longitud para el resto de trazos, se da en alineamiento con radios de curvatura sentido similar.

L.máx: máxima longitud deseable en el trazo (metros)

V: la velocidad de diseño (Km/h)

La presentación de las longitudes de tramos tangentes de la tabla 07 se han determinado mediante el uso de las formulas siguientes:

- Longitud mínima “s” = 1.39 Velocidad
- Longitud mínima “o” = 2.78 Velocidad
- Longitud máxima = 16.70 Velocidad

Los radios minimos:

Son aquellos radios con menor dimensiones en los que es posible recorrer la via a la velocidad de diseño sin perder la comodidad del conductor y la seguridad del vehículo, tambien se debe considerar que la mayor tasa de peralte no disminuya las condiciones adecuadas de servicio de la via, estos radios minimos

de diseño se determinaran haciendo el calculo respectivo mediante la formular siguiente:

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

Donde:

R.min : mínimo radio

V : velocidad de diseño

P max : máximo peralte asociado con la velocidad de diseño

f máx : coeficiente trasnversal de fricción que esta asociado con la velocidad de diseño

los resultados de aplicar la formula anterior se presenta a continuacion en la tabla 8 de radios mínimos y peraltes máximos

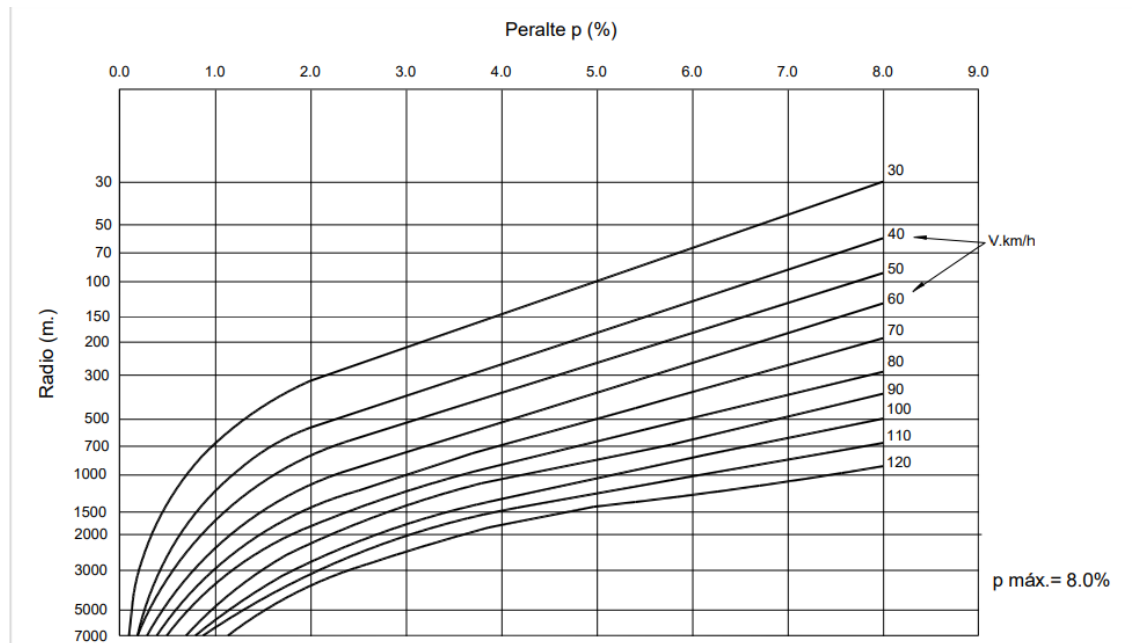
Tabla 08: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área 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
Área rural (accidentada o escarpada)	130	8,00	0,08	831,7	835
	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	

Fuente: DG – 2018, MTC

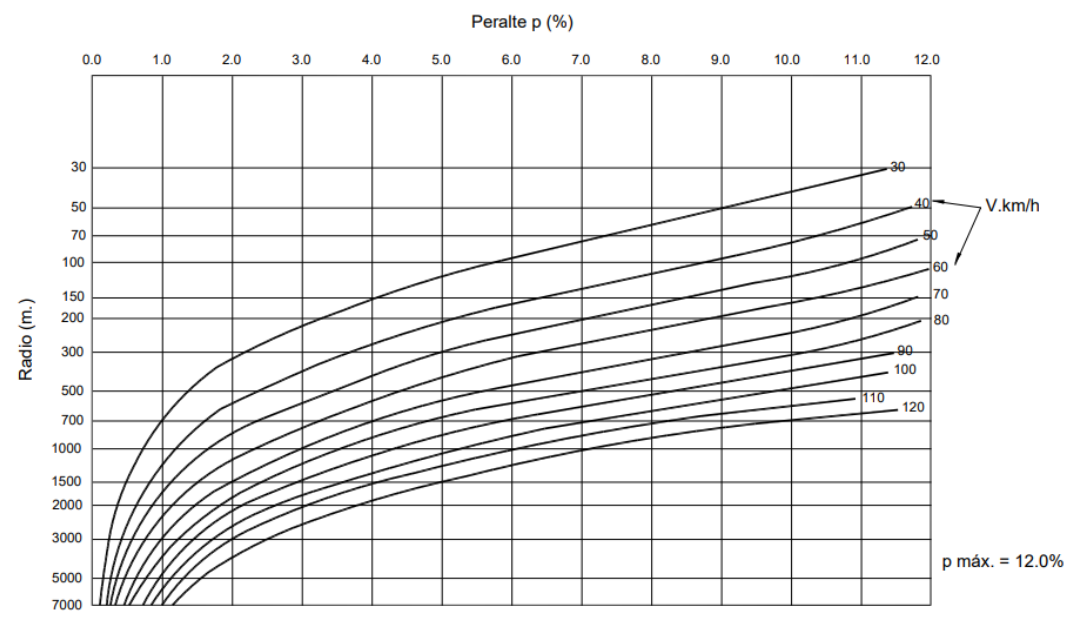
Relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño

Fig N°2 – Peralte en zona rural (Tipo 1,2 ó 3)



Fuente: DG – 2018, MTC

Fig N°3 – Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)

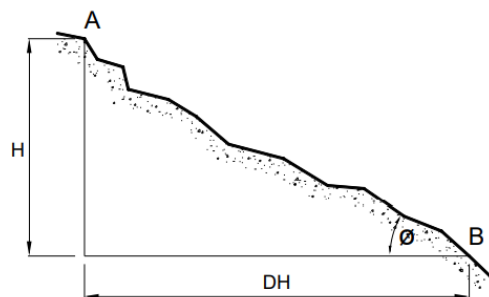


Fuente: DG-2018, MTC

La pendiente:

Viene a representar la inclinación homenea que se tiene de un tramo en forma longitudinal o paralela a la vía, y sirve para unir dos puntos que se encuentran a diferente nivel (cotas distintas). Cuando existen en el tramo punto a diferente nivel debemos unirlos habilitando tramos con pendientes, estas pueden presentar inclinaciones diferentes sus en cada tramo, pero estas no deben de sobrepasar los rangos que estable la normatividad para el tipo o clasificación de la vía. Las pendientes máximas y mínimas las determina el rango al que corresponda (Torres, 2016)

Figura N° 4 - Pendiente



$$Pendiente = Tg \ Ø = \frac{H}{DH} \times 100$$

Pendiente se usa en Porcentaje (%)

La pendiente mínima:

La Norma Peruana de Diseño de Carreteras recomienda que debemos evitar pendiente menores a 0.5% en los tramos que presenten corte de terreno, y que esos tramos se ha de considerar usar rasantes horizontales cuando exista cunetas adyacentes las cuales se les debe dotar la garantía de poder realizar su función de drenaje. Las pendientes mínimas con guardan relación con la velocidad de diseño de la vía ni tampoco con la tracción de las ruedas de los vehículos con la superficie de rodadura, pero si tienen una estrecha relación con el drenaje de la carretera.

Pendiente mínimas recomendables:

- En terreno plano : 0.3%
- En terreno accidentado : 0.5%

La pendiente máxima normal:

La Norma Peruana de Diseño de Carreteras recomienda que los proyectistas deben tomar en consideración los deseables límites máximos de las pendientes, tal como se señala en la norma.

Para establecer las pendientes máximas normales se debe tener en cuenta la seguridad de circulación de tráfico pesado y que se pueda dar en condiciones adversas del pavimento.

- Altitud menor a 3000 msnm. 7%
- Altitud mayor a 3000 msnm. 6%

La pendiente máxima

La pendiente mayor considerada en un proyecto vial es la que se considera como pendiente máxima, según Cárdenas G.,. La Norma Peruana de Diseño de Carreteras indica que su valor depende de factores como el volumen de tránsito futuro y de como está compuesto este tránsito (tipo y tamaño de vehículos), otro factor es el tipo del terreno y su configuración, por último la velocidad de diseño de la carretera.

A continuación en la tabla 9 se presentan las recomendaciones de la norma DG-2018 para determinar las pendientes máximas

TABLA N° 9: Pendientes máximas (%)

Demanda		Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día		> 6000				6000 - 4001				4000 – 2001				2000 - 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																			10,00	10,0
	40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
	50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
	60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
	70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
	80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
	90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
	100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
	110 km/h	4,00	4,00			4,00															
	120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																				

Fuente: DG-2018, MTC

Notas:

- 1) En caso de que se desee pasar de carreteras de Primera o Segunda Clase, a una autopista, las características de éstas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
- 2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizada por el órgano competente del MTC.

Las curvas horizontales

Son elementos geometricos del diseño de una carretera que tienen como función principal el cambio de dirección de una a otra, esto se logra uniendo dos tramos rectos de la vía, o tangentes. Estas curvas gráficamente en planta son parte de una circunferencia, llamadas Arcos. Las curvas horizontales tienen elementos que lo componen y ayuda a su ubicación y el respectivo trazo en campo, estas son las siguientes:

- Los Puntos : PI – PC y PT
- Los segmentos : R – T – E – Lc – C y F

donde:

- PI, : punto de intersección
- PC : punto de inicio de curva
- PT : punto de fin de curva
- R : radio de curva
- T : tangente de curva
- E : externa de curva
- Lc : longitud de la curva
- C : cuerda, tramo recto desde PC a PT
- F : ángulo que forman dos alineamientos.

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de curva son:

TABLA 10: Elementos de Curva

ELEMENTO DE CURVA	SÍMBOLO	FORMULA
Tangente	T	$T = R \text{Tang } F / 2$
Longitud de curva	L	$L = \pi R F / 180$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{Sen } \frac{F}{2}$
Externa	E	$E = R \cdot \text{Sec} \frac{F}{2} - R$
Flecha	F	$F = R / \cos \frac{F}{2}$

Fuente: (Torres, 2016)

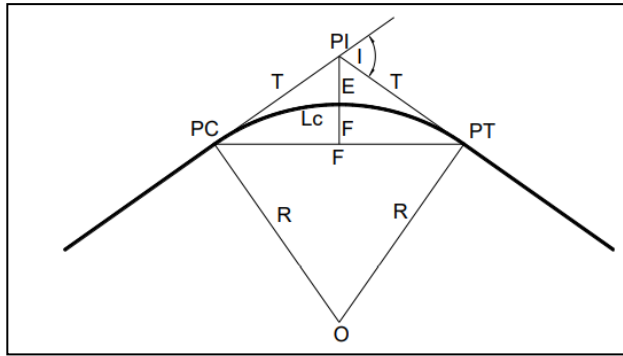


Fig N°5 Elementos de curva

El peralte:

El peralte es el grado de inclinación que tiene la vía necesario para que se pueda contrarrestar las fuerzas centrífugas (fuerzas horizontales), la inclinación del peralte en una curva se da en dirección hacia el centro y se proporciona en porcentaje de inclinación. Es necesario determinar el peralte de la vía porque los vehículos cuando pasan de una tangente a una curva circular y cuando están desplazándose en esta última, es cuando aparecen las fuerzas que tratan de desviarlo de su trayectoria hacia el exterior de la curva, estas fuerzas son conocidas como fuerzas centrífugas, fuerzas que se contrarrestan con los peraltes.

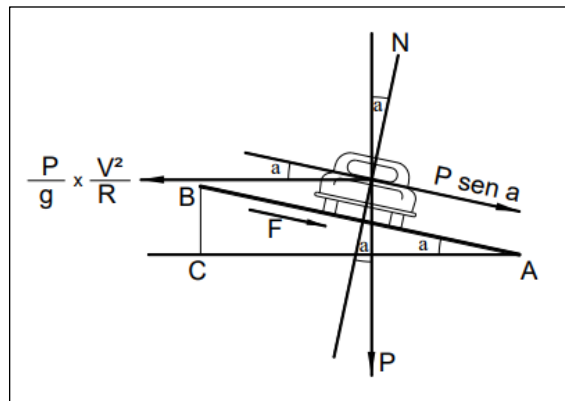


Fig N°6 Peralte

Donde:

$$\frac{P}{g} \times \frac{V^2}{R} = \text{Fuerza Centrífuga}$$

P = Peso del cuerpo en kg.

V = Velocidad en m/seg.

R = Radio de la curva en m.

g = Aceleración de la gravedad, en m/seg².

Llamando

α = Angulo que forma la superficie inclinada con la horizontal. (a)

S = Pendiente del peralte = tg α

Al multiplicar x 100, resultará la formula que se utiliza en la normatividad peruana para el diseño de vias en porcentajes (%)

$$\frac{V^2}{2.28 R} \text{ en } \% = p = \text{Peralte}$$

La velocidad directriz y los mínimos radios definen los porcentajes de los peraltes de la vias según la norma Peruana

VALOR DE LOS PERALTES MÁXIMO, PARA RADIOS MÍNIMOS

TABLA 10 : Valor de los peraltes máximos

V (Km/h)	Radio Mínimo Normal (m)	Peralte (%)	Radio Mínimo Excepcional (m)	Peralte (%)
30	30	6	25	10.0
40	60	6	45	10.0
50	90	6	75	10.0
60	130	6	110	10.0
70	190	6	160	9.5
80	250	6	220	9.0
90	330	6	280	8.5
100	425	6	380	8.0
110	530	6	475	8.0

Fuente: Norma Peruana de Diseño de Carreteras

Peralte: Valor Mínimo:

La Norma Peruana de Diseño de Carreteras que será 2% el peralte mínimo para una curva según se indica para curvas con sus radios mayores que se indican para cada velocidad directriz.

Consideraciones para uso en diseño de peralte:

1. El peralte se fija comúnmente a valores de 6% como máximo en carreteras de 1ra clase, y valores de 10% como máximo en carreteras de 2da clase, y valores de desde 10% hasta 2% mínimo en carreteras de 3ra clase y 4ta clase.
2. El peralte será de 8% en curvas de radio hasta 340 m, y se irá reduciendo 0.5% cada por cada 20 metros que se reduzca su radio en las carreteras de 1ra clase y 2da clase. Y por cada 20 metros que se aumente su radio en las carreteras de 1ra clase y 2da clase hasta llegar a 580 m.
3. Las curvas que tienen un radio mayor a 580 m se considera un peralte de 2%.
4. En las carreteras de 3ra clase y 4ta clase se consideran peraltes de 10% solo para curvas que presentan radios hasta 65.0 m, en caso presentaran radios mayores se tendrá en consideración lo señalado en los párrafos anteriores.

El sobreebancho de vía

Al circular sobre una curva horizontal, el vehículo que lo hace, ocupa un mayor espacio en el carril que en un tramo recto o tangente de vía, esto se debe a que la trayectoria es diferente para las ruedas traseras y ruedas delanteras de un vehículo, por haber una distancia entre los ejes, a mayor distancia entre ejes mayor será el espacio que ocupe en el carril.

Se debe considerar en su determinación lo siguiente:

- La saliente del vehículo encima de su eje delantero
- El factor de seguridad
- La separación lateral en calzada de 2 carriles.

La Norma Peruana de Diseño de Carreteras realiza la siguiente propuesta para determinar el sobreebancho en una curva:

$$S/A = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

- S / A : el sobreecho de via
 N : cantidad de carriles
 L : distancia entre ejes
 V : la velocidad directriz

Las curvas verticales:

las curvas verticales tienen la función de enlazar o unir dos tramos de vías que son consecutivos y que tienen diferentes pendientes, si la diferencia entre estas pendientes, de forma algebraica son mayor a 1% para vías pavimentadas y a 2% para vías no pavimentadas, son aplicables de forma obligatoria.

Los parámetros de curvatura que son equivalentes a la distancia de la curva en planta definen las curvas verticales parabólicas, es entonces que se considera que por cada 1% de diferencia en la pendiente, se tendrá que:

$$K = L / A$$

Dónde,

K : Parámetro de curvatura

L : Longitud de la curva vertical

A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

Fig N°7 - Clases De Curvas Verticales

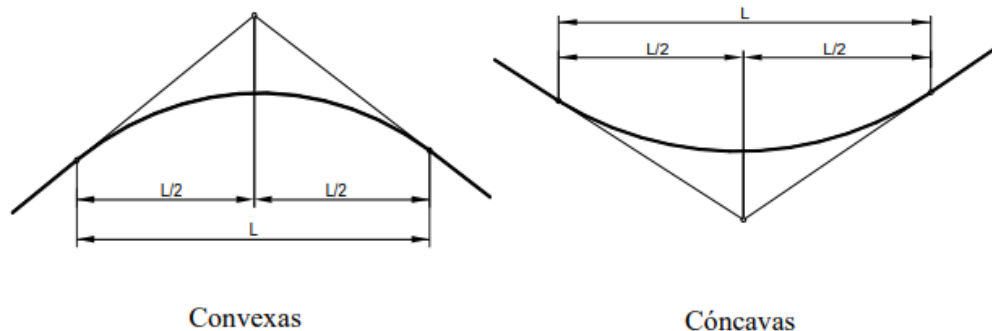
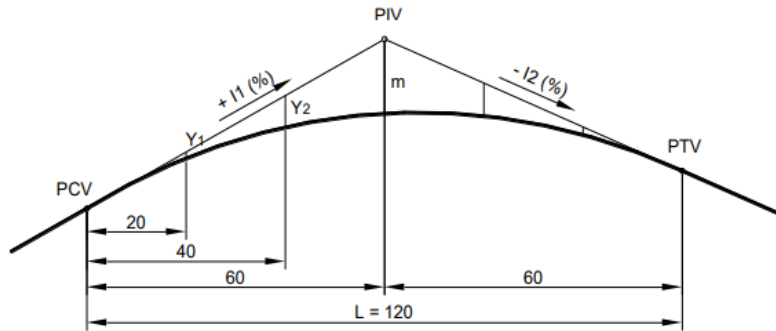


Fig N°8 Curvas Convexas o Salientes



$$L = 2Dp - \frac{444}{I_0}$$

$$L = \frac{I_0 D_p^2}{444}$$

Para $D_p > L$ Para $D_p < L$

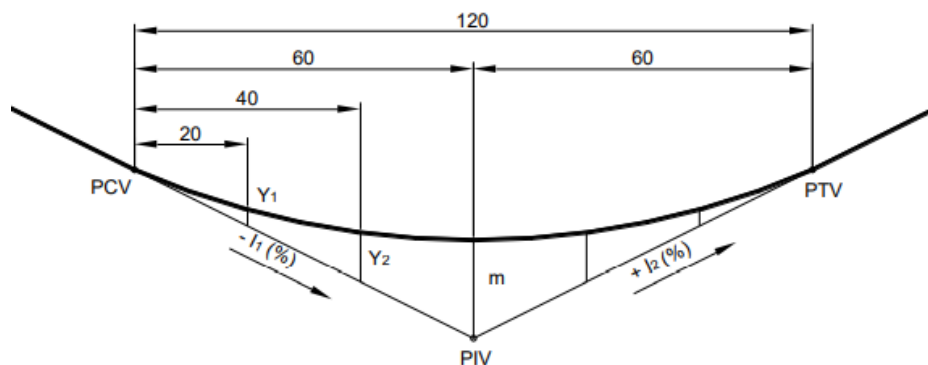
Donde:

L = Longitud de curva vertical, (metros).

D_p = la distancia mínima de visibilidad de parada (metros)

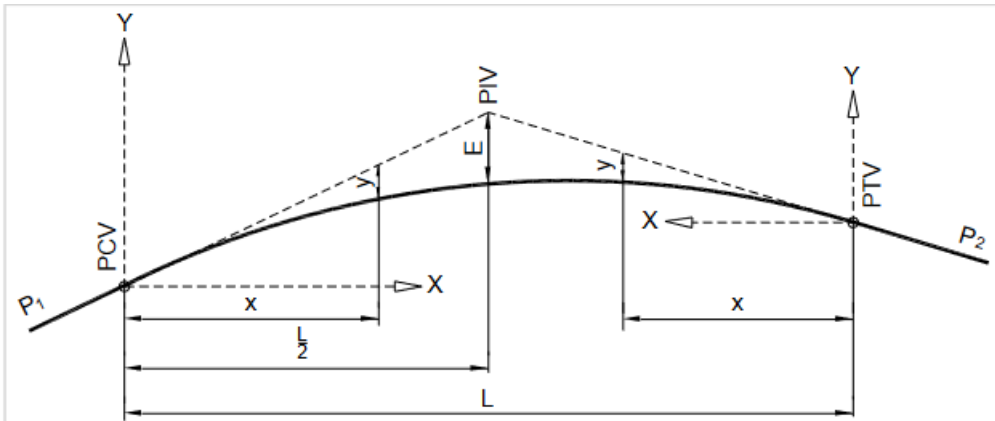
I_0 = la diferencia de pendientes consecutivas (%)

Fig N°9 Curvas Cóncavas o Colgantes:



La curva vertical simétrica: se compone de dos parábolas que tiene la misma longitud y debe de unirse en la Proyección Vertical (PIV). Se recomienda en este caso el uso de una parábola cuadrática, los elementos que lo conforman se detalla a continuación:

Fig N°10 Curva vertical simétrica



Donde:

PCV: el principio de curva vertical

PIV: Proyeccion interseccion de tangentes Verticales

PTV: punto de Termino de curva vertical

L: Longitud de curva

S1, S2: pendiente de entrada y salida

A: diferencia de pendientes consecutivas ($S1 - S2$)

E: Externa

X : longitud horizontal

Y : Ordenada vertical

Longitud mínima de la curva vertical según los criterios de la seguridad de via:

La curva convexa:

Este tipo de curva resulta de la aplicar las longitudes o distancia de visibilidad de parada de los vehiculos (D_p). Se señalan 2 tipo de relaciones entre la distancia de de parada y la distancia que tiene la curva, es decir cuando:

$$D_p > L \quad \text{ó} \quad D_p < L$$

Fig N°11 Curva Convexa

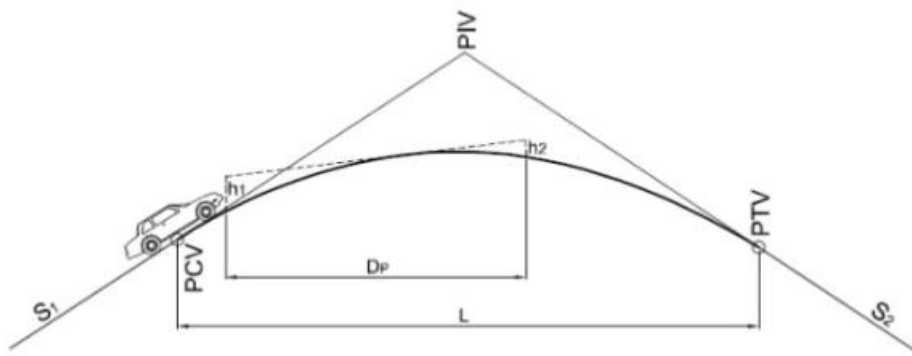


Figura 4.7. - Elementos para determinar la longitud mínima de la curva vertical convexa según el criterio de seguridad

Donde:

L_{min} : Longitud mínima de la curva, en metros.

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

DP: Distancia de visibilidad de parada, (m)

h_1 : considera 1.80 m la altura del ojo del conductor, m

h_2 : considera 0.60 m la altura del obstáculo

Cuando $DP < L$

$$L_{min} = \frac{A \times (Dp)^2}{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

$$L_{min} = \frac{A \times (Dp)^2}{658}$$

Cuando $DP > L$

$$L_{min} = 2 \times Dp - \frac{200 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

$$L_{min} = 2 \times Dp - \frac{658}{A}$$

La curva cóncava: es la distancia mínima de la curva de forma cóncava:

Fig N°12 Curva concava

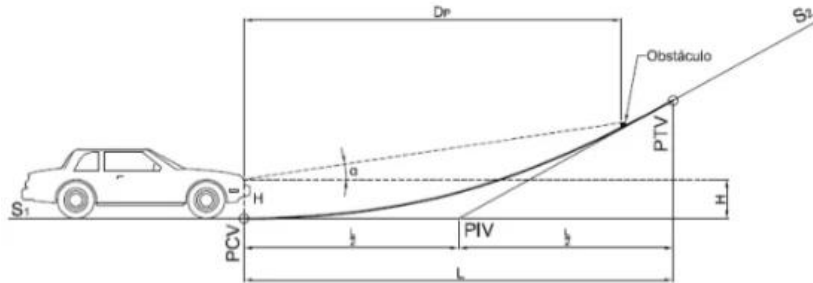


Figura 4.8 - Elementos para determinar la longitud mínima de una curva vertical cóncava según el criterio de seguridad

Donde:

DP: longitud de visibilidad de parada (m)

H: se considera 0.60 m la altura de luces del vehículo

α : se considera 1° el ángulo de divergencia de los faros

A: la diferencia entre pendientes consecutivas

Cuando $DP < L$

$$L_{min} = \frac{A \times (Dp)^2}{200 \times (H + Dp \times \tan \alpha)}$$

$$L_{min} = \frac{A \times (Dp)^2}{120 + 3.5 \times Dp}$$

Cuando $DP > L$

$$L_{min} = 2 \times Dp - \frac{200 \times (0.6 + Dp \times \tan \alpha)}{A}$$

$$L_{min} = 2 \times Dp - \frac{120 + 3.5 \times Dp}{A}$$

Las Bermas:

Se le conoce como bermas a los elementos que vienen a ser fajas paralelas a la vía y se ubican en forma lateral de la calzada o superficie que ha sido pavimentada, esta franja debe considerar una inclinación adecuada similar al bombeo que tienen los tramos tangentes y deben también ser iguales a los peraltes de los tramos en curva de la vía. Estos elementos deben cumplir con el suficiente ancho que permita a los conductores tener la opción de salir del pavimento y estacionarse en casos fortuitos.

La determinación de los anchos de estos elementos depende de la velocidad directriz que tiene la carretera y se detallan a continuación:

TABLA 11: dimensiones de los anchos de bermas

Velocidad Directriz (Km/h)	Ancho de berma (m)	
	Mínimo	Deseable
30	0.75	1.20
40	0.75	1.20
50	1.20	1.80
60	1.20	1.80
70	1.50	2.40
80	1.50	2.40
90	1.80	3.00
100	1.80	3.00

Fuente: Norma Peruana de Diseño de Carreteras

Las cunetas:

La función principal de estos elementos de vía son el drenaje de las aguas que se alojan en la superficie del pavimento además de los talleres del corte de terreno, el agua es transportada por estos elementos hasta los puntos de descarga que tiene a su vez obras de arte como los aliviaderos y alcantarillas.

TABLA 12: Cunetas

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.50
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Norma Peruana de Diseño de Carreteras

Señalización Vial:

Señales Verticales:

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos. Se deberá evitar el uso excesivo de señales verticales en un tramo corto puesto que puede ocasionar contaminación visual y pérdida de su efectividad. Asimismo, es importante el uso frecuente de señales informativas de identificación y destino, a fin de que los usuarios de la vía conozcan oportunamente su ubicación y destino. (MTC, 2016)

Clasificación de las señales verticales:

- a) Señales Regulatorias o de Reglamentación
- b) Señales de Prevención
- c) Señales de Información

Señales Horizontales o Marcas en el Pavimento:

Está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes. Forma parte de esta señalización, los dispositivos elevados que se colocan sobre la superficie de rodadura, también denominadas marcas elevadas en el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones. Se emplean para regular o reglamentar la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la operación vehicular y seguridad vial. (MTC, 2016)

Clasificación:

Línea de borde de calzada o superficie de rodadura

Línea de carril

Línea central

Líneas canalizadoras de tránsito

Líneas demarcadoras de entradas y salidas

Líneas de transición por reducción de carriles

Línea de pare

Líneas de cruce peatonal

Demarcación de espacios para estacionamiento

Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones

Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta

Otras demarcaciones

Palabras, símbolos y leyendas

Seguridad Vial:

(MTC, 2016) La seguridad vial está orientada a contribuir a la mejora de las características de la infraestructura vial y las condiciones de su nivel operativo.

La seguridad vial técnicamente es un área de actividad muy especializada, de importante efecto sobre la sociedad, tratándose de inversiones que deben realizarse con eficiencia y oportunidad para minimizar los gastos totales a la sociedad que representan los siniestros en vidas, lesiones y daños materiales y cumplir los objetivos que se programan sobre un periodo anual.

Rol Del Factor Humano En La Seguridad Vial

(MTC, 2018) Se analiza el rol del Factor Humano en la Seguridad Vial, siendo un aspecto también muy destacable en la consecución de accidentes. Aproximadamente en el 93% de las colisiones ocurridos, el factor humano es responsable o co-responsable. Según los

datos conocidos, en Perú en el año de 2014 el factor humano está presente en el 82% de las colisiones.

Definición de términos básicos:

A continuación se presentan algunas definiciones según la norma:

Calzada: es la zona que se destina a la circulación de los vehículos.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Diseño en planta: Proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por trayectorias curvas.

Diseño en perfil: Proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo.

Diseño de la sección transversal: Definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal.

Línea de pendiente: Es aquella línea que, pasando por los puntos obligados del proyecto, conserva la pendiente uniforme especificada y que, de coincidir con el eje de la vía, los cortes y los terraplenes serían mínimos.

Rasante: Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía.

Subrasante: Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento.

Talud: Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén.

Vehículo de diseño: Tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado.

Visibilidad: Condición que debe ofrecer el proyecto de una carretera al conductor de un vehículo de poder ver hacia delante la distancia suficiente para realizar una circulación segura y eficiente.

Hipotesis:

En la presente tesis nuestra hipótesis es: El tramo Iscoconga – Jesús, de la carretera Cajamarca – Jesús resulta insegura y vulnerable al tránsito vehicular, por lo tanto, un buen diseño geométrico mejoraría la seguridad vial.

El Objetivo general de la presente tesis es: Determinar la evaluación del diseño geométrico y la seguridad vial del tramo de la carretera Iscoconga - Jesús

Y como objetivos específicos:

- ✓ Ubicar y describir la zona en estudio a realizar.
- ✓ Determinar las características geométricas de la carretera Iscoconga – Jesús a través del levantamiento topográfico
- ✓ Comparar las características geométricas de la carretera con los parámetros de diseño con la norma DG – 2018
- ✓ Analizar las señales de tránsito verticales y horizontales y evaluaremos la seguridad vial de la carretera Iscoconga – Jesús considerando los diseños geométricos

II. METODOLOGIA

Tipo y Diseño de investigación:

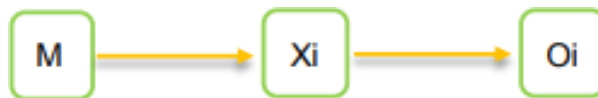
Tipo de Investigación:

Según el proceso, es una investigación descriptiva, porque está orientada a validar la funcionalidad de un diseño existente de carretera y los datos obtenidos no ha sido alterados, eso quiere decir, que no han podido ser modificados, además se emplea el método de la observación, dándose así la descripción de los fenómenos que han sido interpretados

Diseño de Investigación:

Es un diseño no experimental con enfoque cuantitativo puesto que no llega a modificar las variables y se observa los fenómenos en su propio ambiente.

Siendo el esquema de Diseño de investigación el siguiente:



Donde:

M = Muestra (Carretera)

Xi = Variable (Diseño geométrico – Seguridad Vial)

Oí = Resultados

Población y Muestra:

Población:

Para la presente investigación se tomó como población a la carretera Cajamarca – Jesús con una longitud de 16 km

Muestra:

Para la presente investigación la muestra es el tramo de carretera Iscoconga – Jesús con una longitud de 9.430 km

Técnicas e instrumentos de investigación:**Técnicas de recolección de datos**

La presente investigación tiene como técnica el análisis documental.

Análisis Documental: Es una técnica que consiste en analizar la información necesaria para comenzar las investigaciones. (Hernández, 2017)

Instrumentos de Recolección de Datos

Como instrumento para esta investigación se tendrá índice medio diario anual (IMDA) y estudio definitivo basado en un replanteo topográfico del tramo de la carretera en mención.

Validez y Confiabilidad:

Según Hernández (2014, p.200) Indica que la validez es un instrumento que medirá la variable que se pretende estudiar y la confiabilidad es un instrumento que da resultados coherentes e iguales sin varias sus datos.

El levantamiento topográfico se realizó y se validó por un topógrafo profesional.

Procesamiento y Análisis de la Información

Se realizó un análisis del replanteo topográfico del tramo de la carretera en estudio.

Se analizó el índice medio diario anual (IMDA) para determinar el tipo y la clase de carretera.

Los elementos de diseño geométrico, obtenidos del procesamiento de datos del IMDA y del replanteo del tramo de la carretera en estudio, serán contrastados con los establecidos en la norma DG -2018

III. RESULTADOS

Ubicación de la zona en estudio

Ubicación política.

- País : Perú.
- Región : Cajamarca.
- Departamento : Cajamarca.
- Provincia : Cajamarca
- Distrito : Jesús

Ubicación geográfica, coordenadas geográficas y UTM – WGS84 – Zona 17S



Punto inicial:

Cruce Iscocongá y Carretera a Jesús

- Coordenadas UTM:

Este: 784742.46 E
Norte: 9200534.44 N
Cota: 2632.34 m.s.n.m.

- Coordenadas Geográficas:

Longitud: 78° 27' 08.1"

Latitud: 7° 12' 6"

Punto final:

Jesús km 09+430

- Coordenadas UTM:

Este: 788541.31 E

Norte: 9197885.40 N

Cota: 2589.49 m.s.n.m.

- Coordenadas Geográficas:

Longitud: 78° 23' 12.1"

Latitud: 7° 14' 52.4"

Materiales y Equipos topográficos empleados

A continuación, se describe los materiales e instrumentos que se utilizarán en la etapa de campo de la presente tesis:

- ✓ Estación total
- ✓ GPS navegador
- ✓ Eclímetro
- ✓ Wincha topográfica
- ✓ Cámara digital
- ✓ Block de Notas

Unidad de muestra

Se tomo como muestra 9.430 Km de la carretera, siendo uno de los tramos más representativos de la vía en estudio el km 00+00 - km 09+430.

Por esta vía circulan vehículos de transporte de pasajeros y carga que se dirigen al distrito de Jesús, también circulan vehículos de las diferentes empresas proveedoras de materiales para ejecución de obras, por lo que es común observar camiones.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se empleó en la presente tesis para la recolección de datos es la observación directa, a partir del levantamiento topográfico y el inventario de la señalización de la vía.

Se realizo el levantamiento topográfico desde la carretera Iscocongá hasta Jesús, a partir de la cual se procederá a evaluar las características geométricas existentes para comparar con los parámetros geométricos que establece el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018.

Procedimiento de recolección de datos

El trabajo se inició con el reconocimiento de campo para evaluar la topografía y obras de arte, una vez hecho el reconocimiento de la zona, se procederá a la ubicación de la primera

estación (E – 1), cerca al km 00 + 00; teniendo en cuenta la visibilidad del mayor tramo de carretera.

Se comenzó a radiar los puntos de referencia en la carretera tales como eje de vía, bordes de carretera, cunetas, alcantarillas, quebradas, postes, casas, de acuerdo al estacado en tramos rectos cada 20 m y en tramos curvos cada 10 m.

También se realizó el conteo de vehículos que transitan por día, para realizar el análisis de tráfico y clasificación de la vía.

A la vez se recolecto datos de accidentes de tránsito suscitados en los últimos años en el tramo en estudio.

Trabajo de gabinete

Terminado el levantamiento topográfico, se procesó la información obtenida en la zona, realizando el modelamiento de la carretera, tanto en planta, perfil y secciones transversales mediante el software AutoCAD Civil 3D 2016.

Mediante hojas de cálculo en Excel se ejecutó el análisis y la comparación de las características geométricas de la carretera en estudio con los parámetros estipulados

Aplicando la teoría de seguridad vial se realizó el estudio de accidentalidad y la evaluación de los riesgos viales para los puntos críticos en el tramo en estudio y así poder cuantificar el nivel de seguridad de dicha vía. **TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

N° CURVA	SENTIDO	Δ	RADIO(m)	T(m)	L(m)	LC(m)	E(m)	M(m)	PI (km)	PC (km)	PT (km)	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	D	3° 01' 13"	181.883	4.795	9.588	9.587	0.063	0.063	0+104.170	0+099.375	0+108.962	9202937.774	781462.531
PI:2	I	1° 11' 17"	41.000	0.425	0.850	0.850	0.002	0.002	0+259.350	0+258.924	0+259.775	9202842.208	781584.796
PI:3	D	0° 29' 32"	212.546	0.913	1.826	1.826	0.002	0.002	0+458.182	0+457.269	0+459.095	9202723.035	781743.957
PI:4	D	0° 27' 05"	6056.365	23.863	47.726	47.725	0.047	0.047	0+766.145	0+742.282	0+790.008	9202540.578	781992.051
PI:5		0° 55' 29"	41.000	0.331	0.662	0.662	0.001	0.001	1+375.930	1+375.599	1+376.261	9202181.724	782485.040
PI:6		0° 04' 11"	41.000	0.025	0.050	0.050	0.000	0.000	2+647.800	2+647.775	2+647.825	9201433.733	783513.708
PI:7		0° 48' 23"	41.000	0.288	0.577	0.577	0.001	0.001	3+631.417	3+631.129	3+631.706	9200854.981	784309.019
PI:8		1° 13' 33"	41.000	0.439	0.877	0.877	0.002	0.002	4+086.166	4+085.727	4+086.604	9200583.371	784673.743
PI:9		3° 58' 29"	41.000	1.423	2.844	2.844	0.025	0.025	4+170.524	4+169.101	4+171.945	9200534.444	784742.463
PI:10		6° 55' 09"	41.000	2.479	4.951	4.948	0.075	0.075	4+187.916	4+185.437	4+190.389	9200523.399	784755.899
PI:11		12° 15' 32"	41.000	4.403	8.772	8.755	0.236	0.234	4+217.728	4+213.325	4+222.097	9200501.826	784776.484
PI:12		1° 46' 18"	41.000	0.634	1.268	1.268	0.005	0.005	4+316.810	4+316.176	4+317.444	9200446.280	784858.573
PI:13		5° 28' 58"	41.000	1.963	3.923	3.922	0.047	0.047	4+561.419	4+559.456	4+563.379	9200303.001	785056.827
PI:14		17° 17' 38"	41.000	6.235	12.375	12.328	0.471	0.466	4+609.190	4+602.955	4+615.330	9200278.845	785098.044
PI:15		20° 03' 06"	41.000	7.248	14.349	14.276	0.636	0.626	4+645.898	4+638.649	4+652.998	9200270.517	785133.892
PI:16		18° 48' 28"	41.000	6.790	13.459	13.398	0.559	0.551	4+678.731	4+671.941	4+685.399	9200274.520	785166.630
PI:17		10° 35' 21"	41.000	3.800	7.577	7.567	0.176	0.175	4+768.713	4+764.913	4+772.490	9200313.708	785247.765
PI:18		11° 36' 35"	41.000	4.168	8.308	8.293	0.211	0.210	4+820.578	4+816.410	4+824.718	9200327.304	785297.839
PI:19		25° 28' 07"	41.000	9.266	18.225	18.075	1.034	1.008	4+871.011	4+861.745	4+879.970	9200330.457	785348.202
PI:20		8° 47' 45"	41.000	3.153	6.294	6.288	0.121	0.121	4+909.428	4+906.274	4+912.568	9200316.021	785384.134
PI:21		11° 27' 01"	41.000	4.110	8.194	8.180	0.206	0.205	4+974.288	4+970.178	4+978.371	9200282.917	785439.925
PI:22		2° 34' 58"	41.000	0.924	1.848	1.848	0.010	0.010	5+088.945	5+088.020	5+089.869	9200205.981	785524.972
PI:23		10° 58' 49"	41.000	3.941	7.857	7.845	0.189	0.188	5+231.912	5+227.971	5+235.828	9200105.390	785626.565
PI:24		1° 05' 22"	41.000	0.390	0.780	0.780	0.002	0.002	5+349.839	5+349.449	5+350.228	9200007.954	785693.040
PI:25		0° 31' 36"	41.000	0.188	0.377	0.377	0.000	0.000	5+500.032	5+499.844	5+500.221	9199882.298	785775.311

PI:26	1° 11' 54"	41.000	0.429	0.857	0.857	0.002	0.002	5+913.838	5+913.409	5+914.267	9199538.193	786005.153
PI:27	4° 42' 36"	41.000	1.686	3.370	3.369	0.035	0.035	6+156.636	6+154.950	6+158.320	9199333.517	786135.760
PI:28	7° 35' 40"	41.000	2.721	5.435	5.431	0.090	0.090	6+206.524	6+203.803	6+209.237	9199293.806	786165.960
PI:29	0° 12' 36"	41.000	0.075	0.150	0.150	0.000	0.000	6+352.592	6+352.517	6+352.668	9199190.238	786268.975
PI:30	14° 29' 55"	41.000	5.215	10.375	10.347	0.330	0.328	6+485.376	6+480.161	6+490.536	9199095.753	786362.271
PI:31	2° 32' 55"	41.000	0.912	1.824	1.824	0.010	0.010	6+669.508	6+668.596	6+670.419	9199001.264	786520.374
PI:32	3° 00' 18"	41.000	1.075	2.150	2.150	0.014	0.014	6+885.564	6+884.488	6+886.639	9198898.781	786710.579
PI:33	3° 38' 08"	41.000	1.301	2.602	2.601	0.021	0.021	7+033.911	7+032.610	7+035.211	9198821.666	786837.308
PI:34	0° 45' 38"	41.000	0.272	0.544	0.544	0.001	0.001	7+179.736	7+179.464	7+180.008	9198738.115	786956.825
PI:35	11° 00' 19"	41.000	3.950	7.875	7.863	0.190	0.189	7+374.852	7+370.902	7+378.777	9198624.210	787115.242
PI:36	2° 20' 10"	41.000	0.836	1.672	1.672	0.009	0.009	7+519.465	7+518.629	7+520.300	9198563.745	787246.634
PI:37	6° 04' 40"	41.000	2.177	4.349	4.347	0.058	0.058	7+656.726	7+654.549	7+658.898	9198501.327	787368.883
PI:38	8° 01' 15"	41.000	2.874	5.740	5.735	0.101	0.100	7+829.410	7+826.536	7+832.275	9198406.957	787513.505
PI:39	6° 51' 14"	41.000	2.455	4.905	4.902	0.073	0.073	7+927.605	7+925.150	7+930.055	9198365.292	787602.433
PI:40	9° 58' 09"	41.000	3.576	7.134	7.125	0.156	0.155	8+007.290	8+003.715	8+010.848	9198340.334	787678.115
PI:41	2° 38' 50"	41.000	0.947	1.894	1.894	0.011	0.011	8+058.685	8+057.737	8+059.632	9198332.929	787728.991
PI:42	0° 40' 33"	41.000	0.242	0.484	0.484	0.001	0.001	8+258.270	8+258.028	8+258.512	9198313.333	787927.612
PI:43	3° 30' 28"	41.000	1.255	2.510	2.510	0.019	0.019	8+513.310	8+512.055	8+514.565	9198285.301	788181.107
PI:44	13° 35' 43"	41.000	4.887	9.729	9.706	0.290	0.288	8+557.951	8+553.064	8+562.792	9198277.688	788225.095
PI:45	45° 59' 02"	13.758	5.838	11.042	10.748	1.187	1.093	8+579.337	8+573.499	8+584.541	9198269.172	788244.762
PI:46	32° 12' 46"	14.641	4.228	8.232	8.124	0.598	0.575	8+593.407	8+589.179	8+597.411	9198255.409	788249.936
PI:47	28° 51' 01"	41.000	10.546	20.645	20.427	1.335	1.293	8+621.971	8+611.425	8+632.069	9198227.210	788244.142
PI:48	5° 02' 18"	41.000	1.804	3.605	3.604	0.040	0.040	8+669.895	8+668.091	8+671.696	9198190.406	788212.753
PI:49	24° 24' 48"	41.000	8.870	17.470	17.338	0.948	0.927	8+695.747	8+686.877	8+704.347	9198169.337	788197.768
PI:50	33° 58' 02"	12.570	3.839	7.452	7.343	0.573	0.548	8+713.945	8+710.106	8+717.558	9198151.210	788194.242
PI:51	52° 16' 44"	9.240	4.535	8.431	8.141	1.053	0.945	8+728.894	8+724.360	8+732.791	9198137.236	788200.161
PI:52	41° 24' 07"	10.365	3.917	7.490	7.328	0.715	0.669	8+742.583	8+738.666	8+746.156	9198133.586	788214.015
PI:53	4° 33' 23"	41.000	1.631	3.260	3.260	0.032	0.032	8+780.142	8+778.511	8+781.771	9198150.580	788247.894
PI:54	28° 04' 01"	41.000	10.248	20.084	19.884	1.261	1.224	8+826.568	8+816.320	8+836.404	9198174.628	788287.609
PI:55	27° 55' 16"	41.000	10.192	19.980	19.783	1.248	1.211	8+851.985	8+841.792	8+861.772	9198176.038	788313.399

PI:56	1° 29' 07"	41.000	0.531	1.063	1.063	0.003	0.003	8+880.876	8+880.345	8+881.407	9198163.753	788339.995
PI:57	20° 32' 13"	41.000	7.428	14.696	14.617	0.667	0.657	8+918.177	8+910.749	8+925.445	9198147.239	788373.441
PI:58	11° 44' 36"	41.000	4.216	8.403	8.389	0.216	0.215	9+012.916	9+008.699	9+017.103	9198137.747	788467.863
PI:59	17° 33' 04"	41.000	6.329	12.559	12.510	0.486	0.480	9+048.611	9+042.282	9+054.841	9198127.014	788501.938
PI:60	45° 50' 53"	41.000	17.339	32.808	31.940	3.516	3.238	9+079.980	9+062.641	9+095.449	9198108.948	788527.704
PI:61	11° 05' 00"	41.000	3.978	7.931	7.919	0.193	0.192	9+116.321	9+112.343	9+120.274	9198071.220	788533.758
PI:62	0° 46' 48"	41.000	0.279	0.558	0.558	0.001	0.001	9+215.923	9+215.644	9+216.203	9197971.651	788530.339
PI:63	9° 15' 58"	41.000	3.323	6.631	6.623	0.134	0.134	9+254.310	9+250.987	9+257.618	9197933.273	788529.544
PI:64	69° 19' 29"	11.029	7.626	13.344	12.545	2.380	1.957	9+294.380	9+286.754	9+300.098	9197893.792	788522.639
PI:65	59° 33' 31"	12.996	7.437	13.509	12.909	1.977	1.716	9+312.989	9+305.553	9+319.062	9197885.396	788541.306
PI:66	30° 49' 52"	41.000	11.305	22.062	21.797	1.530	1.475	9+331.421	9+320.116	9+342.178	9197897.727	788556.793
PI:67	10° 01' 24"	41.000	3.595	7.173	7.163	0.157	0.157	9+375.599	9+372.003	9+379.176	9197939.582	788572.559

TABLA 13: Elementos De Curva Carretera Iscocongá - Jesús

Fuente: Elaboración propia, 2022

Reconocimiento del tramo en estudio

El reconocimiento del tramo en estudio se realizó del día 30 de mayo de 2022; con la finalidad de poder observar e identificar las principales características geométricas de la carretera en estudio. Del reconocimiento de la vía en estudio se pudo obtener la siguiente información:

El tramo elegido de la carretera Iscocongá - Jesús para esta investigación presenta 01 sección transversal típica delimitadas en la Tabla N°14

TABLA 14: Sección transversal típica

N° de Sección Transversal	Progresiva	Progresiva
	Inicial	Final.
1	00+000	00+100
2	00+150	00+250
3	00+300	02+650
4	02+650	04+100
5	04+150	04+190
6	04+200	04+550
7	04+950	04+990
8	05+000	05+100
9	05+150	05+230
10	05+300	05+350
11	05+400	05+500
12	05+550	05+900
13	05+950	06+150
14	06+250	06+350
15	06+400	06+490
16	06+550	06+900
17	06+950	07+050
18	07+100	07+180
19	07+200	07+390
20	07+400	07+520
21	07+550	07+650
22	07+700	07+930
23	07+950	08+000
24	08+100	08+250
25	08+300	08+500
26	08+650	08+690

27	08+800	08+820
28	08+950	09+000
29	09+050	09+070
30	09+270	09+300
31	09+350	09+400
32	00+100	00+150
33	02+650	02+700
34	04+190	04+200
35	04+700	04+950
36	04+990	05+000
37	05+100	05+150
38	05+230	05+300
39	05+350	05+400
40	05+900	05+950
41	06+350	06+400
42	06+900	06+950
43	07+050	07+100
44	07+180	07+200
45	07+520	07+550
46	07+650	07+700
47	08+250	08+300
48	08+500	08+650
49	08+820	08+860
50	09+010	09+050
51	09+070	09+200
52	09+250	09+270
53	00+250	00+300
54	04+100	04+150
55	04+550	04+700
56	05+500	05+550
57	06+150	06+250
58	06+490	06+550
59	07+390	07+400
60	07+930	07+950
61	08+000	08+100
62	08+690	08+800
63	08+860	08+950
64	09+200	09+250
65	09+300	09+350

Fuente: Elaboración propia, 2022

Identificación y medición de las secciones transversales típicas

Luego de identificar la sección transversal típica en la vía, se procedió a medir los elementos de cada una de ellas.

Los resultados de las mediciones se muestran en los planos: secciones transversales, adjunto en los anexos.

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico del tramo de carretera en estudio se realizó los días 15 y 16 de junio del 2022; con GPS navegador.

Clasificación de la carretera en estudio

Clasificación por la demanda

Para realizar la clasificación de carretera según la demanda; se procedió a realizar el estudio del tráfico para lo cual se realizó el conteo de vehículos durante una semana desde el lunes 06 de junio hasta el domingo 12 de junio de 2022 desde las 06:00 horas hasta las 19:00 horas, para posteriormente determinar el IMD de la carretera.

Para el cálculo de IMDS no se tomó en cuenta los mototaxis; pues estos y otros tipos de vehículos menores están prohibidos de circular y operar por las vías como carreteras, vías expresas, colectoras y arteriales.

El índice medio diario semanal (IMDS) es 1711 Veh./día.

Para el cálculo del IMDA utilizaremos la fórmula estudiada en las bases teóricas, considerando el factor de corrección igual a 1 ($FC = 1$), porque no existen estaciones de peaje en el tramo de la carretera estudiada.

$$\text{IMDA} = 1711 \text{ Veh./día} * 1$$

$$\text{IMDA} = 1711 \text{ Veh./día}$$

Después de calcular el IMDA podemos decir que se clasifica como una carretera de segunda clase; pues, el IMDA está entre los valores de 400 y 2000 Veh./día.

TABLA 15: Calculo del IMD

DIA	SENTIDO	AUTOMOVIL	CAMIONETA	MINIVAN	COMBI	MICROBUS	C2	C3	T3S3	C2R3	8X4	TOTAL PARCIAL	TOTAL
LUNES	ISCOCONGA - JESUS	263	241	23	63	35	85	23	9	6	7	755	1459
	JESUS - ISCOCONGA	235	211	25	57	33	74	42	7	5	15	704	
MARTES	ISCOCONGA - JESUS	252	236	19	53	31	79	21	7	5	6	709	1412
	JESUS - ISCOCONGA	247	221	21	51	29	73	37	9	4	11	703	
MIERCOLES	ISCOCONGA - JESUS	276	240	26	62	36	96	24	11	5	8	784	1495
	JESUS - ISCOCONGA	246	216	22	53	32	72	47	8	3	12	711	
JUEVES	ISCOCONGA - JESUS	450	420	48	73	78	222	18	13	11	15	1348	2593
	JESUS - ISCOCONGA	480	384	36	75	73	174	13	3	2	5	1245	
VIERNES	ISCOCONGA - JESUS	252	246	37	84	24	144	42	10	11	9	859	1669
	JESUS - ISCOCONGA	318	218	54	43	24	84	40	16	6	5	808	
SABADO	ISCOCONGA - JESUS	261	243	29	79	43	139	39	12	9	7	861	1692
	JESUS - ISCOCONGA	279	239	30	82	41	98	32	9	8	13	831	
DOMINGO	ISCOCONGA - JESUS	258	242	32	74	38	122	37	11	7	6	827	1658
	JESUS - ISCOCONGA	269	240	33	79	47	97	38	10	6	12	831	
												PROMEDIO	1711

Clasificación por la orografía

La orografía de la zona donde se encuentra la vía estudiada se determinó mediante la medición de la pendiente transversal de la carretera mediante un eclímetro, luego se clasificó la carretera según la DG – 2018.

De los datos obtenidos se verificó que la vía en estudio se clasifica como una carretera con orografía plana tipo I.

TABLA 16: Pendientes longitudinales y transversales

Progresiva	Progresiva	Pendiente Transversal Existente (%)	Pendiente Longitudinal Existente (%)	Tipo de Carretera
Inicial	Final.			
00+000	00+069.23	0.5	-2.2	Tipo I
00+069.23	00+275.39	0.5	-2.39	Tipo I
00+275.39	00+612.08	0.5	-1.95	Tipo I
00+612.08	01+336.32	0.5	-0.06	Tipo I
01+336.32	02+065.10	0.5	0.17	Tipo I
02+065.10	02+802.95	0.5	0.11	Tipo I
02+802.95	03+631.45	0.5	0.19	Tipo I
03+631.45	04+239.34	0.5	3.58	Tipo I
04+239.34	04+549.59	0.5	-2.44	Tipo I
04+549.59	04+782.26	0.5	1.76	Tipo I
04+782.26	05+554.25	0.5	2.23	Tipo I
05+554.25	05+855.41	0.5	1.58	Tipo I
05+855.41	06+168.53	0.5	-2.74	Tipo I
06+168.53	06+592.63	0.5	-3.71	Tipo I
06+592.63	06+923.89	0.5	-5.44	Tipo I
06+923.89	07+326.24	0.5	-2.37	Tipo I
07+326.24	07+774.03	0.5	-2.95	Tipo I
07+774.03	08+492.50	0.5	-0.27	Tipo I
08+492.50	08+710.60	0.5	-5.34	Tipo I
08+710.60	09+035.12	0.5	1.32	Tipo I
09+035.12	09+113.13	0.5	-3.41	Tipo I
09+113.13	09+220.05	0.5	0.43	Tipo I
09+220.05	09+332.28	0.5	-1.89	Tipo I
09+332.28	09+411.27	0.5	-1.27	Tipo I
09+411.27	09+439.00	0.5	-1.36	Tipo I

Elección del vehículo de diseño

Para definir el vehículo de diseño se consideró el conteo vehicular durante una semana; eligiéndose al vehículo que transitó con mayor frecuencia de todos los vehículos pesados que se desplazaron por el punto elegido del tramo de la vía.

En la tabla N° 17 se muestra la cantidad de vehículos (según el tipo) que transitaron por la vía.

TABLA 17: Tipo de Vehículo











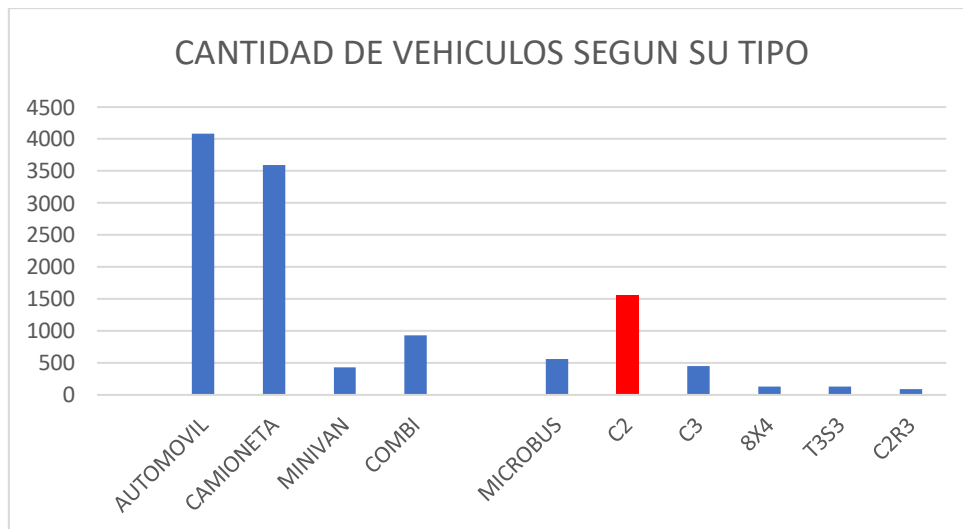
TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
 AUTOMOVIL	4086
 CAMIONETA	3597
 MINIVAN	435
 COMBI	928
 MICROBUS	564
 C2	1559
 C3	453
 8X4	131
 T3S3	135
 C2R3	88

GRAFICO N° 1 CANTIDAD DE VEHICULOS SEGÚN SU TIPO



Fuente: Elaboración propia - 2022.

Del Gráfico N° 01 se puede apreciar que el vehículo pesado que más transitó por la vía, es decir el de mayor incidencia es el C2, por lo tanto, éste será el vehículo elegido de diseño para la vía estudiada.

Velocidad de diseño

La carretera en estudio es zona rural por lo tanto se considera la velocidad de diseño de acuerdo a la tabla de la norma DG - 2018

Tabla N°4 Clasificación de carretera

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	PLANO													
	ONDULADO													
	ACCIDENTADO													
	ESCARPADO													
Autopista de segunda clase	PLANO													
	ONDULADO													
	ACCIDENTADO													
	ESCARPADO													
Carretera de primera clase	PLANO													
	ONDULADO													
	ACCIDENTADO													
	ESCARPADO													
Carretera de segunda clase	PLANO													
	ONDULADO													
	ACCIDENTADO													
	ESCARPADO													
Carretera de tercera clase	PLANO													
	ONDULADO													
	ACCIDENTADO													
	ESCARPADO													

Fuente: DG - 2018, MTC

Estudio del diseño geométrico de la carretera Iscocongá – Jesús

El estudio estuvo enfocado en determinar y comparar los parámetros geométricos existentes en el tramo de carretera Iscocongá - Jesús; con la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2018, para así determinar los efectos que produce la geometría de la carretera sobre la seguridad vial.

Los parámetros geométricos de la carretera Iscocongá - Jesús en evaluación fueron los siguientes:

TABLA N° 18: Parámetros evaluados en la investigación.

Geometría de la carretera	Parámetros
Planta	Radios de curvatura.
	Peraltes máximos y mínimos.
	Sobreanchos.
	Distancia de visibilidad de adelantamiento.
Perfil	Longitud de curvas verticales.
	Pendiente mínima y máxima.
	Distancia de visibilidad de parada.
Secciones transversales	Ancho mínimo de calzada.
	Ancho mínimo de bermas.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Estudio de los radios de curvatura

Determinación de los radios mínimos en las curvas circulares

Para el cálculo del radio mínimo, por ser zona rural se utilizó la Tabla N° 8, de la cual se obtuvo el valor siguiente:

$$R_{mín} = \frac{60^2}{127(0.08 + 0.15)} = 123.25 \text{ m.}$$

$$R_{mín} = 125.00m$$

TABLA N° 8 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 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

Fuente: DG – 2018, MTC

Radios existentes en las curvas horizontales

Para determinar los radios en las curvas horizontales existentes se realizó el levantamiento topográfico; del cual se obtuvo la longitud de la externa existente y luego se determinó el radio existente de cada curva.

En el tramo en estudio de la carretera Iscocongá – Jesús se logró identificar 67 curvas; cuyos radios calculados se muestran en la Tabla N° 19.

TABLA N° 19: Radios existentes en la carretera Iscocongá – Jesús

CURVA	PI	PC	PT	DELTA			EXTERNA EXISTENTE	RADIO EXISTENTE
				GRAD	MIN	SEG		
PI:1	0+104.170	0+099.375	0+108.962	3°	1'	13"	0.063	181.883
PI:2	0+259.350	0+258.924	0+259.775	1°	11'	17"	0.002	41
PI:3	0+458.182	0+457.269	0+459.095	0°	29'	32"	0.002	212.546
PI:4	0+766.145	0+742.282	0+790.008	0°	27'	5"	0.047	6056.365
PI:5	1+375.930	1+375.599	1+376.261	0°	55'	29"	0.001	41
PI:6	2+647.800	2+647.775	2+647.825	0°	4'	11"	0	41
PI:7	3+631.417	3+631.129	3+631.706	0°	48'	23"	0.001	41
PI:8	4+086.166	4+085.727	4+086.604	1°	13'	33"	0.002	41
PI:9	4+170.524	4+169.101	4+171.945	3°	58'	29"	0.025	41
PI:10	4+187.916	4+185.437	4+190.389	6°	55'	9"	0.075	41
PI:11	4+217.728	4+213.325	4+222.097	12°	15'	32"	0.236	41
PI:12	4+316.810	4+316.176	4+317.444	1°	46'	18"	0.005	41
PI:13	4+561.419	4+559.456	4+563.379	5°	28'	58"	0.047	41

PI:14	4+609.190	4+602.955	4+615.330	17°	17'	38"	0.471	41
PI:15	4+645.898	4+638.649	4+652.998	20°	3'	6"	0.636	41
PI:16	4+678.731	4+671.941	4+685.399	18°	48'	28"	0.559	41
PI:17	4+768.713	4+764.913	4+772.490	10°	35'	21"	0.176	41
PI:18	4+820.578	4+816.410	4+824.718	11°	36'	35"	0.211	41
PI:19	4+871.011	4+861.745	4+879.970	25°	28'	7"	1.034	41
PI:20	4+909.428	4+906.274	4+912.568	8°	47'	45"	0.121	41
PI:21	4+974.288	4+970.178	4+978.371	11°	27'	1"	0.206	41
PI:22	5+088.945	5+088.020	5+089.869	2°	34'	58"	0.01	41
PI:23	5+231.912	5+227.971	5+235.828	10°	58'	49"	0.189	41
PI:24	5+349.839	5+349.449	5+350.228	1°	5'	22"	0.002	41
PI:25	5+500.032	5+499.844	5+500.221	0°	31'	36"	0	41
PI:26	5+913.838	5+913.409	5+914.267	1°	11'	54"	0.002	41
PI:27	6+156.636	6+154.950	6+158.320	4°	42'	36"	0.035	41
PI:28	6+206.524	6+203.803	6+209.237	7°	35'	40"	0.09	41
PI:29	6+352.592	6+352.517	6+352.668	0°	12'	36"	0	41
PI:30	6+485.376	6+480.161	6+490.536	14°	29'	55"	0.33	41
PI:31	6+669.508	6+668.596	6+670.419	2°	32'	55"	0.01	41
PI:32	6+885.564	6+884.488	6+886.639	3°	0'	18"	0.014	41
PI:33	7+033.911	7+032.610	7+035.211	3°	38'	8"	0.021	41
PI:34	7+179.736	7+179.464	7+180.008	0°	45'	38"	0.001	41
PI:35	7+374.852	7+370.902	7+378.777	11°	0'	19"	0.19	41
PI:36	7+519.465	7+518.629	7+520.300	2°	20'	10"	0.009	41
PI:37	7+656.726	7+654.549	7+658.898	6°	4'	40"	0.058	41
PI:38	7+829.410	7+826.536	7+832.275	8°	1'	15"	0.101	41
PI:39	7+927.605	7+925.150	7+930.055	6°	51'	14"	0.073	41
PI:40	8+007.290	8+003.715	8+010.848	9°	58'	9"	0.156	41
PI:41	8+058.685	8+057.737	8+059.632	2°	38'	50"	0.011	41
PI:42	8+258.270	8+258.028	8+258.512	0°	40'	33"	0.001	41
PI:43	8+513.310	8+512.055	8+514.565	3°	30'	28"	0.019	41
PI:44	8+557.951	8+553.064	8+562.792	13°	35'	43"	0.29	41
PI:45	8+579.337	8+573.499	8+584.541	45°	59'	2"	1.187	13.758
PI:46	8+593.407	8+589.179	8+597.411	32°	12'	46"	0.598	14.641
PI:47	8+621.971	8+611.425	8+632.069	28°	51'	1"	1.335	41
PI:48	8+669.895	8+668.091	8+671.696	5°	2'	18"	0.04	41
PI:49	8+695.747	8+686.877	8+704.347	24°	24'	48"	0.948	41
PI:50	8+713.945	8+710.106	8+717.558	33°	58'	2"	0.573	12.57
PI:51	8+728.894	8+724.360	8+732.791	52°	16'	44"	1.053	9.24
PI:52	8+742.583	8+738.666	8+746.156	41°	24'	7"	0.715	10.365
PI:53	8+780.142	8+778.511	8+781.771	4°	33'	23"	0.032	41
PI:54	8+826.568	8+816.320	8+836.404	28°	4'	1"	1.261	41
PI:55	8+851.985	8+841.792	8+861.772	27°	55'	16"	1.248	41
PI:56	8+880.876	8+880.345	8+881.407	1°	29'	7"	0.003	41
PI:57	8+918.177	8+910.749	8+925.445	20°	32'	13"	0.667	41
PI:58	9+012.916	9+008.699	9+017.103	11°	44'	36"	0.216	41
PI:59	9+048.611	9+042.282	9+054.841	17°	33'	4"	0.486	41

PI:60	9+079.980	9+062.641	9+095.449	45°	50'	53"	3.516	41
PI:61	9+116.321	9+112.343	9+120.274	11°	5'	0"	0.193	41
PI:62	9+215.923	9+215.644	9+216.203	0°	46'	48"	0.001	41
PI:63	9+254.310	9+250.987	9+257.618	9°	15'	58"	0.134	41
PI:64	9+294.380	9+286.754	9+300.098	69°	19'	29"	2.38	11.029
PI:65	9+312.989	9+305.553	9+319.062	59°	33'	31"	1.977	12.996
PI:66	9+331.421	9+320.116	9+342.178	30°	49'	52"	1.53	41
PI:67	9+375.599	9+372.003	9+379.176	10°	1'	24"	0.157	41

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Estudio de los peraltes máximos y mínimos

Peraltes medidos en las curvas horizontales

La medición de los peraltes en las curvas horizontales existentes en la carretera Iscocongá

– Jesús, se determinó con un eclímetro; el cual se colocó en el eje de la vía para obtener

un valor más representativo en cada curva, los resultados se muestran en la Tabla 20.

TABLA N° 20: Peraltes existentes en la carretera Iscocongá – Jesús

CURVA	PI	PC	PT	PERALTE EXISTENTE (%)
PI:1	0+104.170	0+099.375	0+108.962	4.41
PI:2	0+259.350	0+258.924	0+259.775	1.55
PI:3	0+458.182	0+457.269	0+459.095	0
PI:4	0+766.145	0+742.282	0+790.008	0.01
PI:5	1+375.930	1+375.599	1+376.261	1.5
PI:6	2+647.800	2+647.775	2+647.825	0
PI:7	3+631.417	3+631.129	3+631.706	0
PI:8	4+086.166	4+085.727	4+086.604	0.01
PI:9	4+170.524	4+169.101	4+171.945	0
PI:10	4+187.916	4+185.437	4+190.389	0
PI:11	4+217.728	4+213.325	4+222.097	0
PI:12	4+316.810	4+316.176	4+317.444	0
PI:13	4+561.419	4+559.456	4+563.379	0
PI:14	4+609.190	4+602.955	4+615.330	0
PI:15	4+645.898	4+638.649	4+652.998	0.01
PI:16	4+678.731	4+671.941	4+685.399	0
PI:17	4+768.713	4+764.913	4+772.490	0
PI:18	4+820.578	4+816.410	4+824.718	0
PI:19	4+871.011	4+861.745	4+879.970	0
PI:20	4+909.428	4+906.274	4+912.568	1.39
PI:21	4+974.288	4+970.178	4+978.371	0
PI:22	5+088.945	5+088.020	5+089.869	0

PI:23	5+231.912	5+227.971	5+235.828	0
PI:24	5+349.839	5+349.449	5+350.228	0
PI:25	5+500.032	5+499.844	5+500.221	0
PI:26	5+913.838	5+913.409	5+914.267	0
PI:27	6+156.636	6+154.950	6+158.320	0
PI:28	6+206.524	6+203.803	6+209.237	0
PI:29	6+352.592	6+352.517	6+352.668	0.01
PI:30	6+485.376	6+480.161	6+490.536	0
PI:31	6+669.508	6+668.596	6+670.419	0
PI:32	6+885.564	6+884.488	6+886.639	0
PI:33	7+033.911	7+032.610	7+035.211	0
PI:34	7+179.736	7+179.464	7+180.008	0.01
PI:35	7+374.852	7+370.902	7+378.777	0
PI:36	7+519.465	7+518.629	7+520.300	0
PI:37	7+656.726	7+654.549	7+658.898	0
PI:38	7+829.410	7+826.536	7+832.275	0
PI:39	7+927.605	7+925.150	7+930.055	0
PI:40	8+007.290	8+003.715	8+010.848	0.01
PI:41	8+058.685	8+057.737	8+059.632	0
PI:42	8+258.270	8+258.028	8+258.512	0
PI:43	8+513.310	8+512.055	8+514.565	0.01
PI:44	8+557.951	8+553.064	8+562.792	0.01
PI:45	8+579.337	8+573.499	8+584.541	0
PI:46	8+593.407	8+589.179	8+597.411	0.01
PI:47	8+621.971	8+611.425	8+632.069	0
PI:48	8+669.895	8+668.091	8+671.696	0
PI:49	8+695.747	8+686.877	8+704.347	0
PI:50	8+713.945	8+710.106	8+717.558	0.01
PI:51	8+728.894	8+724.360	8+732.791	0.01
PI:52	8+742.583	8+738.666	8+746.156	0
PI:53	8+780.142	8+778.511	8+781.771	0.01
PI:54	8+826.568	8+816.320	8+836.404	0.01
PI:55	8+851.985	8+841.792	8+861.772	0
PI:56	8+880.876	8+880.345	8+881.407	0
PI:57	8+918.177	8+910.749	8+925.445	0
PI:58	9+012.916	9+008.699	9+017.103	0.01
PI:59	9+048.611	9+042.282	9+054.841	0.02
PI:60	9+079.980	9+062.641	9+095.449	0.02
PI:61	9+116.321	9+112.343	9+120.274	0
PI:62	9+215.923	9+215.644	9+216.203	0
PI:63	9+254.310	9+250.987	9+257.618	0.01
PI:64	9+294.380	9+286.754	9+300.098	0.03
PI:65	9+312.989	9+305.553	9+319.062	0.04
PI:66	9+331.421	9+320.116	9+342.178	0
PI:67	9+375.599	9+372.003	9+379.176	0

Fuente: Elaboración propia, 2022

Determinación del peralte máximo y peralte mínimo

El peralte máximo para la zona rural es de 8%; obtenida de la Tabla N° 8.

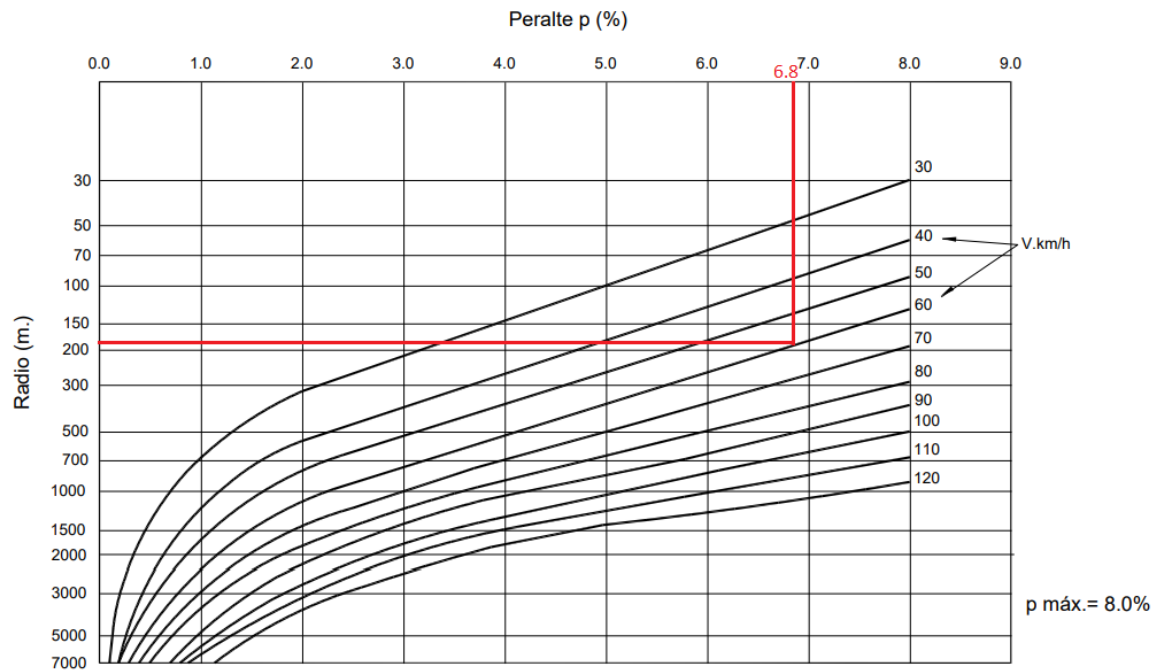
El peralte mínimo se determinó utilizando la Fig. N° 02 para la zona rural. A continuación, se muestra el ejemplo de cálculo de una curva para la zona rural y este mismo procedimiento se realizó para las demás curvas

Curva P1 (zona rural).

Velocidad de diseño : 60 km/h

Radio calculado : 181.883 m.

Fig. N° 2: Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 o 3)



Fuente: DG - 2018, MTC

El peralte mínimo para la curva P1 será de 6.8 %.

Los peraltes obtenidos para las demás curvas se muestran en la Tabla N° 21.

TABLA N° 21 Peralte Mínimo

Curva	PI	PC	PT	Radio Existente	Peralte Mínimo (%)
PI:1	0+104.170	0+099.375	0+108.962	181.883	6.8
PI:2	0+259.350	0+258.924	0+259.775	41	8
PI:3	0+458.182	0+457.269	0+459.095	212.546	6.5
PI:4	0+766.145	0+742.282	0+790.008	6056.365	0.04

PI:5	1+375.930	1+375.599	1+376.261	41	8
PI:6	2+647.800	2+647.775	2+647.825	41	8
PI:7	3+631.417	3+631.129	3+631.706	41	8
PI:8	4+086.166	4+085.727	4+086.604	41	8
PI:9	4+170.524	4+169.101	4+171.945	41	8
PI:10	4+187.916	4+185.437	4+190.389	41	8
PI:11	4+217.728	4+213.325	4+222.097	41	8
PI:12	4+316.810	4+316.176	4+317.444	41	8
PI:13	4+561.419	4+559.456	4+563.379	41	8
PI:14	4+609.190	4+602.955	4+615.330	41	8
PI:15	4+645.898	4+638.649	4+652.998	41	8
PI:16	4+678.731	4+671.941	4+685.399	41	8
PI:17	4+768.713	4+764.913	4+772.490	41	8
PI:18	4+820.578	4+816.410	4+824.718	41	8
PI:19	4+871.011	4+861.745	4+879.970	41	8
PI:20	4+909.428	4+906.274	4+912.568	41	8
PI:21	4+974.288	4+970.178	4+978.371	41	8
PI:22	5+088.945	5+088.020	5+089.869	41	8
PI:23	5+231.912	5+227.971	5+235.828	41	8
PI:24	5+349.839	5+349.449	5+350.228	41	8
PI:25	5+500.032	5+499.844	5+500.221	41	8
PI:26	5+913.838	5+913.409	5+914.267	41	8
PI:27	6+156.636	6+154.950	6+158.320	41	8
PI:28	6+206.524	6+203.803	6+209.237	41	8
PI:29	6+352.592	6+352.517	6+352.668	41	8
PI:30	6+485.376	6+480.161	6+490.536	41	8
PI:31	6+669.508	6+668.596	6+670.419	41	8
PI:32	6+885.564	6+884.488	6+886.639	41	8
PI:33	7+033.911	7+032.610	7+035.211	41	8
PI:34	7+179.736	7+179.464	7+180.008	41	8
PI:35	7+374.852	7+370.902	7+378.777	41	8
PI:36	7+519.465	7+518.629	7+520.300	41	8
PI:37	7+656.726	7+654.549	7+658.898	41	8
PI:38	7+829.410	7+826.536	7+832.275	41	8
PI:39	7+927.605	7+925.150	7+930.055	41	8
PI:40	8+007.290	8+003.715	8+010.848	41	8
PI:41	8+058.685	8+057.737	8+059.632	41	8
PI:42	8+258.270	8+258.028	8+258.512	41	8
PI:43	8+513.310	8+512.055	8+514.565	41	8
PI:44	8+557.951	8+553.064	8+562.792	41	8
PI:45	8+579.337	8+573.499	8+584.541	13.758	8
PI:46	8+593.407	8+589.179	8+597.411	14.641	8
PI:47	8+621.971	8+611.425	8+632.069	41	8
PI:48	8+669.895	8+668.091	8+671.696	41	8
PI:49	8+695.747	8+686.877	8+704.347	41	8
PI:50	8+713.945	8+710.106	8+717.558	12.57	8

PI:51	8+728.894	8+724.360	8+732.791	9.24	8
PI:52	8+742.583	8+738.666	8+746.156	10.365	8
PI:53	8+780.142	8+778.511	8+781.771	41	8
PI:54	8+826.568	8+816.320	8+836.404	41	8
PI:55	8+851.985	8+841.792	8+861.772	41	8
PI:56	8+880.876	8+880.345	8+881.407	41	8
PI:57	8+918.177	8+910.749	8+925.445	41	8
PI:58	9+012.916	9+008.699	9+017.103	41	8
PI:59	9+048.611	9+042.282	9+054.841	41	8
PI:60	9+079.980	9+062.641	9+095.449	41	8
PI:61	9+116.321	9+112.343	9+120.274	41	8
PI:62	9+215.923	9+215.644	9+216.203	41	8
PI:63	9+254.310	9+250.987	9+257.618	41	8
PI:64	9+294.380	9+286.754	9+300.098	11.029	8
PI:65	9+312.989	9+305.553	9+319.062	12.996	8
PI:66	9+331.421	9+320.116	9+342.178	41	8
PI:67	9+375.599	9+372.003	9+379.176	41	8

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Estudio de los sobreanchos

Medición de los sobreanchos existentes

Para determinar el sobreancho de cada curva circular se procedió a medir con wincha en cada curva. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 22.

TABLA N° 22: Sobreanchos existentes en cada curva evaluada.

CURVA	PI	PC	PT	SOBREANCHO EXISTENTE (m)
PI:1	0+104.170	0+099.375	0+108.962	0.52
PI:2	0+259.350	0+258.924	0+259.775	1.78
PI:3	0+458.182	0+457.269	0+459.095	0.46
PI:4	0+766.145	0+742.282	0+790.008	0.05
PI:5	1+375.930	1+375.599	1+376.261	1.78
PI:6	2+647.800	2+647.775	2+647.825	1.78
PI:7	3+631.417	3+631.129	3+631.706	1.78
PI:8	4+086.166	4+085.727	4+086.604	1.78
PI:9	4+170.524	4+169.101	4+171.945	1.78
PI:10	4+187.916	4+185.437	4+190.389	1.78
PI:11	4+217.728	4+213.325	4+222.097	1.78
PI:12	4+316.810	4+316.176	4+317.444	1.78
PI:13	4+561.419	4+559.456	4+563.379	1.78
PI:14	4+609.190	4+602.955	4+615.330	1.78

Pl:15	4+645.898	4+638.649	4+652.998	1.78
Pl:16	4+678.731	4+671.941	4+685.399	1.78
Pl:17	4+768.713	4+764.913	4+772.490	1.78
Pl:18	4+820.578	4+816.410	4+824.718	1.78
Pl:19	4+871.011	4+861.745	4+879.970	1.78
Pl:20	4+909.428	4+906.274	4+912.568	1.78
Pl:21	4+974.288	4+970.178	4+978.371	1.78
Pl:22	5+088.945	5+088.020	5+089.869	1.78
Pl:23	5+231.912	5+227.971	5+235.828	1.78
Pl:24	5+349.839	5+349.449	5+350.228	1.78
Pl:25	5+500.032	5+499.844	5+500.221	1.78
Pl:26	5+913.838	5+913.409	5+914.267	1.78
Pl:27	6+156.636	6+154.950	6+158.320	1.78
Pl:28	6+206.524	6+203.803	6+209.237	1.78
Pl:29	6+352.592	6+352.517	6+352.668	1.78
Pl:30	6+485.376	6+480.161	6+490.536	1.78
Pl:31	6+669.508	6+668.596	6+670.419	1.78
Pl:32	6+885.564	6+884.488	6+886.639	1.78
Pl:33	7+033.911	7+032.610	7+035.211	1.78
Pl:34	7+179.736	7+179.464	7+180.008	1.78
Pl:35	7+374.852	7+370.902	7+378.777	1.78
Pl:36	7+519.465	7+518.629	7+520.300	1.78
Pl:37	7+656.726	7+654.549	7+658.898	1.78
Pl:38	7+829.410	7+826.536	7+832.275	1.78
Pl:39	7+927.605	7+925.150	7+930.055	1.78
Pl:40	8+007.290	8+003.715	8+010.848	1.78
Pl:41	8+058.685	8+057.737	8+059.632	1.78
Pl:42	8+258.270	8+258.028	8+258.512	1.78
Pl:43	8+513.310	8+512.055	8+514.565	1.78
Pl:44	8+557.951	8+553.064	8+562.792	1.78
Pl:45	8+579.337	8+573.499	8+584.541	5
Pl:46	8+593.407	8+589.179	8+597.411	4.68
Pl:47	8+621.971	8+611.425	8+632.069	1.78
Pl:48	8+669.895	8+668.091	8+671.696	1.78
Pl:49	8+695.747	8+686.877	8+704.347	1.78
Pl:50	8+713.945	8+710.106	8+717.558	5.52
Pl:51	8+728.894	8+724.360	8+732.791	8.13
Pl:52	8+742.583	8+738.666	8+746.156	6.94
Pl:53	8+780.142	8+778.511	8+781.771	1.78
Pl:54	8+826.568	8+816.320	8+836.404	1.78
Pl:55	8+851.985	8+841.792	8+861.772	1.78
Pl:56	8+880.876	8+880.345	8+881.407	1.78
Pl:57	8+918.177	8+910.749	8+925.445	1.78
Pl:58	9+012.916	9+008.699	9+017.103	1.78
Pl:59	9+048.611	9+042.282	9+054.841	1.78
Pl:60	9+079.980	9+062.641	9+095.449	1.78

Pl:61	9+116.321	9+112.343	9+120.274	1.78
Pl:62	9+215.923	9+215.644	9+216.203	1.78
Pl:63	9+254.310	9+250.987	9+257.618	1.78
Pl:64	9+294.380	9+286.754	9+300.098	6.42
Pl:65	9+312.989	9+305.553	9+319.062	5.32
Pl:66	9+331.421	9+320.116	9+342.178	1.78
Pl:67	9+375.599	9+372.003	9+379.176	1.78

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Cálculo de la distancia L

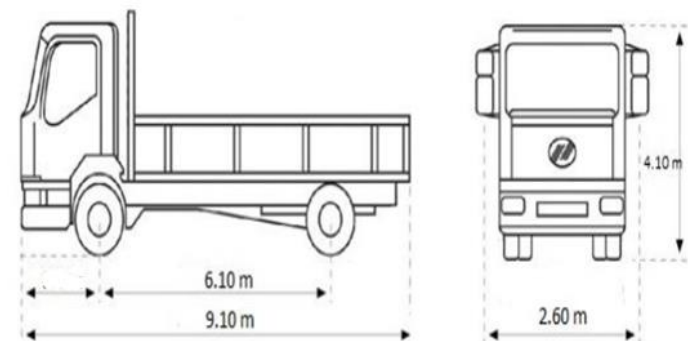
Conociendo que el vehículo de diseño para la investigación es un C2, se calculó la distancia L. Esta distancia es la longitud entre el eje posterior y la parte delantera del vehículo C2.

Se consideró un camión simple de dos ejes C2, Freightliner M2 25K; sus dimensiones se muestran en Fig. N° 13.

$$L = 1.20 \text{ m.} + 6.10 \text{ m.}$$

$$L = 7.30 \text{ m.}$$

Fig. N°13: Dimensiones camión C2.



Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos, MTC.

Cálculo de los sobrecargos

Los sobrecargos se calcularon según indica el Manual de Carreteras: DG - 2018. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 23.

TABLA N° 23: Sobreanchos calculados según DG – 2018.

Curva	N° de Carriles	Radio Calculado	Longitud L (m)	Velocidad de diseño (Km/h)	Sa (m)
PI:1	2	181.883	7.3	60	0.787526888
PI:2	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:3	2	212.546	7.3	60	0.704719126
PI:4	2	6056.365	7.3	60	0.087383428
PI:5	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:6	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:7	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:8	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:9	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:10	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:11	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:12	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:13	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:14	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:15	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:16	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:17	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:18	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:19	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:20	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:21	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:22	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:23	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:24	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:25	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:26	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:27	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:28	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:29	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:30	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:31	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:32	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:33	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:34	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:35	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:36	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:37	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:38	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:39	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:40	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:41	2	41	7.3	60	2.470652072

PI:42	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:43	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:44	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:45	2	13.758	7.3	60	6.59541367
PI:46	2	14.641	7.3	60	6.186829201
PI:47	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:48	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:49	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:50	2	12.57	7.3	60	7.265525972
PI:51	2	9.24	7.3	60	10.84394353
PI:52	2	10.365	7.3	60	9.155918002
PI:53	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:54	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:55	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:56	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:57	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:58	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:59	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:60	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:61	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:62	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:63	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:64	2	11.029	7.3	60	8.457048298
PI:65	2	12.996	7.3	60	7.006318794
PI:66	2	41	7.3	60	2.470652072
PI:67	2	41	7.3	60	2.470652072

Fuente: Elaboración propia, 2022.

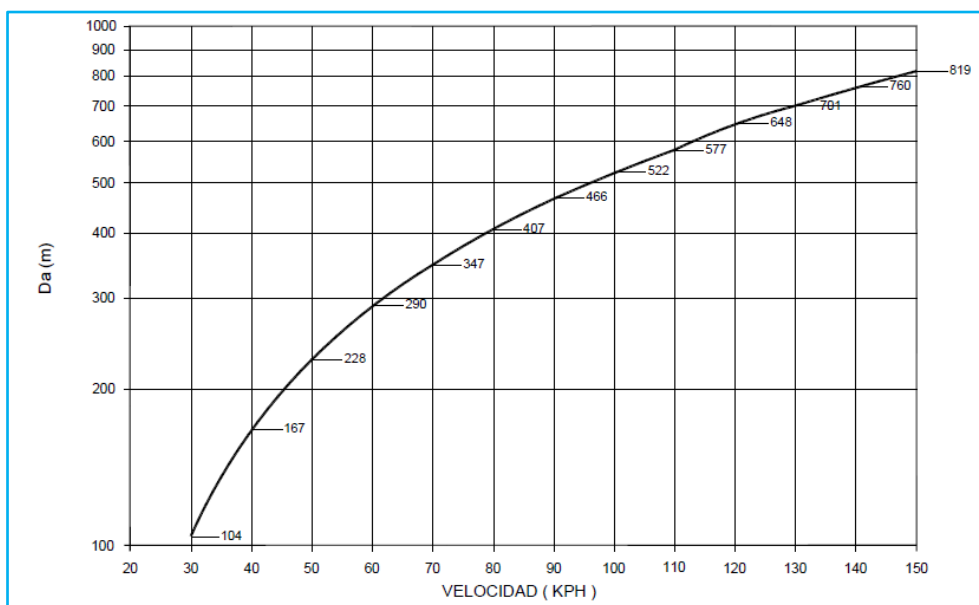
El Manual de Carreteras, DG – 2018; recomienda que para justificar la adopción de un sobreaño su valor debe ser mayor a 0.40 m., caso contrario debe obviarse. Por lo tanto, la curva PI 5 no se tomará en cuenta.

Cálculo de distancia de visibilidad de adelantamiento

La distancia de adelantamiento o de paso se calculó para la zona rural (60 Km/h).

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de la zona rural se ha utilizado la Fig. N° 1.

Fig. N° 1. Distancia de visibilidad de paso (Da)



V (kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700

Fuente: DG - 2018, MTC

Da (zona rural) = 290.00 m.

Estudio de la pendiente mínima y máxima

Pendiente mínima

Según el Manual de Carreteras, DG-2018; la pendiente mínima debe ser de 0.5%.

Pendiente máxima

Para determinar la pendiente máxima se utilizó la Tabla N° 9.

TABLA N° 9: Pendientes máximas (%).

Demanda		Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera				
Vehículos/día		> 6000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 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																			10,00	10,0	
	40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00		
	50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00		
	60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00			
	70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00			
	80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00			
	90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00			
	100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00								
	110 km/h	4,00	4,00			4,00																
	120 km/h	4,00	4,00			4,00																
	130 km/h	3,50																				

Fuente: DG - 2018, MTC

La pendiente máxima permitida para el tramo de la carretera Iscocongá – Jesús es de 6%.

Estudio de la longitud de curvas verticales

Para calcular el valor de L se utilizó la siguiente ecuación:

$$L = \frac{800E}{A}$$

Los resultados obtenidos al aplicar la ecuación anterior se muestran en la Tabla N° 24.

TABLA N° 24: Longitud de curvas verticales existentes.

CURVA	PIV	Pendiente de Entrada (%)	Pendiente de Salida (%)	A (%)	Externa Existente	L (m)
C1	0+069.23	-2.2	-2.39	0.18	0.0009531	4.236
C2	0+275.39	-2.39	-1.95	0.44	0.0021478	3.905
C3	0+612.81	-1.95	-0.06	1.88	0.0399547	17.002
C4	1+336.32	-0.06	0.17	0.24	0.0006426	2.142
C5	2+065.10	0.17	0.11	0.07	0.0001425	1.629
C6	2+802.95	0.11	0.19	0.08	0.000075	0.75
C7	3+631.44	0.19	3.58	3.39	0.1292904	30.511
C8	4+170.13	3.58	-2.44	6.02	1.0416782	138.429
C9	4+549.59	-2.44	1.76	4.2	0.1986128	37.831
C10	4+782.26	1.76	2.23	0.47	0.002484	4.228
C11	5+554.25	2.23	1.58	0.65	0.012233	15.056
C12	5+805.68	1.58	-2.74	4.32	0.5370354	99.451
C13	6+168.53	-2.74	-3.71	0.97	0.0439434	36.242
C14	6+592.63	-3.71	-5.44	1.73	0.0859659	39.753
C15	6+923.89	-5.44	-2.37	3.07	0.1058574	27.585
C16	7+326.24	-2.37	-2.95	0.58	0.00962	13.269
C17	7+774.03	-2.95	-0.27	2.68	0.0809092	24.152
C18	8+492.50	-0.27	-5.34	5.07	0.7391997	116.639
C19	8+710.60	-5.34	1.32	6.66	0.6743916	81.008
C20	9+035.12	1.32	-3.41	4.73	0.6429193	108.739
C21	9+113.13	-3.41	0.43	3.84	0.1657632	34.534
C22	9+220.05	0.43	-1.89	2.32	0.1545961	53.309
C23	9+420.43	-1.27	-1.36	0.09	0.0020612	18.322

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Según la norma DG – 2018 no se consideran curvas verticales si la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. Al ser nuestro caso una carretera pavimentada no tomaremos en cuenta a las curvas seleccionadas en el cuadro anterior.

Estudio de la distancia de visibilidad de parada

Como ejemplo de cálculo se presenta la forma que se determinó la distancia de visibilidad de parada para la zona rural.

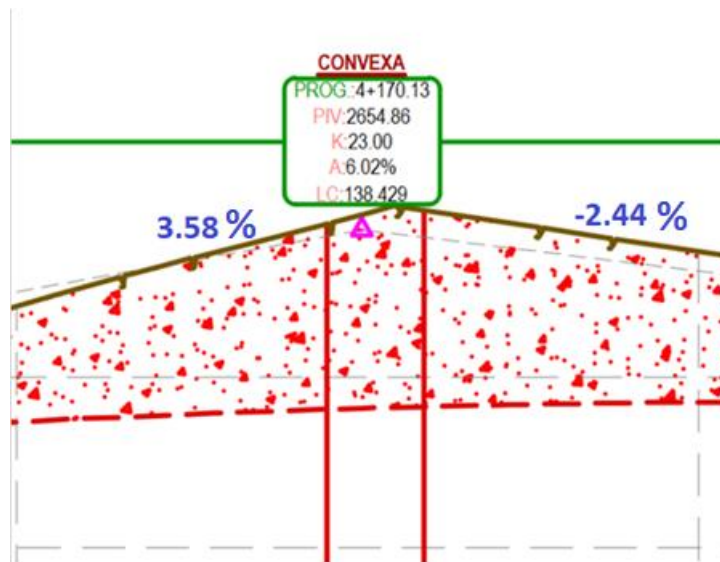
Curva. PI 8 (zona rural)

$V_{\text{diseño}} = 60 \text{ km/h}$.

Pendiente longitudinal:

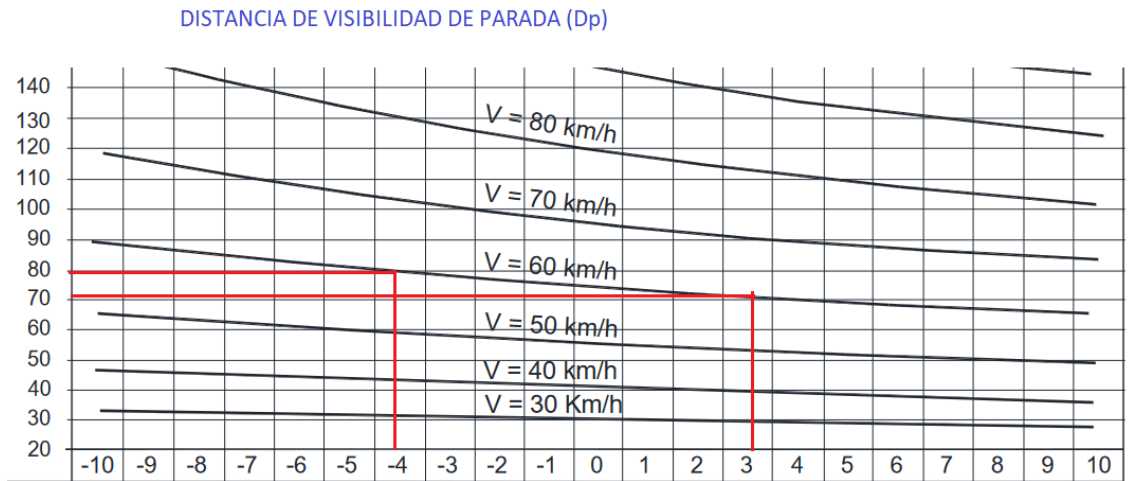
- Pendiente de entrada: 3.58
- Pendiente de salida : -2.44

Fig. N° 3: Datos curva vertical PI 8 (zona rural).



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Fig. N°15: Distancia de visibilidad de parada (pendiente de entrada).



Fuente: DG - 2018, MTC

Para $i = -3.58$ se obtiene una D_p entrada = 80.00 m.

Fig. N° 4: Distancia de visibilidad de parada (pendiente de salida).



Fuente: DG - 2018, MTC

D_p entrada = 80.00 m.
 D_p salida = 78.00 m.

De las dos distancias de visibilidad se escogió la de mayor valor por ser la más crítica; por lo tanto, la distancia de visibilidad para la curva vertical C 8 ; será: $D_{p_{cv8}} = 80.00$ m.

Los cálculos de las demás curvas verticales se muestran en la Tabla N° 25.

TABLA N° 25: Distancia de visibilidad de parada.

CURVA	PIV	Pendiente de Entrada (%)	Dp Entrada (m)	Pendiente de Salida (%)	Dp Salida (m)	Dp Elegido (m)
C1	0+069.23	-2.2	79	-2.39	78	79
C2	0+275.39	-2.39	79	-1.95	78	79
C3	0+612.81	-1.95	78	-0.06	77	78
C4	1+336.32	-0.06	77	0.17	77	77
C5	2+065.10	0.17	77	0.11	75	77
C6	2+802.95	0.11	75	0.19	77	77
C7	3+631.44	0.19	75	3.58	80	80
C8	4+170.13	3.58	80	-2.44	71	80
C9	4+549.59	-2.44	71	1.76	79	79
C10	4+782.26	1.76	79	2.23	71	79
C11	5+554.25	2.23	71	1.58	72	72
C12	5+805.68	1.58	78	-2.74	80	80
C13	6+168.53	-2.74	80	-3.71	80	80
C14	6+592.63	-3.71	80	-5.44	84	84
C15	6+923.89	-5.44	84	-2.37	79	84
C16	7+326.24	-2.37	79	-2.95	80	80
C17	7+774.03	-2.95	80	-0.27	75	80
C18	8+492.50	-0.27	75	-5.34	82	82
C19	8+710.60	-5.34	82	1.32	74	82
C20	9+035.12	1.32	74	-3.41	80	80
C21	9+113.13	-3.41	80	0.43	74	80
C22	9+220.05	0.43	74	-1.89	78	78
C23	9+420.43	-1.27	78	-1.36	77	78

TABLA N° 26: Distancia de visibilidad de parada, Curvas con pendientes mayor al 2%

CURVA	PIV	Pendiente de Entrada (%)	Dp Entrada (m)	Pendiente de Salida (%)	Dp Salida (m)	Dp Elegido (m)
C3	0+612.81	-1.95	79	-0.06	78	79
C7	3+631.44	0.19	75	3.58	80	80
C8	4+170.13	3.58	80	-2.44	71	80
C9	4+549.59	-2.44	71	1.76	79	79
C12	5+805.68	1.58	78	-2.74	80	80
C14	6+592.63	-3.71	80	-5.44	84	84
C15	6+923.89	-5.44	84	-2.37	79	84
C17	7+774.03	-2.95	80	-0.27	75	80
C18	8+492.50	-0.27	75	-5.34	82	82
C19	8+710.60	-5.34	82	1.32	74	82
C20	9+035.12	1.32	74	-3.41	80	80
C21	9+113.13	-3.41	80	0.43	74	80
C22	9+220.05	0.43	74	-1.89	78	78

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cálculo de la longitud mínima de curvas verticales convexas y cóncavas

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 27

Tabla N° 27: Longitud mínima de curvas verticales convexas y cóncavas.

Curva	Tipo	A	Longitud de curva (L)	Dp (m)	Con visibilidad de parada		
					Dp > L	Dp < L	Lmin
C3	CONCAVA	1.88	17.002	79	Si	.....	-53
C7	CONCAVA	3.39	30.511	80	Si	.....	42
C8	CONVEXA	6.02	138.429	80	.....	Si	58.6
C9	CONCAVA	4.2	37.831	79	Si	.....	63.6
C12	CONVEXA	4.32	99.451	80	.....	Si	42
C14	CONVEXA	1.73	39.753	84	Si	.....	-212
C15	CONCAVA	3.07	27.585	84	Si	.....	33.1
C17	CONCAVA	2.68	24.152	80	Si	.....	10.7
C18	CONVEXA	5.07	116.639	82	.....	Si	51.8
C19	CONCAVA	6.66	81.008	82	Si	.....	103
C20	CONVEXA	4.73	108.739	80	.....	Si	20.9
C21	CONCAVA	3.84	34.534	80	Si	.....	55.8
C22	CONVEXA	2.32	53.309	78	Si	.....	-128

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Observación: En el caso de los valores negativos ya no es necesario verificar distancias de visibilidad de parada.

Estudio del ancho mínimo de calzada y berma

Para determinar el ancho de calzada y ancho de berma de la carretera se realizó a través de la Tabla N° 28 y Tabla N° 29 respectivamente.

TABLA N° 28: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación		Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día		> 6.000				6.000 - 4001				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	30 km/h																			6,00	6,00
	40 km/h																6,60	6,60	6,60	6,00	
	50 km/h											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
	60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	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			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: DG - 2018, MTC

El ancho mínimo de calzada en los tramos en tangente para la carretera Iscoconga - Jesus, según la DG – 2018 es de 7.20 m.

TABLA N° 29: Ancho de bermas

Clasificación		Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
		> 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	2,30	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: DG - 2018, MTC

- El ancho mínimo de berma para la carretera Isoconga – Jesús, según la DG – 2018 es de 2.00 m.

Estudio de la señalización vial existente

Para el estudio de la señalización vial se realizó un inventario de la señalización de la vía, ya que es uno de los requisitos básicos para llevar a cabo una correcta evaluación con datos exactos y actualizados.

Progresiva	Código	Ubicación		Estado	Tipo	Observación
		Izquierda	Derecha			
Km 00+ 000						
0+000	I - 7		Inf. Inicio Carretera a Jesús	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
0+010	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
0+023	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 02+ 000						
02+725	I - 5A		Inf. Centro turístico La Colpa	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
02+725			Señal turística	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
02+823	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
02+925	P-33A		Reductor de velocidad	Malo	Preventiva	Ubicación incorrecta, un poste impide visualización
Km 03+ 000						
03+012	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
03+028	P-34		Proximidad de baden	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
03+935	P-33A	Reductor de velocidad		Malo	Preventiva	Ubicación correcta.

Km 04+ 000						
04+017	P-5-1		Proximidad de camino sinuoso	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+021	P - 40		Puente angosto	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+026	P - 40	Puente angosto		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+028	R-40		Baje las luces a cruzar vehículos	Bueno	Reglamentaria	Ubicación correcta.
04+056	P-2B		Curva a la izquierda	Bueno	Preventiva	Árboles impiden visualización.
04+072	P-2A	Curva a la derecha		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+077	P-2A		Curva a la derecha	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 05+ 000						
05+380	P - 49		Zona Escolar	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
05+580	I - 5A		Inf. Centro Poblado La Huaraclla	Regular	Informativa	Ubicación correcta.
05+740	P - 49	Zona Escolar		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 07+ 000						
07+000			Bienvenido a Jesús a 3KM	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
07+296	P - 49		Zona Escolar	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+325	P-33A		Reductor de velocidad	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+386	P - 49	Zona Escolar		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+710	P - 41	Puente		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.

07+859	P - 41	Puente		Malo	Preventiva	Ubicación correcta, Señal en mal estado
07+942	R - 30 - 4	Reductor de velocidad (25 KPH)		Bueno	Reglamentaria	Ubicación correcta.
Km 08+ 000						
08+079	R-30		Vel. Máxima (35Kph)	Bueno	Reglamentaria	Árboles impiden visualización.
08+388	I - 5		Inf. Jesús - Catán	Malo	Informativa	Árboles impiden visualización.
08+390	R - 2		Ceda el paso	Regular	Reglamentaria	Árboles impiden visualización.
08+539	P - 1A		Curva pronunciada derecha	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
08+718	P - 5 -2B	Curva en U a la izquierda	Reductor de velocidad	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
08+716	P - 17A		reducción de calzada ambos lados	Malo	Preventiva	Ubicación correcta.
08+809	P - 5 -2A	Curva en U a la derecha		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
08+820	P - 17A	reducción de calzada ambos lados		Malo	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 09+ 000						
09+019	P -1A		Curva pronunciada derecha	Bueno	Preventiva	Árboles impiden visualización.
09+214	P - 17A		reducción de calzada ambos lados	Bueno	Preventiva	Árboles impiden visualización.
09+398	P - 40	Puente angosto		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta
09+412	P - 17A	reducción de calzada ambos lados		Malo	Preventiva	Ubicación correcta
09+421	I - 5	Señal de dirección tránsito pesado y liviano		Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
09+439	P-33A	Inf. Llegada a Jesús		Malo	Informativa	Ubicación incorrecta, arbustos impiden visualización

TABLA N° 41: Inventario de la señalización vertical.

El inventario refleja la existencia de 41 señales verticales, de las cuales un 75.6% se califican como “Bueno”, un 4.9% “Regular” y un 19.5% en “Mal estado”. Se evaluaron las condiciones físicas de las señales, considerando la siguiente puntuación:

Análisis de los accidentes de tránsito ocurridos en los últimos cuatro años

Reporte de accidentes

TABLA N°30: Registro de accidentes de tránsito en los últimos cuatro años.

Link de accidentes carretera Cajamarca – Jesús	Mes	Año	Muertos	Heridos	Causa
https://sinrodeoscajamarca.com/un-muerto-y-dos-heridos-deja-accidente-en-la-ruta-al-distrito-de-jesus/	enero	2020	1	2	Choque
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1490366724427815/	enero	2019	0	1	Choque y fuga
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/2080303542100794	septiembre	2020	0	0	Despiste
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/2374914452639700	junio	2021	0	0	Choque
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/2123564577774690	octubre	2020	0	1	Choque
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/2093196454144836	septiembre	2020	0	1	Choque
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/2338387006292445	mayo	2021	0	0	Despiste

https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1641555152642304	julio	2019	0	1	Despiste
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1337679013029921	julio	2018	0	1	Volcadura
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1744512569013228	octubre	2019	0	0	Despiste
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1873724086092075	febrero	2020	0	1	Atropello y fuga
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1295624577235365	junio	2018	0	1	Despiste
https://www.facebook.com/watch/?v=2108912402465985	agosto	2018	0	0	Despiste
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1330614350403054	julio	2018	0	2	Choque
https://www.facebook.com/PortafolioPeriodistico/posts/1227770474020776	marzo	2018	0	1	Despiste

Fuente: Elaboración propia, 2022

Comparación de las características geométricas existentes con lo establecido en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, DG - 2018.

Parámetros evaluados en planta.

Radios de curvatura

TABLA N°31: Comparación de radios mínimos de curvatura.

Curva	Unidad	Existente	Valor mínimo	Valor mínimo redondeado	Comprobación
			según DG - 2018	según DG - 2018	
PI:1	m	181.883	123.2454639	125	CUMPLE
PI:2	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:3	m	212.546	123.2454639	125	CUMPLE
PI:4	m	6056.365	123.2454639	125	CUMPLE
PI:5	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:6	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:7	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:8	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:9	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:10	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:11	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:12	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:13	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:14	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:15	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:16	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:17	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:18	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:19	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:20	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:21	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:22	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:23	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:24	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:25	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:26	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:27	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:28	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:29	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:30	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:31	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:32	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:33	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE

PI:34	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:35	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:36	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:37	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:38	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:39	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:40	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:41	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:42	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:43	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:44	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:45	m	13.758	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:46	m	14.641	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:47	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:48	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:49	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:50	m	12.570	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:51	m	9.240	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:52	m	10.365	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:53	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:54	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:55	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:56	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:57	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:58	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:59	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:60	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:61	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:62	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:63	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:64	m	11.029	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:65	m	12.996	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:66	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
PI:67	m	41.000	123.2454639	125	NO CUMPLE
Radios en evaluación que cumplen					3
Radios en evaluación que no cumplen					64
Radios total en evaluación					67
Porcentaje que cumplen					4.48%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Peraltes máximos y mínimos.

TABLA N° 32: Comparación de peraltes máximos y mínimos.

Curva	Unidad	Existente	Manual de Carreteras DG-2018		Comprobación
			Valor mínimo (%)	Valor máximo (%)	
Pl:1	m	4.41	2	8	CUMPLE
Pl:2	m	1.55	2	8	NO CUMPLE
Pl:3	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:4	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
Pl:5	m	1.5	2	8	NO CUMPLE
Pl:6	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:7	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:8	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
Pl:9	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:10	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:11	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:12	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:13	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:14	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:15	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
Pl:16	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:17	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:18	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:19	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:20	m	1.39	2	8	NO CUMPLE
Pl:21	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:22	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:23	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:24	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:25	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:26	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:27	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:28	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:29	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
Pl:30	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:31	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:32	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:33	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:34	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
Pl:35	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:36	m	0	2	8	NO CUMPLE
Pl:37	m	0	2	8	NO CUMPLE

PI:38	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:39	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:40	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:41	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:42	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:43	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:44	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:45	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:46	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:47	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:48	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:49	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:50	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:51	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:52	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:53	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:54	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:55	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:56	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:57	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:58	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:59	m	0.02	2	8	NO CUMPLE
PI:60	m	0.02	2	8	NO CUMPLE
PI:61	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:62	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:63	m	0.01	2	8	NO CUMPLE
PI:64	m	0.03	2	8	NO CUMPLE
PI:65	m	0.04	2	8	NO CUMPLE
PI:66	m	0	2	8	NO CUMPLE
PI:67	m	0	2	8	NO CUMPLE
Peraltes en evaluación que cumplen					1
Peraltes en evaluación que no cumplen					66
Total de peraltes en evaluación					67
Porcentaje que cumplen					1.49%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Sobreanchos en curvas.

TABLA N° 33 Sobreanchos en curvas

Curva	Unidad	Existente	Valor Calculado según DG - 2018	Comprobación
PI:1	m	0.52	0.78752689	NO CUMPLE
PI:2	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:3	m	0.46	0.70471913	NO CUMPLE
PI:4	m	0.05	0.08738343	NO CUMPLE
PI:5	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:6	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:7	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:8	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:9	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:10	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:11	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:12	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:13	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:14	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:15	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:16	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:17	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:18	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:19	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:20	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:21	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:22	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:23	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:24	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:25	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:26	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:27	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:28	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:29	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:30	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:31	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:32	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:33	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:34	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:35	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
PI:36	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE

Pl:37	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:38	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:39	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:40	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:41	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:42	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:43	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:44	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:45	m	5	6.59541367	NO CUMPLE
Pl:46	m	4.68	6.1868292	NO CUMPLE
Pl:47	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:48	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:49	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:50	m	5.52	7.26552597	NO CUMPLE
Pl:51	m	8.13	10.8439435	NO CUMPLE
Pl:52	m	6.94	9.155918	NO CUMPLE
Pl:53	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:54	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:55	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:56	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:57	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:58	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:59	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:60	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:61	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:62	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:63	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:64	m	6.42	8.4570483	NO CUMPLE
Pl:65	m	5.32	7.00631879	NO CUMPLE
Pl:66	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Pl:67	m	1.78	2.47065207	NO CUMPLE
Sobranchos en evaluación que cumplen				0
Sobranchos en evaluación que no cumplen				67
Sobranchos total en evaluación				67
Porcentaje que cumplen				0.00%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Distancia de visibilidad de adelantamiento

TABLA N° 34: Distancia de visibilidad de adelantamiento

Tangente	Unidad	Existente	Valor mínimo según DG - 2018	Comprobación
Tan 01	m	2.1456	290	NO CUMPLE
Tan 02	m	2.1466	290	NO CUMPLE
Tan 03	m	0.8147	290	NO CUMPLE
Tan 04	m	70.3186	290	NO CUMPLE
Tan 05	m	60.7246	290	NO CUMPLE
Tan 06	m	7.5683	290	NO CUMPLE
Tan 07	m	7.5795	290	NO CUMPLE
Tan 08	m	49.8984	290	NO CUMPLE
Tan 09	m	50.1946	290	NO CUMPLE
Tan 10	m	18.3219	290	NO CUMPLE
Tan 11	m	18.5489	290	NO CUMPLE
Tan 12	m	20.1864	290	NO CUMPLE
Tan 13	m	20.5794	290	NO CUMPLE
Tan 14	m	6.575	290	NO CUMPLE
Tan 15	m	6.7315	290	NO CUMPLE
Tan 16	m	58.3041	290	NO CUMPLE
Tan 17	m	60.3584	290	NO CUMPLE
Tan 18	m	54.3778	290	NO CUMPLE
Tan 19	m	55.1855	290	NO CUMPLE
Tan 20	m	27.5895	290	NO CUMPLE
Tan 21	m	25.9917	290	NO CUMPLE
Tan 22	m	9.1649	290	NO CUMPLE
Tan 23	m	9.2084	290	NO CUMPLE
Distancias de visibilidad de adelantamiento que cumplen				0
Distancias de visibilidad de adelantamiento que no cumplen				10
Total de distancias de visibilidad en evaluación				10
Porcentaje que cumplen				0.00%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Parámetros evaluados en perfil

Longitud de curvas verticales

TABLA N° 35: Comparación de longitud de curvas verticales convexas.

Curva	Unidad	Existente	Valor mínimo según DG-2018	Comprobación
C8	m	138.429	58.6	CUMPLE
C12	m	99.451	42.0	CUMPLE
C14	m	39.753	212.3	NO CUMPLE
C18	m	116.639	51.8	CUMPLE
C20	m	108.739	20.9	CUMPLE
C22	m	53.309	127.6	NO CUMPLE
Curvas longitudinales convexas en evaluación que cumplen				4
Curvas longitudinal convexas en evaluación que no cumplen				2
Curvas longitudinal convexas total en evaluación				6
Porcentaje que cumplen				33.33%

Fuente: Elaboración propia, 2022

TABLA N°36 : Comparación de longitud de curvas verticales cóncavas.

Curva	Unidad	Existente	Valor mínimo según DG-2018	Comprobación
C3	m	17.002	52.9	NO CUMPLE
C7	m	30.511	42.0	NO CUMPLE
C9	m	37.831	63.6	NO CUMPLE
C15	m	27.585	33.1	NO CUMPLE
C17	m	24.152	10.7	CUMPLE
C19	m	81.008	102.9	NO CUMPLE
C21	m	34.534	55.8	NO CUMPLE
Curvas long. cóncavas en evaluación que cumplen				1
Curvas longi. cóncavas en evaluación que no cumplen				6
Total de curvas longitudinales cóncavas en evaluación				7
Porcentaje que cumplen				14.29%

Fuente: Elaboración propia, 2022

Pendiente mínima y máxima

TABLA N° 37: Comparación de las pendientes mínimas y máximas.

Tramo	Unidad	Existente	Según DG-2018		Comprobación
			Valor mínimo	Valor máximo	
L1	%	2.2	0.5	6	CUMPLE
L2	%	2.39	0.5	6	CUMPLE
L3	%	1.95	0.5	6	CUMPLE
L4	%	0.06	0.5	6	NO CUMPLE
L5	%	0.17	0.5	6	NO CUMPLE
L6	%	0.11	0.5	6	NO CUMPLE
L7	%	0.19	0.5	6	NO CUMPLE
L8	%	3.58	0.5	6	CUMPLE
L9	%	2.44	0.5	6	CUMPLE
L10	%	1.76	0.5	6	CUMPLE
L11	%	2.23	0.5	6	CUMPLE
L12	%	1.58	0.5	6	CUMPLE
L13	%	2.74	0.5	6	CUMPLE
L14	%	3.71	0.5	6	CUMPLE
L15	%	5.44	0.5	6	CUMPLE
L16	%	2.37	0.5	6	CUMPLE
L17	%	2.95	0.5	6	CUMPLE
L18	%	0.27	0.5	6	NO CUMPLE
L19	%	5.34	0.5	6	CUMPLE
L20	%	1.32	0.5	6	CUMPLE
L21	%	3.41	0.5	6	CUMPLE
L22	%	0.43	0.5	6	NO CUMPLE
L23	%	1.27	0.5	6	CUMPLE
Pendientes mínimas y máximas en evaluación que cumplen					17
Pendientes mínimas y máximas en evaluación que no cumplen					6
Pendientes mínimas y máximas total en evaluación					23
Porcentaje que cumplen					73.91%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Distancia de visibilidad de parada

Tabla N°38: Distancia de visibilidad de parada de cada curva vertical.

Curva	PIV	Dp Elegido (m)
C1	0+069.23	79
C2	0+275.39	79
C3	0+612.81	78
C4	1+336.32	77
C5	2+065.10	77
C6	2+802.95	77
C7	3+631.44	80
C8	4+170.13	80
C9	4+549.59	79
C10	4+782.26	79
C11	5+554.25	72
C12	5+805.68	80
C13	6+168.53	80
C14	6+592.63	84
C15	6+923.89	84
C16	7+326.24	80
C17	7+774.03	80
C18	8+492.50	82
C19	8+710.60	82
C20	9+035.12	80
C21	9+113.13	80
C22	9+220.05	78
C23	9+420.43	78

Fuente: Elaboración propia, 2022

Ancho mínimo de calzada y bermas

TABLA N° 39: Comparación de ancho de calzada y ancho de berma.

Tramo	Ancho de calzada (m)	Según DG-2018	Comprobación	Ancho de berma (m)	Según DG-2018	Comprobación
00+000 Hasta 01+000	6.9	7.2	NO CUMPLE	0.5	2	NO CUMPLE
01+000 Hasta 02+000	6.9	7.2	NO CUMPLE	0.75	2	NO CUMPLE
02+000 Hasta 03+000	6.8	7.2	NO CUMPLE	0.65	2	NO CUMPLE
03+000 Hasta 04+000	6.4	7.2	NO CUMPLE	0.3	2	NO CUMPLE
04+000 Hasta 05+000	6.8	7.2	NO CUMPLE	0.2	2	NO CUMPLE
05+000 Hasta 06+000	7.2	7.2	CUMPLE	0.5	2	NO CUMPLE
06+000 Hasta 07+000	7.2	7.2	CUMPLE	0.5	2	NO CUMPLE
07+000 Hasta 08+000	6.7	7.2	NO CUMPLE	0.6	2	NO CUMPLE
08+000 Hasta 09+000	6.9	7.2	NO CUMPLE	0.4	2	NO CUMPLE
09+000 Hasta 09+439	6.8	7.2	NO CUMPLE	0.1	2	NO CUMPLE
Longitud en evaluación que cumple (Km)			2			0
Longitud en evaluación que no cumplen (km)			8.4			8
Longitud total en evaluación(Km)			9.4			10
Porcentaje carretera que cumple			21.28%			0.00%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

TABLA N°40: Resumen de la comparación de parámetros.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EVALUADOS DE LA CARRETERA ISCOCONGA - JESUS		EVALUACIÓN	
		CUMPLE	NO CUMPLE
Planta	Distancias de visibilidad de adelantamiento	0.00%	100.00%
	Radios	4.48%	95.52%
	Peraltes en curvas horizontales	1.49%	98.51%
	Sobreechancho en curvas necesarias	0.00%	100.00%
Secciones transversales	Ancho mínimo de calzada	21.28%	78.72%
	Ancho mínimo de berma	0.00%	100.00%
Perfil	Pendientes mínimas y máximas	73.91%	26.09%
	Curvas longitudinales convexas	33.33%	66.67%
	Curvas longitudinales cóncavas	14.29%	85.71%

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Evaluación de la señalización vial

Evaluación de la señalización vertical

Progresiva	Código	Ubicación		Estado	Tipo	Observación
		Izquierda	Derecha			
Km 00+ 000						
0+000	I - 7		Inf. Inicio Carretera a Jesús	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
0+010	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
0+023	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 02+ 000						
02+725	I - 5A		Inf. Centro turístico La Colpa	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
02+725			Señal turística	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
02+823	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
02+925	P-33A		Reductor de velocidad	Malo	Preventiva	Ubicación incorrecta, un poste impide visualización
Km 03+ 000						
03+012	P-33A	Reductor de velocidad		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
03+028	P-34		Proximidad de baden	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
03+935	P-33A	Reductor de velocidad		Malo	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 04+ 000						
04+017	P-5-1		Proximidad de camino sinuoso	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.

04+021	P - 40		Puente angosto	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+02	P - 40	Puente angosto		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+028	R-40		Baje las luces a cruzar vehículos	Bueno	Reglamentaria	Ubicación correcta.
04+056	P-2B		Curva a la izquierda	Bueno	Preventiva	Árboles impiden visualización.
04+072	P-2A	Curva a la derecha		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
04+077	P-2A		Curva a la derecha	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 05+ 000						
05+380	P - 49		Zona Escolar	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
05+580	I - 5A		Inf. Centro Poblado La Huaraclla	Regular	Informativa	Ubicación correcta.
05+740	P - 49	Zona Escolar		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 07+ 000						
07+000			Bienvenido a Jesús a 3KM	Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
07+296	P - 49		Zona Escolar	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+325	P-33A		Reductor de velocidad	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+386	P - 49	Zona Escolar		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+710	P - 41	Puente		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
07+859	P - 41	Puente		Malo	Preventiva	Ubicación correcta, Señal en mal estado
07+942	R - 30 - 4	Reductor de velocidad (25 KPH)		Bueno	Reglamentaria	Ubicación correcta.

Km 08+ 000						
08+079	R-30		Vel. Máxima (35Kph)	Bueno	Reglamentaria	Árboles impiden visualización.
08+388	I - 5		Inf. Jesús - Catán	Malo	Informativa	Árboles impiden visualización.
08+390	R - 2		Ceda el paso	Regular	Reglamentaria	Árboles impiden visualización.
08+539	P - 1A		Curva pronunciada derecha	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
08+718	P - 5 -2B	Curva en U a la izquierda	Reductor de velocidad	Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
08+716	P - 17A		reducción de calzada ambos lados	Malo	Preventiva	Ubicación correcta.
08+809	P - 5 -2A	Curva en U a la derecha		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta.
08+820	P - 17A	reducción de calzada ambos lados		Malo	Preventiva	Ubicación correcta.
Km 09+ 000						
09+019	P -1A		Curva pronunciada derecha	Bueno	Preventiva	Árboles impiden visualización.
09+214	P - 17A		reducción de calzada ambos lados	Bueno	Preventiva	Árboles impiden visualización.
09+398	P - 40	Puente angosto		Bueno	Preventiva	Ubicación correcta
09+412	P - 17A	reducción de calzada ambos lados		Malo	Preventiva	Ubicación correcta
09+421	I - 5	Señal de dirección tránsito pesado y liviano		Bueno	Informativa	Ubicación correcta.
09+439	P-33A	Inf. Llegada a Jesús		Malo	Informativa	Ubicación incorrecta, arbustos impiden visualización

TABLA N° 41: Inventario de la señalización vertical.

El inventario refleja la existencia de 41 señales verticales, de las cuales un 75.6% se califican como “Bueno”, un 4.9% “Regular” y un 19.5% en “Mal estado”. Se evaluaron las condiciones físicas de las señales, considerando la siguiente puntuación:

TABLA N° 42: Clasificación del estado físico de la señalización vertical.

<p>BUENO</p>		<p>Excelente condición del tablero, leyenda, soporte y reflectividad. Se ajustan al diseño recomendado en el Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.</p>
<p>REGULAR</p>		<p>Tablero o soporte en mal estado, pero se puede leer la leyenda. Regular reflectividad</p>
<p>MALO</p>		<p>No se puede leer la leyenda, soporte y tableros en mal estado. Sin reflectividad. No se ajustan al Manual de dispositivos de control de tránsito</p>

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Evaluación de la señalización horizontal.

TABLA N°43: Señalización horizontal presente en todo el tramo de la carretera.

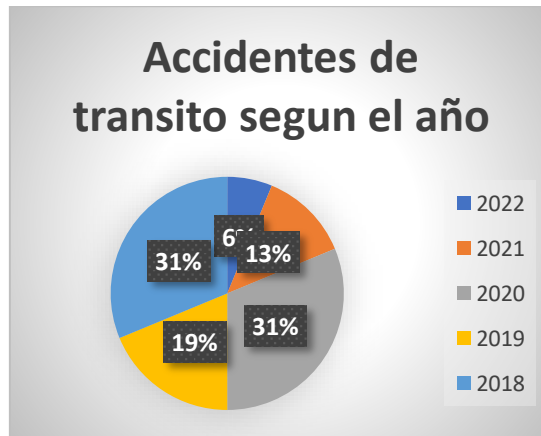
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			EVALUACIÓN	
LÍNEAS LONGITUDINALES	Líneas de eje central	Líneas de eje central continuas	NO EXISTE	
		Líneas de eje central discontinuas	NO EXISTE	
		Líneas de eje continuas dobles	NO EXISTE	
		Líneas de eje central combinadas	NO EXISTE	
	Líneas de borde o calzada	Líneas de borde o calzada continuas	NO EXISTE	
		Líneas de borde o calzada discontinuas	NO EXISTE	
LÍNEAS TRANSVERSALES	Cruce controlado por señal CEDA EL PASO		NO EXISTE	
	Cruce controlado por señal PARE		NO EXISTE	
	Cruce regulado por Semáforo		NO EXISTE	
	Pasos para peatones		NO EXISTE	
	Cruce de ciclovías		NO EXISTE	
		Flecha recta		NO EXISTE
		Flecha de viraje		NO EXISTE
		Flecha recta y de salida		NO EXISTE
		Flecha de incorporación		NO EXISTE
		Pare		NO EXISTE
		Velocidad máxima		NO EXISTE
		Escuela		NO EXISTE
		Buses		NO EXISTE
		Estacionamiento		NO EXISTE
OTROS	Reductores de velocidad		NO EXISTE	
	Marcadores viales		NO EXISTE	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Evaluación de la seguridad vial

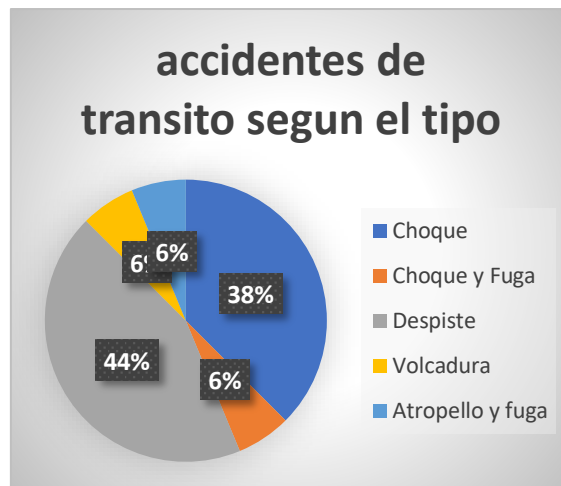
Según el análisis de estadísticas de accidentes de tránsito de la carretera Isococongá - Jesús se registraron 5 accidentes en el año 2018, 3 accidentes en el 2019, 5 accidentes en el 2020, 2 accidentes en el 2021 y 1 accidente en el 2022; datos que se representan en el Gráfico N° 02.

Gráfico N° 02: Accidentes de tránsito años 2018 - 2022.



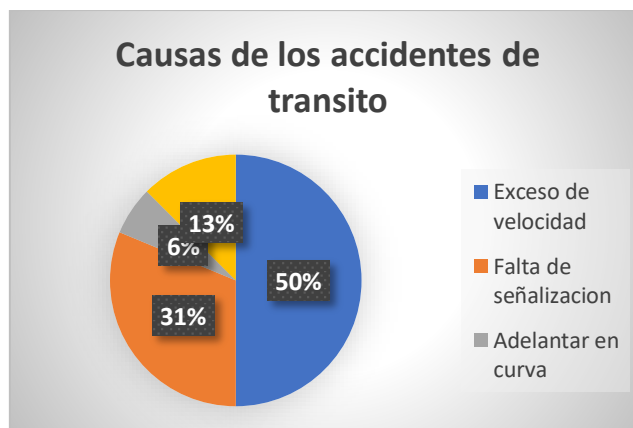
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Gráfico N° 03: Distribución de accidentes según tipo, años 2018 - 2022.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Gráfico N° 04: Causas de los accidentes años 2015 - 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2022

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

Tramo en estudio:

El estudio estuvo enfocado en determinar y comparar los parámetros geométricos existentes en el tramo de carretera Iscocongá - Jesús; con la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2018, para así determinar los efectos que produce la geometría de la carretera sobre la seguridad vial.

Del reconocimiento de la vía en estudio se pudo obtener la siguiente información:

La vía en estudio presenta distancias de visibilidad no adecuadas en las curvas impidiendo una correcta visibilidad que es causante de accidentes.

También se observó que en algunos tramos de la vía la berma no tiene el ancho que indica el Manual de Carreteras, DG – 2018.

En algunos tramos el ancho de calzada llega hasta la cuneta, impidiendo el tránsito de peatones con seguridad.

De las 67 curvas existentes en la carretera se identificó que los radios evaluados no cumplen con la norma DG – 2018, lo que impide realizar una clasificación correcta de esta carretera. También se identifica que los sobreanchos existentes de la carretera no están dentro de los parámetros mínimos sugeridos por la DG – 2018.

La señalización es deficiente y escasa. En algunos puntos no se podía visualizar las señales verticales y se pudo observar que la carretera no cuenta con señales horizontales.

Propuesta de señalización vertical.

En la propuesta se consideró:

Km 00+400: Instalar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”, hay una giba sin señalización horizontal ni vertical. (lado derecho).

Km 02+780: Instalar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”, hay una giba sin señalización horizontal ni vertical. (lado derecho).

Km 02+925: Reparar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”. (lado derecho).

Km 03+870: Instalar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”, hay una giba sin señalización horizontal ni vertical. (lado derecho).

Km 03+935: Reparar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”. (lado izquierdo).

Km 04+056: Podar árboles para que permitan la visualización de la señal preventiva P-2B “Curva a la izquierda”. (lado derecho).

Km 05+410: Instalar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”, hay una giba sin señalización horizontal ni vertical. (lado derecho).

Km 05+520: Instalar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”, hay una giba sin señalización horizontal ni vertical. (lado izquierdo).

Km 05+580: Reparar señal de información I – 5A “Inf. Centro Poblado La Huaraclla”. (lado derecho).

Km 07+700: Instalar señal preventiva P-33 “Reductor de velocidad”, hay una giba sin señalización horizontal ni vertical. (lado izquierdo).

Km 07+859: Reparar señal preventiva P-41 “Señal Puente”. (lado izquierdo).

Km 08+079: Podar árboles para que permitan la visualización de la señal reglamentaria R - 30 “Señal de Vel. Máxima (35Kph)”. (lado derecho) pronunciada a la izquierda” (lado izquierdo).

Km 08+388: Reparar señal informativa I - 5 “Señal Inf. Jesús – Catan”. (lado derecho).

Km 08+390: Reparar señal reglamentaria R - 2 “Señal paso”. (lado derecho).

Km 08+638: Instalar señal preventiva P-1B “Señal de curva pronunciada a la izquierda” (lado izquierdo).

Km 08+716: Reparar señal preventiva P – 17A “Señal de reducción de calzada ambos lados” (lado derecho).

Km 08+820: Reparar señal preventiva P – 17A “Señal de reducción de calzada ambos lados” (lado izquierdo).

Km 09+019: Podar árboles para que permitan la visualización de la señal preventiva P – 1A “Señal Curva pronunciada a la derecha”. (lado derecho)

Km 09+214: Podar árboles para que permitan la visualización de la señal preventiva P – 17A “Señal Reducción de calzada ambos lados”. (lado derecho)

Km 09+140: Instalar señal preventiva P-1B “Señal de curva pronunciada a la izquierda” (lado izquierdo).

Km 09+276: Instalar señal preventiva P-5-2B “Señal de curva en U a la izquierda” (lado izquierdo).

Km 09+300 Instalar señal preventiva P-40 “Señal puente angosto” (lado izquierdo).

Km 09+412: Reparar señal preventiva P – 17A “Señal de reducción de calzada ambos lados” (lado izquierdo).

Km 09+426: Instalar señal preventiva P-5-2A “Señal de curva en U a la derecha” (lado izquierdo).

Km 09+439: Reparar señal informativa P – 33A “Señal Inf. Llegada a Jesús” (lado izquierdo).

Evaluación de la señalización horizontal.

Evaluación de la seguridad vial

Según el análisis de estadísticas de accidentes de tránsito de la carretera Isocoonga - Jesús se registraron 5 accidentes en el año 2018, 3 accidentes en el 2019, 5 accidentes en el 2020, 2 accidentes en el 2021 y 1 accidente en el 2022; datos que se representan

Del gráfico 04 se aprecia que la causa predominante es el exceso de velocidad con un 50% del total de accidentes y la falta de señalización con un 31 % . Se puede deducir que el factor vía influye en los accidentes de tránsito de manera significativa ya que generalmente el exceso de velocidad se produce porque las condiciones de la vía lo permiten. Entonces tendríamos que el factor vía es responsable de un 81% de la cantidad total de accidentes.

Discusión de resultados

Para evaluar la seguridad vial en la carretera Isocoonga - Jesús se comparó los parámetros geométricos de la vía en planta, perfil y secciones transversales. También se analizó la señalización vial y los accidentes ocurridos en la carretera durante los últimos cinco años. Para cada caso se determinó lo siguiente:

En los tramos rectos se determinó que el 100% no cumple con la distancia de visibilidad que recomienda el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, DG – 2018, originando que el primer tipo de accidente más frecuente se dé por colisión por vehículos que circulan en sentido contrario.

Los radios mínimos en las curvas no cumplen en un 95.52%; situación que se complica cuando se determinó que los accidentes suscitados en esta carretera se encuentran en estas curvas.

El ancho de calzada no cumple en un 78.72% y el ancho de berma no cumple en un 100%. Esta situación es preocupante ya que los peatones no pueden transitar con seguridad pues del registro de accidentes se evaluó que los atropellos son el principal tipo de accidente ocurrido en la carretera.

En general mencionaremos que ningún parámetro evaluado cumple al 100% con lo establecido en el Manual de Carreteras, DG – 2018. Esto origina que el factor vía sea responsable en gran parte de los accidentes de tránsito ocurridos.

En cuanto a la señalización vial vertical existente se determinó que de 41 señales verticales, de las cuales un 75.6% se califican como “Bueno”, un 4.9% “Regular” y un 19.5% en “Mal estado”. Con respecto a la señalización vial horizontal podemos decir que es nula.

Los resultados confirman que un buen diseño geométrico de las vías reduce las posibilidades y gravedad de los accidentes, sin embargo, debemos ser conscientes de que el objetivo principal de cualquier iniciativa dirigida a mejorar la seguridad vial debe ser reducir el número de accidentes.

Contrastación de hipótesis

Según los resultados se demuestra la hipótesis planteada; la carretera Iscoconga – Jesus no cumple con los parámetros de diseño básicos y no tiene una adecuada señalización de acuerdo con la normativa vigente (DG – 2018) por lo que es una carretera que carece de seguridad vial.

V. CONCLUSIONES

La investigación realizó la revisión de las características geométricas de la carretera, mediante un trabajo de campo de inspección y levantamiento topográfico respectivo en el tramo Iscoconga-Jesús

Las características principales son: Longitud de 9.43 kilómetros, número de carriles 2, curvas horizontales y verticales 67 y 23 respectivamente.

La vía no cumple con un 100% acerca de la distancia de visibilidad de adelantamiento, en un 95.52% no se está cumpliendo con los radios mínimos exigidos, respecto a los peraltes de la vía el 98.51% no cumple esa condición geométrica.

Los sobrecanchos no se cumplen, respecto a la condición geométrica de ancho mínimo de calzada solo se cumple en 21.28% y la totalidad de las bermas no presentan cumplimiento a la norma.

El 73.91% cumplen con las pendientes mínimas y máximas; las distancias de curvas convexas en 66.67% y las concavas en 85.71% no cumplen los requerimientos geométricos.

Existe 41 elementos de señalética de vía vertical, en buen estado se tiene al 75.6%, en regular estado el 4.9% y un 19.5% en un estado de conservación malo.

Se puede apreciar la total falta de la señalización horizontal de la vía: sobre la calzada.

La seguridad vial, los parámetros de diseño geométrico y de la señalización horizontal no está presente en el tramo Iscoconga – Jesús,

Las deficiencias en el factor de vía son causantes del 81% de la totalidad de accidentes en la carretera.

VI. RECOMENDACIONES

Las evaluaciones de las características de las vías o carreteras deben tener los datos georeferenciados, tanto las señales de tránsito verticales permitiendo utilizarlas en un sistema integrado de información geográfica.

Elaborar análisis de regresión múltiple que permita obtener modelos matemáticos para comprobar la relación existente entre las condiciones orográficas del terreno y las características geométricas de la carretera.

Implementar y realizar un mantenimiento de las señales verticales

Ejecutar el mantenimiento (pintado) de las señales horizontales de la carretera

Proyectar un IMD a 20 años, realizando un mejoramiento y ampliación del diseño geométrico.

VII. AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de lograr y cumplir con mi sueño. Por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí, dándome el ejemplo de superación y humildad. Enseñándome a valorar todo lo que tengo.

Agradezco a mis padres porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante, sin su apoyo incondicional y su comprensión durante todos estos años no hubiera podido llegar a donde estoy.

Agradezco a mi pequeño hijo Sebastián que siempre fue mi motivación y fuerza para seguir adelante y nunca rendirme.

A todos ellos le dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que han contribuido a la consecución de este logro.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleman, H., Juarez, F., & Aguilar, J. (Marzo de 2015). *UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/1/Tesis%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20de%20Camino%20Vecinal%20Monta%C3%B1oso.pdf>
- Alvarado, W., & Martinez, L. (Noviembre de 2017). *REPOSITORIO ACADEMICO UPC*. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622668/Martinez_CL.pdf?sequence=5
- Barrera, L. (Septiembre de 2012). Obtenido de UNIVERSIDAD PONTIFICA BOLIVARIANA: <http://apuntesdeinvestigacion.bucaramanga.upb.edu.co/wp-content/uploads/2016/03/4.PARAMETROS-DE-SEGURIDAD-VIAL-PARA-EL-DISEÑO-GEOMÉTRICO-Apuntes.pdf>
- Cardenas, J. (2017). *DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS*. Obtenido de <https://www.ingcivillibros.com/2017/09/diseño-geométrico-de-carreteras.html>
- Chugnas, M. (2019). *REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2980>
- García, A., Pérez, A., & Camacho, J. (s.f.). *Introducción al Diseño Geométrico*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16911/Introducci%C3%B3n%20al%20dise%C3%B1o%20geom%C3%A9trico%20de%20carreteras.pdf?sequence=1>
- García, A., & Parrado, A. (2017). *REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNIVERDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15217>
- Gomez, E. (2018). *REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA*. Obtenido de https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3089/1/TGT_1653.pdf
- Huaman, J. (2019). *REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2950>
- INVIAS. (Enero de 2018). *INSTITUTO NACIONAL DE VIAS*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseño-geométrico-carreteras>

- Llanos, X., & Ynga, K. (2019). *REPOSITORIO USMP*. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6530>
- Melendez, M. A. (2019). *CONCYTEC*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND_b7a9ae209f8d52247519db31640f629e
- MTC. (31 de Mayo de 2016). *Manual de Dispositivos de Control de Transito Automotor para Calles y Carreteras*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf
- MTC. (2016). *Manual de Seguridad Vial*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8524.pdf
- MTC. (2018). Obtenido de MANUAL DE CARRETERAS - DISEÑO GEOMETRICO - DG 2018:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- MTC. (2018). *PROVIAS CONTRA LA CORRUPCION*. Obtenido de <https://www.pvn.gob.pe/seguridad-vial/>
- Riveros, M. (Enero de 2009). *REVISTA EMB CONSTRUCCION*. Obtenido de EL DISEÑO GEOMETRICO EN LA SEGURIDAD VIAL:
<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=617&tip=11&xit=el-diseno-geometrico-en-la-seguridad-vial>
- Torres, B. (2016). *DISEÑO DEFINITIVO DE UNA CARRETERA*. Obtenido de <https://www.udocz.com/pe/read/20167/disenio-definitivo-de-una-carretera-ing-jose-benjamin-torres-tafur>
- Velasquez, S., Ríos, R., & Aste, F. (28 de Abril de 2021). *VIAS PUCP*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/viaspucp/2021/04/28/boletin-3-seguridad-vial-parte-2/>

X. IX .ANEXOS

ANEXO 1 PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 01: Inicio del tramo de la carretera Isoconga – Jesus



Imagen 02: Señal preventiva P – 33 Existente en el cruce de Isoconga



Imagen 03: Giba sin señalización



Imagen 04: Tramo de carretera sin señalización horizontal



Imagen 05: Señal Informativa



**Imagen 06: Tomando puntos para el levantamiento topográfico con GPS
navegador**



Imagen 07: Baden en reparación



Imagen 08: Curva sin señalización vertical



Imagen 09: Señales preventivas en estado regular.



Imagen 10: Señal informativa en mala ubicación



Imagen 11: Señal preventiva no visible por arbustos



Imagen 12: Señal preventiva no visible por poste



Imagen 13: Señal preventiva no visible por arbustos



Imagen 14: Señal Informativa en buen estado



Imagen 15: Señal preventiva en mal estado



Imagen 16: Señal informativa no visible

ANEXO 2

PUNTOS DE LEVANTAMIENTO

PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA(m)	DESDE POSICION ACTUAL (Km)
1 - I	781378	9202998	2645	SE7.99
2 - C	781378	9202996	2646	SE8.86
3 - D	781376	9202997	2646	SE7.99
4 - I	781408	9202984	2645	SE8.98
5 - C	781408	9202984	2646	SE9.03
6 - D	781404	9202977	2645	SE9.01
7 - I	781430	9202968	2645	SE9.12
8 - C	781433	9202961	2645	SE9.18
9 - D	781433	9202957	2644	SE9.19
10 - I	781451	9202954	2644	SE9.23
11 - C	781451	9202949	2644	SE9.23
12 - D	781451	9202944	2644	SE9.24
13 - I	781473	9202938	2643	SE9.27
14 - C	781475	9202927	2644	SE9.29
15 - D	781472	9202926	2643	SE9.29
16 - I	781485	9202920	2643	SE9.31
17 - C	781491	9202915	2643	SE9.32
18 - D	781493	9202910	2642	SE9.32
19 - I	781502	9202907	2643	SE9.33
20 - C	781505	9202901	2643	SE9.34
21 - D	781508	9202897	2643	SE9.34
22 - I	781517	9202893	2642	SE9.35
23 - C	781517	9202893	2642	SE9.35
24 - D	781520	9202883	2643	SE9.35
25 - I	781532	9202879	2642	SE9.36
26 - C	781532	9202879	2642	SE9.35
27 - D	781542	9202868	2642	SE9.38
28 - I	781557	9202862	2641	SE9.39
29 - C	781559	9202857	2641	SE9.40
30 - D	781561	9202853	2641	SE9.40
31 - I	781576	9202852	2640	SE9.41
32 - C	781581	9202844	2639	SE9.42
33 - D	781583	9202838	2640	SE9.42
34 - I	781596	9202831	2640	SE9.44
35 - C	781602	9202825	2639	SE9.45
36 - D	781610	9202822	2638	SE9.46
37 - I	781620	9202819	2638	SE9.47
38 - C	781623	9202814	2638	SE9.47

39 - D	781625	9202811	2637	SE9.47
40 - I	781753	9202721	2634	SE9.63
41 - C	781756	9202716	2634	SE9.64
42 - D	781758	9202709	2634	SE9.65
43 - I	781990	9202545	2631	SE9.93
44 - C	781996	9202538	2632	SE9.95
45 - D	781998	9202532	2632	SE9.96
46 - I	784279	9200878	2635	SE12.77
47 - C	784282	9200871	2634	SE12.78
48 - D	784285	9200868	2635	SE12.78
49 - I	784308	9200858	2636	SE12.80
50 - C	784309	9200855	2636	SE12.81
51 - D	784312	9200850	2637	SE12.81
52 - I	784329	9200841	2639	SE12.83
53 - C	784338	9200833	2638	SE12.85
54 - D	784342	9200830	2638	SE12.85
55 - I	784356	9200823	2639	SE12.86
56 - C	784359	9200814	2640	SE12.87
57 - D	784364	9200809	2640	SE12.88
58 - I	784686	9200579	2652	SE13.28
59 - C	784691	9200572	2653	SE13.30
60 - D	784693	9200567	2652	SE13.30
61 - I	784702	9200560	2653	SE13.30
62 - C	784709	9200557	2653	SE13.31
63 - D	784713	9200550	2654	SE13.31
64 - I	784731	9200549	2654	SE13.32
65 - C	784736	9200542	2654	SE13.33
66 - D	784738	9200536	2655	SE13.34
67 - I	784761	9200527	2655	SE13.36
68 - C	784767	9200518	2655	SE13.37
69 - D	784766	9200514	2654	SE13.37
70 - I	784792	9200496	2654	SE13.40
71 - D	784790	9200489	2655	SE13.40
72 - D	784793	9200487	2655	SE13.41
73 - I	784796	9200493	2655	SE13.41
74 - C	784802	9200482	2653	SE13.42
75 - D	784805	9200480	2654	SE13.42
76 - I	784822	9200478	2653	SE13.44
77 - C	784829	9200469	2653	SE13.44
78 - D	784826	9200467	2654	SE13.44
79 - I	784845	9200466	2654	SE13.46
80 - C	784847	9200459	2654	SE13.46
81 - D	784850	9200457	2654	SE13.47
82 - I	785043	9200318	2647	SE13.71
83 - C	785045	9200314	2647	SE13.72
84 - D	785047	9200310	2646	SE13.72

85 - I	785058	9200305	2646	SE13.73
86 - C	785067	9200294	2647	SE13.74
87 - D	785070	9200289	2646	SE13.75
88 - I	785086	9200288	2646	SE13.76
89 - C	785092	9200281	2646	SE13.77
90 - D	785098	9200279	2647	SE13.78
91 - I	785113	9200277	2646	SE13.79
92 - C	785125	9200269	2646	SE13.81
93 - D	785126	9200267	2646	SE13.81
94 - I	785137	9200271	2646	SE13.82
95 - C	785151	9200269	2647	SE13.83
96 - D	785157	9200271	2647	SE13.83
97 - I	785201	9200299	2648	SE13.84
98 - C	785216	9200300	2648	SE13.85
99 - D	785221	9200300	2648	SE13.85
100 - I	785235	9200315	2649	SE13.86
101 - C	785249	9200313	2649	SE13.88
102 - D	785255	9200313	2650	SE13.89
103 - I	785273	9200325	2651	SE13.89
104 - C	785280	9200327	2650	SE13.90
105 - D	785288	9200324	2651	SE13.90
106 - I	785310	9200336	2651	SE13.91
107 - C	785314	9200331	2651	SE13.91
108 - D	785320	9200328	2651	SE13.92
109 - I	785359	9200334	2652	SE13.95
110 - C	785364	9200329	2652	SE13.96
111 - D	785373	9200321	2652	SE13.98
112 - I	785400	9200313	2652	SE14
113 - C	785404	9200308	2652	SE14.01
114 - D	785410	9200299	2652	SE14.03
115 - I	785430	9200294	2653	SE14.05
116 - C	785438	9200284	2653	SE14.04
117 - D	785440	9200280	2653	SE14.05
118 - I	785457	9200271	2654	SE14.07
119 - C	785466	9200263	2654	SE14.08
120 - D	785467	9200259	2654	SE14.08
121 - I	785583	9200155	2659	SE14.23
122 - C	785590	9200144	2660	SE14.25
123 - D	785590	9200142	2661	SE14.25
124 - I	785619	9200121	2662	SE14.28
125 - C	785621	9200110	2662	SE14.29
126 - D	785625	9200105	2662	SE14.30
127 - I	785943	9199639	2671	SE14.84
128 - C	785946	9199629	2671	SE14.85
129 - D	785945	9199623	2671	SE14.85
130 - I	786113	9199377	2668	SE15.14

131 - C	786115	9199369	2664	SE15.14
132 - D	786114	9199365	2664	SE15.14
133 - I	786132	9199349	2662	SE15.16
134 - C	786130	9199344	2663	SE15.15
135 - D	786128	9199338	2662	SE15.17
136 - I	786128	9199338	2662	SE15.15
137 - C	786146	9199317	2661	SE15.19
138 - D	786154	9199306	2663	SE15.21
139 PTE	786356	9199092	2651	SE15.51
140 - I	786390	9199082	2650	SE15.54
141 - C	786424	9199055	2647	SE15.58
142 - D	786429	9199050	2646	SE15.59
143 - I	786529	9198996	2641	SE15.70
144 - C	786533	9198990	2639	SE15.70
145 - D	786539	9198984	2639	SE15.71
146 - I	786663	9198926	2631	SE15.84
147 - C	786676	9198915	2631	SE15.86
148 - D	786677	9198912	2631	SE15.85
149 - I	786779	9198865	2626	SE15.96
150 - C	786784	9198859	2625	SE15.98
151 - D	786796	9198847	2626	SE16.00
152 - I	787072	9198661	2618	SE16.36
153 - C	787076	9198651	2618	SE16.34
154 - D	787078	9198645	2617	SE16.35
155 - I	787108	9198634	2616	SE16.38
156 - C	787113	9198628	2616	SE16.38
157 - D	787118	9198619	2616	SE16.39
158 - I	787164	9198600	2615	SE16.44
159 - C	787169	9198597	2615	SE16.45
160 - D	787181	9198587	2615	SE16.46
161 - I	787214	9198583	2613	SE16.49
162 - C	787226	9198572	2612	SE16.51
163 - D	787229	9198568	2612	SE16.51
164 - I	787316	9198537	2610	SE16.60
165 - C	787324	9198526	2610	SE16.61
166 - D	787329	9198520	2610	SE16.62
167 - I	787369	9198506	2609	SE16.66
168 - C	787372	9198500	2609	SE16.67
169 - D	787378	9198491	2608	SE16.68
170 PTE	787445	9198444	2605	SE16.76
171 - I	787503	9198424	2605	SE16.82
172 - C	787508	9198412	2606	SE16.83
173 - D	787510	9198408	2606	SE16.83
174 - I	787542	9198400	2606	SE16.86
175 - C	787552	9198391	2605	SE16.88
176 - D	787554	9198386	2606	SE16.89

177 - I	787591	9198373	2606	SE16.93
178 - C	787614	9198365	2606	SE16.96
179 - D	787624	9198356	2607	SE16.97
180 - I	787661	9198349	2607	SE17.01
181 - C	787673	9198344	2607	SE17.02
182 - D	787678	9198338	2607	SE17.02
183 - I	787818	9198332	2608	SE17.14
184 - C	787829	9198328	2609	SE17.14
185 - D	787841	9198324	2608	SE17.16
186 - I	788148	9198294	2603	SE17.42
187 - C	788162	9198287	2603	SE17.44
188 - D	788165	9198282	2602	SE17.44
189 - I	788248	9198273	2599	SE17.51
190 - C	788248	9198266	2598	SE17.52
191 - D	788246	9198256	2597	SE17.52
192 - I	788250	9198230	2596	SE17.54
193 - C	788238	9198224	2596	SE17.53
194 - D	788236	9198223	2596	SE17.53
195 - I	788215	9198183	2594	SE17.54
196 - C	788207	9198179	2593	SE17.54
197 - D	788200	9198171	2592	SE17.54
198 - I	788199	9198152	2591	SE17.55
199 - C	788205	9198139	2592	SE17.56
200 - D	788204	9198133	2592	SE17.57
201 - I	788220	9198138	2593	SE17.59
202 - C	788231	9198139	2593	SE17.58
203 - D	788235	9198140	2594	SE17.58
204 - I	788260	9198168	2595	SE17.58
205 - C	788274	9198169	2595	SE17.59
206 - D	788276	9198168	2595	SE17.59
207 - I	788318	9198179	2596	SE17.62
208 - C	788336	9198171	2597	SE17.64
209 - D	788342	9198161	2596	SE17.65
210 - I	788370	9198153	2596	SE17.67
211 - C	788385	9198147	2597	SE17.69
212 - D	788388	9198143	2596	SE17.60
213 - I	788468	9198145	2596	SE17.76
214 - C	788481	9198137	2596	SE17.77
215 - D	788487	9198131	2596	SE17.78
216 - I	788531	9198112	2595	SE17.83
217 - C	788531	9198103	2595	SE17.83
218 - D	788530	9198080	2593	SE17.85
219 - I	788542	9197952	2593	SE17.93
220 - C	788535	9197929	2592	SE17.94
221 - D	788532	9197907	2592	SE17.95
222 - I	788536	9197891	2592	SE17.96

223 - C	788539	9197885	2592	SE17.97
224 - D	788550	9197882	2592	SE17.98
225 - I	788559	9197898	2591	SE17.98
226 - C	788563	9197905	2591	SE17.98
227 - D	788570	9197914	2592	SE17.98
228 - I FINAL	788576	9197993	2590	SE17.93
229 - D FINAL	788589	9197993	2589	SE17.94

ANEXO 3

PLANOS