

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (KM 150-KM 143), EN FUNCIÓN A SUS PARAMETROS DE DISEÑO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Heiner Adriano Alva Paredes

Asesor:

Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a toda mi familia, mi esposa, mi hija y en especial a mi madre y a un amigo Rvdo. Carlos Martín Hernández, y a todos los que me brindaron su apoyo, como es mi esposa y mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a Dios, y a todas aquellas personas que contribuyeron con sus conocimientos y experiencia para conseguir el sueño tan anhelado de algún día ser ingeniero civil; que hoy puedo decir lo he conseguido.

Agradezco a mi madre, mi esposa y mis hermanos que nunca se cansaron de apoyarme; que siempre estuvieron cuando los necesité y por inculcarme valores que me han ayudado a llegar hasta esta etapa de mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	53
1.3. Objetivos	53
1.3.1. Objetivo general	53
1.3.2. Objetivos específicos.....	54
1.4. Hipótesis	54
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	55
2.1. Tipo de investigación.....	55
2.2. Población y muestra.....	55
2.2.1. Población	55
2.2.2. Cuantificación de la muestra probabilística	56
2.2.3. Muestra no probabilística	56
2.2.4. Unidad de análisis	57
2.2.5. Materiales, instrumentos y métodos.....	57
Ubicación política	57
Equipos topográficos empleados.	57
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	58
2.4. Procedimiento	63
2.4.1. I ETAPA.....	63
2.4.2. II ETAPA	64
2.2.3. III ETAPA	65
2.2.4. IV ETAPA	65
2.5. Aspectos éticos.....	65
2.6. Procedimiento de cálculo	65
2.6.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO	65
2.6.2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO	66
2.6.3. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	66

2.6.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.....	66
2.6.3.1.1. Clasificación por demanda.....	66
2.6.3.1.2. clasificación por orografía.....	66
2.6.3.2. PERALTES EXISTENTES EN LAS CURVAS.....	66
2.6.3.2.1. Peralte máximo.....	66
2.6.3.3 Cálculo de los sobreanchos.....	67
2.6.3.4 DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.	68
2.6.3.4.1 Pendiente mínima.	68
2.6.3.4.2 Pendiente máxima.....	69
2.6.3.4 Diseño en perfil.....	69
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	70
VEHÍCULO DE DISEÑO.	75
VELOCIDAD DE DISEÑO.....	80
<i>DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES ..</i>	<i>81</i>
DISEÑO GEOMETRICO O ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	82
TRAMOS EN TANGENTE	83
CURVAS CIRCULARES	85
Peralte mínimo.....	92
Distancias de visibilidad de paso o de adelantamiento.....	101
Banquetas de visibilidad.....	102
SECCIONES TRANSVERSALES	104
Determinación de calzada de la carretera.....	104
Determinación del ancho mínimo de bermas.	105
.....	110
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	111
DISCUSIÓN	111
LIMITACIONES	112
INTERPRETACIÓN COMPARATIVA.....	112
IMPLICANCIAS	113
CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	113
CONCLUSIONES	114
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	115
ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía	24
Tabla 2 Distancias de visibilidad de parada (m), en función de la velocidad de diseño y de la pendiente	26
Tabla 3 Pendientes máximas (%).....	33
Tabla 4 Anchos mínimos de calzada en tangente	43
Tabla 5 Anchos mínimos de bermas	45
Tabla 6 Valores del bombeo de la calzada.....	46
Tabla 7 Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte	46
Tabla 8 Valores de peralte máximo	47
Tabla 9 Peralte Mínimo	47
Tabla 10 Formato para los dispositivos de control	59
Tabla 11 Formato para recojo de información pendiente transversal y longitudinal	59
Tabla 12 Formato conteo vehicular	60
Tabla 13 Formato radios existentes	60
Tabla 14 Formato peraltes	61
Tabla 15 Formato sobreanchos	61
Tabla 16 Longitud de curvas verticales	62
Tabla 17 Secciones transversales.....	62
Tabla 18 <i>Ubicación de la zona de estudio</i>	66
Tabla 19 Resumen conteo vehicular	71
Tabla 20 Resumen por día de vehículos y el IMDS y IMDA.....	72
Tabla 21 Clasificación de carreteras por su demanda.....	72
Tabla 22 Pendiente transversal y longitudinal	73
Tabla 23 Pendientes transversales de la carretera.....	75
Tabla 24 Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente).....	77
Tabla 25 Resumen de vehículos livianos.....	78
Tabla 26 Resumen de vehículos pesados.....	79
Tabla 27 Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía	80

Tabla 28 Características geométricas a ser comparados con los parámetros de la DG-2018-MTC.....	81
Tabla 29 Elementos de curva circular.....	82
Tabla 30 Verificación de longitudes en tramos en tangente	84
Tabla 31 Resumen Tramos en tangente	84
Tabla 32 Determinación de radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras	86
Tabla 33 Radios mínimos de curvas	87
Tabla 34 Resume de radio mínimos.....	88
Tabla 35 Peraltes medidos con nivel de ingeniero.....	89
Tabla 36 Peraltes calculados.....	90
Tabla 37 Resumen de peraltes máximos.....	91
Tabla 38 Peraltes mínimos.....	94
Tabla 39 Verificación de sobreamanchos	95
Tabla 40 Resumen de sobreamanchos	96
Tabla 41 Pendiente máxima.....	97
Tabla 42 Elementos del alineamiento vertical	97
Tabla 43 Cálculo de la longitud mínima de curvas verticales convexas	98
Tabla 44 Comparación de la longitud de curvas verticales convexas con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC	98
Tabla 45 Resumen de curvas	98
Tabla 46 Longitud de curvas verticales cóncavas.....	99
Tabla 47 Comparación de longitud de curvas verticales cóncavas con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC	99
Tabla 48 Verificación de longitud de curvas verticales cóncavas	100
Tabla 49 Resumen de longitud de curvas verticales existentes	100
Tabla 50 Cálculo de la distancia de visibilidad de la zona rural se ha utilizado la figura 205.03 de la DG-2018-MTC.....	101
Tabla 51 Comparación de distancias de adelantamiento existentes de la carretera con el manual de diseño geométrico de carreteras 2018, MTC.....	101
Tabla 52 Curvas que necesitan verificar distancias de visibilidad	103
Tabla 53 Ancho mínimo de calzada en tangente	104
Tabla 54 Verificación de calzadas	104
Tabla 55 Ancho de bermas	105

Tabla 56 Verificación de berma.....	106
Tabla 57 Registro de accidentes suscitados en el tramo en estudio.....	107
Tabla 58 Número de accidentes de tránsito en el tramo en estudio.....	108
Tabla 59 Cuadro resumen de incumplimiento de parámetros de seguridad vial	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distancia de visibilidad de paso	27
Figura 2. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada	36
Figura 3. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de paso	37
Figura 4. Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.	38
Figura 5. Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente	40
Figura 6. Sección transversal típica a media ladera vía de dos carriles en curva	41
Figura 7. Señales reglamentarias	49
Figura 8. Señales preventivas	50
Figura 9. Señales informativas.....	50
Figura 10. Guarda vías	52
Figura 11. Tipo de gibas	52
Figura 22. Dimensiones de un T3S3, Manual de diseño geométrico, 2018-MTC	68
Figura 12 Vehículo pesado T3S3, extraído de la DG-2018-MTC.....	76
Figura 13. Tipo de vehículos livianos que circula por el tramo en estudio	77
Figura 14. Tipo de vehículos pesados que circula por el tramo en estudio	78
Figura 15. Porcentaje de vehículos livianos	78
Figura 16. Resumen de vehículos pesados	79
Figura 17 Tramos en tangente evaluados.....	84
Figura 18 Radios evaluados	88
Figura 19 Peraltes evaluados	91
Figura 20. Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4).....	92
Figura 21. Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4).....	93
Figura 23. Sobreanchos.....	96
Figura 24. Curvas verticales convexas.....	98
Figura 25. Curvas verticales cóncavas.....	100
Figura 29. Banqueta de visibilidad	103
Figura 30. Verificación de calzada	105
Figura 31. Ancho de bermas	106
Figura 32. Resumen de accidentes.....	109
Figura 33. Resumen de seguridad vial, en porcentaje	110

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Distancia de visibilidad de parada	25
Ecuación 2 Distancia de visibilidad de paso.....	27
Ecuación 3 Longitudes mínimas de curvas.....	28
Ecuación 4 Longitud mínima en S.....	28
Ecuación 5 Longitud mínima en O	28
Ecuación 6 Longitud tramos en tangente.....	28
Ecuación 7 Radio mínimo.....	29
Ecuación 8 Sobreanchos	30
Ecuación 9 Curvatura K.....	34
Ecuación 10 Longitud de curva convexa, visibilidad de parada $D_p < L$	35
Ecuación 11 Longitud de curva convexa, visibilidad de parada $D_p > L$	35
Ecuación 12 $D_p < L$, Longitud de curva convexa	36
Ecuación 13 $D_p > L$, Longitud de curva convexa	36
Ecuación 14 Longitud de visibilidad de adelantamiento $D_a < L$	36
Ecuación 15 Longitud de visibilidad de adelantamiento $D_a > L$	36
Ecuación 16 Longitud de curva cóncava $D < L$	37
Ecuación 17 Longitud de curva cóncava $D > L$	37
Ecuación 18 Cuantificación de la muestra probabilística	56
Ecuación 20 Peraltes	67
Ecuación 19 Radios curvas de volteo	87

RESUMEN

La vía Cajamarca – San Juan tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00, es una de las rutas principales que comunica Cajamarca Ciudad de Dios es utilizado para el transporte de pasajeros así como mercadería, sin embargo es una de las carreteras con una inseguridad por los accidentes ocurridos, es por eso que la presente tesis tiene como objetivo “Evaluar los elementos de la carretera Cajamarca – San Juan tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00 en función a sus características geométricas y señalización actuales”, para desarrollar el objetivo realizamos un estudio de tráfico, levantamiento topográfico, análisis de las características del diseño geométrico de la carretera para luego compararla con el manual de diseño geométrico de carreteras, DG-2018-MTC y los dispositivos de control de tránsito; y de esta manera presentar una representación real de la situación actual en la que se encuentra la carretera evaluada con el fin de que este estudio sirva como antecedente para futuros proyectos de mejoramiento. El levantamiento topografía se ha realizado de manera detallada, esto nos permitió determinar una topografía accidentada, además el conteo vehicular nos dio un IMDA de 992 veh/día el cual estábamos en una carretera de segunda clase, con la información y la DG-2018-MTC se determinó la velocidad de diseño de 50 Km/h. A continuación, se efectuó el análisis de las características geométricas obtenidas tanto en planta (radio mínimo y tramos en tangente), como en perfil (curvas verticales) y secciones transversales. Por último, se verificó que el tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00, no cumple con ciertos parámetros de diseño geométrico, radios 29.41%, tramos en tangente 72.73%, peraltes 57.14%, sobreechamientos 85.29% y ancho de calzada 42.88%, por lo que se concluye que el tramo es inseguro, debido al alto riesgo de accidentes; como alternativa de solución se plantea hacer llegar un informe al MTC/CAJ y así mejorar la seguridad vial.

Palabras Claves: Alineamiento horizontal, características geométrico, seguridad vial, diseño geométrico en perfil, diseño geométrico de secciones transversales.

ABSTRACT

The Cajamarca - San Juan road section Km 150 + 00 + 0.00 - Km 143 + 00 + 0.00, is one of the main routes that communicates Cajamarca Ciudad de Dios is used for the transport of passengers as well as merchandise, however it is one of the roads with an insecurity due to accidents, that is why the present thesis aims to “Evaluate the elements of the Cajamarca - San Juan highway section Km 150 + 00 + 0.00 - Km 143 + 00 + 0.00 according to their geometric characteristics and current signaling”, to develop the objective we carried out a traffic study, topographic survey, analysis of the characteristics of the geometric design of the road and then compared it with the manual of road geometric design, DG-2018-MTC and the control devices traffic; and in this way present a real representation of the current situation of the evaluated road in order for this study to serve as a background for future improvement projects. The topography survey has been carried out in detail, this allowed us to determine a rugged topography, in addition the vehicle count gave us an IMDA of 992 veh / day which we were on a second class road, with the information and the DG-2018- MTC the design speed of 50 km / h was determined. Next, the analysis of the geometric characteristics obtained was carried out both in plan (minimum radius and tangent sections), as well as in profile (vertical curves) and cross sections. Finally, it was verified that the section Km 150 + 00 + 0.00 - Km 143 + 00 + 0.00, does not comply with certain parameters of geometric design, radii 29.41%, sections in tangent 72.73%, superelevations 57.14%, widening 85.29% and width 42.88% of carriageway, so it is concluded that the section is unsafe, due to the high risk of accidents; As an alternative solution, it is proposed to send a report to the MTC / CAJ and thus improve road safety.

Keywords: Horizontal alignment, geometric characteristics, road safety, geometric design in profile, geometric design of cross sections.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las carreteras han sido accesos de suma importancia para la comunicación entre pueblos. A lo largo de los años, estos accesos han ido mejorando, es por eso que hoy en día las carreteras aportan significativamente al desarrollo de una población.

La elaboración de un proyecto integral de una carretera, como es el alineamiento horizontal es la parte más importante junto con la señalización, ya que a través de él se establecerá el alineamiento horizontal, con el fin de que la vía pueda satisfacer los objetivos fundamentales de la DG-2018-MTC y el reglamento de señalización vial, es decir, segura, estética, cómoda y funcional (Cárdenas, 2013).

En la tesis se desarrolló una propuesta de verificación de sus características geométricas y señalización vial de la carretera Cajamarca – San Juan tramo Km 150+00 +0.00– Km 143+00+0.00 de 7.00 Km de longitud. Dicha carretera presenta varias carencias de alineamiento horizontal y de señalización, esto obliga al conductor muchas de las veces a la realización de maniobras peligrosas principalmente en las curvas, teniendo como consecuencia accidentes de tránsito e invasión del carril contrario durante el recorrido por la vía.

La seguridad vial es uno de los temas más importantes en los últimos tiempos debido al incremento de los accidentes de tránsito en la vía, siendo el alineamiento horizontal la parte más importante del proyecto de una carretera, para lo cual se debe evaluar su consistencia para mejorar la seguridad vial. La evaluación de la consistencia es aplicable en la fase de proyecto para mejorar el diseño, asimismo en la etapa de servicio se plantea el mejoramiento del alineamiento o implementación de señalización en vías ya construidas con el fin de mejorar la seguridad vial (Callupe, 2021).

- Para Barrera A. (2012), en su investigación “Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras”. Universidad Pontificia Bolivariana – Bucaramanga, Colombia. Presenta parámetros a tener en consideración para el diseño geométrico de carreteras, obteniéndose un grado de seguridad vial óptimo. Los mismos son analizados y explicados con detenimiento, mostrando su importancia en la infraestructura vial. Para ello, es relevante describir las posibles causas de riesgo y accidentalidad que se pueden presentar ante la omisión de los mismos, con lo que también resulta importante exponer la responsabilidad ingenieril ante la consideración de estos elementos, haciendo clara la necesidad de considerar una verdadera gestión de seguridad.
- Según Ochoa J. (2009), en su trabajo final presentado como requisito para optar al título de especialista en vías de transporte. "Estudio de los criterios de diseño geométrico de las intersecciones a nivel Según AASHTO". Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín -2009. Concluye, que varios de los factores estudiados son acordes con las recomendaciones AASHTO, pero algunos no las cumplen tales como los radios en las esquinas (llamados Ochaves u Ochavas), las distancias de visibilidad y los casos de giros indirectos.
- Para García R. (2010), en su trabajo “Modelos de perfil de velocidad para evaluación de consistencia del trazado en carreteras de la provincia de Villa Clara, Cuba”. Llega a la conclusión que; las causas de accidentalidad relativas a la carretera en Cuba son superiores a las reportadas en otros países, por razones vinculadas al trazado, condiciones actuales del estado de los elementos que la componen y las características superficiales del pavimento. En esta investigación se evalúa la seguridad vial a partir de la consistencia del trazado. La misma, se define como, la relación entre las características geométricas del trazado de la carretera y las que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella.

En nuestro país para Meléndez M. (2019), en su investigación “Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000”. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco – Perú. Concluye que luego de la evaluación y el análisis del diseño geométrico de la carretera Nacional PE 3N, tramo: KM. 136+000 - KM. 141+000, se encontró que varios tramos, los parámetros del diseño geométrico no cumple con el Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018-MTC. El IMDA para la cual fue diseñada a un inicio la carretera fue de 1474 v/d. Luego de haber realizado y procesado el levantamiento topográfico se determinó que la orografía del tramo en estudio es Accidentada (Tipo 3). El grado de cumplimiento del Manual de Carreteras es Malo, debido a que se obtuvo un 47.9 % de cumplimiento y de acuerdo a las estadísticas para este tipo de tesis se considera bueno (100 % - 90 %), Regular (90 % - 60 %) y Malo (60 % - 0 %).

Pará Romaní L. (2017), en su trabajo de investigación presentado “Análisis del diseño geométrico de la carretera Lima – Canta, con relación a sus características operativas, tramo: Km. 66+000 – Km. 76+000”. El presente estudio, ha sido realizado con la finalidad de Realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal y vertical de la carretera Lima –Canta en el tramo Km: 66+000.00 hasta Km: 76+000.00, y su relación con las características operativas actuales de los vehículos pesados, mediante el uso de las normas pertinentes y la observación in situ, e identificar las posibles mejoras o modificaciones a realizar.

Conclusiones:

Luego de realizar el análisis del diseño geométrico de la carretera Lima – Canta en gabinete, el autor de la presente tesis llego a la conclusión que, en varios tramos, los parámetros del diseño geométrico no cumplen con el Manual de Carreteras de Diseño

Geométrico DG-2014-MTC. Se realizó la visita en situ de dichos tramos, con ello se pudo verificar y ratificar la situación de incumplimiento antes citado. Dichos incumplimientos, se considera que se dan por las limitaciones de topografía muy accidentada que presenta la zona donde está emplazada la carretera.

Finalmente, si se quiere respetar el cumplimiento de la norma DG-2014-MTC se necesitaría de mucho movimiento de tierra, lo cual causaría una gran alteración del paisaje, es decir, se modificarán aspectos morfológicos del relieve, usos y calidad del suelo, distribución de flora y fauna, calidad de vida de los habitantes del área afectada y calidad del aire, principalmente, además, dicho movimiento de tierra, implicaría la construcción de taludes de corte muy altos.

Para que dichos taludes puedan alcanzar su estabilidad se requiere aproximadamente que pasen 25 años, según especialistas en geología y geotecnia del MTC, lo que originaría a largo plazo altos costo de mantenimiento.

En nuestra localidad de Cajamarca encontramos antecedentes locales, según Pérez E. (2018), en su tesis presentado como requisito para optar al título de ingeniero civil “INCIDENCIA DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO”, determino que luego del diagnóstico del levantamiento de información realizado sobre la vía existente Alausí – Chunchi en la cual se determinó el grado de radio mínimo horizontal en todas las curvas a lo largo de 42,131.47 metros, se determina que es de categoría tipo V y el TPDA nos muestra que de acuerdo al tráfico existente amerita una nueva categoría que es tipo III, para la cual en determinados tramos se pueden adaptar nuevos radios de acuerdo a los parámetros de diseño geométrico tanto en el trazado horizontal como vertical, con el fin de reducir el riesgo de accidentes en determinadas zonas de análisis y de la mano con el mapa de movimiento de masas considerando que esta zona es geológicamente activa, mediante visualización en el

mapa proporcionado por la SNGR se establecieron banquetas en lugares específicos analizando taludes propensos a deslizamientos y así adecuando la visibilidad en curvas horizontales.

Para Correa K. (2017), en su tesis presentado como requisito para optar al título de ingeniero civil “Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca – Gavilán (Km 173- Km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG- 2013-MTC” determinó que algunos parámetros de las características geométricas de diseño NO CUMPLEN con lo estipulado en las normas actuales, manual de diseño geométrico de carreteras DG-2013-MTC, así como al realizar la comparación se determinó que la carretera no garantiza un adecuado tránsito tanto de personas como de mercancía, poniendo en constante riesgo la integridad de quienes hacen uso de ella.

Finalmente, estudios realizados por Gaona A. (2017), en su investigación “EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA CARRETERA JESÚS–SAN MARCOS TRAMO EL CARMEN – YURACPIRCA EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO”, concluye que la carretera Jesús– San Marcos tramo el Carmen –Yuracpirca, en función a sus parámetros de diseño no es segura en un 62.28%.

Definitivamente, en el Perú el costo estimado por accidentes de tránsito en el 2015 representa el 3.1% del PBI nacional el cual representa un problema en lo que hay mucho por hacer. Entre los años 2008 - 2017 la cifra llega a superar los 911 mil accidentes, con más de 30 mil muertos y más de 530 mil heridos (Policía Nacional del Perú, 2018). Lejos de disminuir se observa que los accidentes de tránsito aumentan cada año. Esta problemática lleva a que el Ministerio de Salud lo considere como un problema de Salud Pública debido a la alta tasa de accidentes de tránsito que se registran en el País (INEI, 2018).

Según la consultora Alauda Sucursal del Perú. (2013), la responsabilidad de un accidente en 10% depende de la infraestructura vial. Por esta razón en las condiciones de la vía, se analizan los elementos de la carretera tales como diseño en planta, sección transversal, visibilidad, pavimento, drenaje, márgenes, etc.

La vía Cajamarca - San Juan tramo Km 150+00+0.00 – Km 143+00+0.00, es una vía con una capa asfáltica de 2”, esta vía pertenece a la red vial nacional PE 08; esta vía debe presentar un adecuado alineamiento horizontal, y así garantizar la seguridad a los beneficiarios de la vía; también se debe mencionar que en los últimos años se han registrado accidentes de tránsito, según la Policía Nacional de San Juan desde los años 1990 hasta 2018, se registró varios accidentes entre fatales y no fatales.

Por ello es importante determinar el nivel de seguridad vial de la carretera considerando las características del alineamiento horizontal y señalización de la vía, la DG-2018-MTC vigente, con el pasar de los años ha sido actualizando, es por ello que los parámetros de diseño han ido variando, por otro lado, el volumen vehicular también ha crecido y en consecuencia ya no garantizan una transpirabilidad segura; estas variantes hizo buscar información y realizar una investigación, todo cambio

que se realice busca mejorar la vía basadas en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC. Por ello en la investigación: “Seguridad vial de la carretera Cajamarca – San Juan tramo (Km 150+0.00-Km 143+00+0.00), en función a sus parámetros de diseño”, esta investigación nace a raíz de los accidentes ocurridos en el tramo elegido; por ello se evaluó las características geométricas que posteriormente serán comparadas con el manual DG – 2018-MTC, con la finalidad de plantear su mejoramiento y brindar una mayor seguridad a los usuarios de esta vía.

Con esta investigación se busca establecer una línea en la Facultad de Ingeniería con el propósito de que permita una secuencia en la evaluación de las carreteras para que así, con estas evaluaciones, se mejore el alineamiento horizontal. Además, la presente tesis tiene como fin principal evaluar las características geométricas, diseño en perfil, diseño en secciones transversales y señalización.

Carretera.

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de una franja de terreno denominado derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad (Cárdenas, 2013).

Seguridad vial.

La seguridad vial está basada en normas y sistemas con las que se disminuyen las posibilidades de averías, choques y sus consecuencias; su objetivo primordial es proteger a las personas y bienes, mediante la eliminación o control de los factores de riesgo los cuales le permitan reducir la cantidad y severidad de los siniestros de tránsito. Todo individuo que transite o se transporte son protagonistas de la consecución de la seguridad vial del tránsito, que es asunto de todos no de una sola

persona. Seguridad vial es la movilización, el desplazamiento libre y exento de todo daño en la vía pública (Pérez y Lastre, 2014).

Castillo H. (2013), nos cita: Un modelo para el Análisis de Riesgos Viales para el trabajo se encuentra en un programa ‘‘Prevención de los Riesgos Laborales Viales’’ desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad Vial de España y la Fundación MAPFRE donde incluye la metodología enfocándose en prevenir pérdidas humanas y económicas un modelo diseñado para que encaje en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de las empresas y de donde tomamos los siguientes conceptos:

Peligro vial: Aquellos elementos o condiciones asociados a un factor de riesgo vial en la carretera que tiene un potencial de causar daño.

Elementos de seguridad vial.

Los elementos que contribuyen, en forma individual o en conjunto a la ocurrencia de accidentes de tránsito son: el factor humano, el vehículo, la vía y el entorno (Chocanta, 2011).

Diseño geométrico de la vía.

Proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos, y las características del terreno (Chocanta, 2011).

Diseño geométrico en planta

Según el MTC. Manuel de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC.

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente.

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

Jerarquización vial.

La jerarquización vial es el ordenamiento de las carreteras que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), en niveles de jerarquía, debidamente agrupadas en las tres redes señaladas.

a. Red vial nacional. - Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras departamentales o regionales y de las carreteras vecinales o rurales.

Clasificación por demanda

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

a) Carreteras de segunda clase

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

Clasificación por orografía

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

a) Terreno plano (tipo: 1)

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

b) Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

c) Terreno accidentado (tipo 3)

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

d) Terreno escarpado (tipo 4)

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

Características de tránsito

Las características del tránsito están referidas a la predicción de los volúmenes de demanda, su composición y la evolución de las mismas, las variaciones que puedan

experimentar a lo largo de la vida útil del proyecto, siendo los principales indicadores, el índice medio diario anual (IMDA), la clasificación por tipo de vehículo y el crecimiento del tránsito.

Índice medio diario anual (IMDA)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento.

Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño, también conocida como velocidad directriz, es la máxima velocidad que, en condiciones de seguridad, puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado.

La elección de la velocidad directriz depende del tipo de carretera, volúmenes de tránsito, la topografía de la zona, condiciones climáticas, funciones de la carretera entre otros.

a) Distancia de visibilidad de parada

La distancia de Visibilidad de Parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil ubicado en su trayectoria. Se considera obstáculo aquel de una altura igual o mayor a 0.15 m, estando situados los ojos del conductor a 1.07m sobre la rasante del eje de su pista de circulación. La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Distancia de visibilidad de parada

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

Dónde:

Dp: Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

tp: Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración en m/s^2 (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

El primer término de la fórmula representa la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (dtp) y el segundo la distancia recorrida durante el frenado hasta la detención (df).

El tiempo de reacción de frenado, es el intervalo entre el instante en que el conductor reconoce la existencia de un objeto, o peligro sobre la plataforma, adelante y el instante en que realmente aplica los frenos. Así se define que el tiempo de reacción estaría de 2 a 3 segundos, se recomienda tomar el tiempo de percepción – reacción de 2.5 segundos.

Tabla 2
Distancias de visibilidad de parada (m), en función de la velocidad de diseño y de la 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	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	285	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de Carreteras DG 2018-MTC

b) Distancia de visibilidad de paso

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. (DG-2018-MTC).

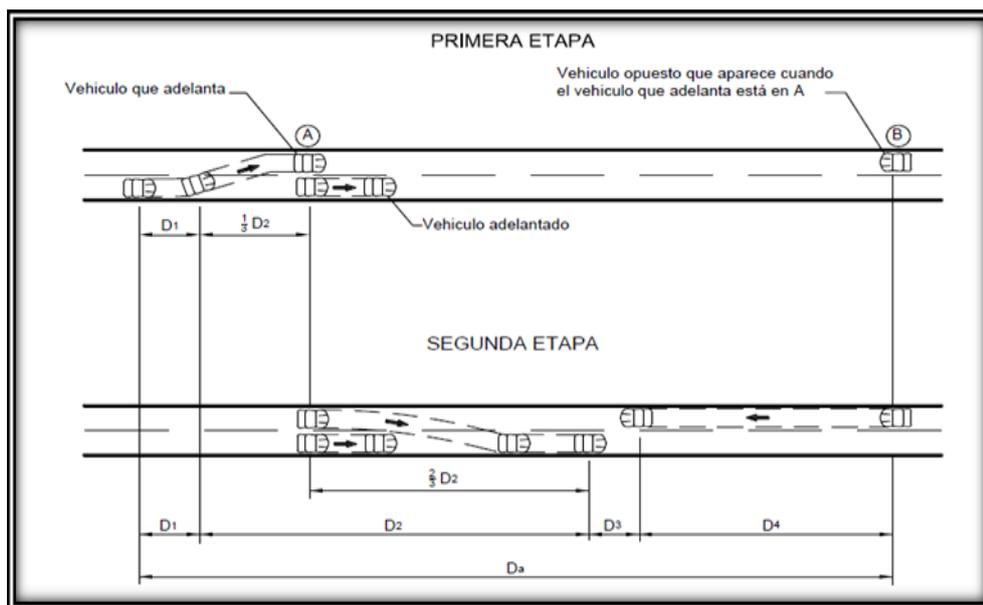


Figura 1. Distancia de visibilidad de paso
Fuente: Manual de Carreteras DG 2018-MTC

La distancia de visibilidad de adelantamiento, de acuerdo con la Figura 2.1, se determina como la suma de cuatro distancias, así:

Ecuación 2 Distancia de visibilidad de paso

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

Dónde:

D_a : Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

D_1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros

D_2 : Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

D_3 : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

D4 : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario
(estimada en $2/3$ de D2), en metros.

Consideraciones para el alineamiento horizontal

- Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.

- En el caso de ángulos de deflexión Δ pequeños, iguales o inferiores a 5° , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

Ecuación 3 Longitudes mínimas de curvas

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

(L en metros; Δ en grados)

- No se usará nunca ángulos de deflexión menores de 59' (minutos).

La longitud mínima de curva (L) será Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño. Las longitudes de tramos en tangente, están dados por las expresiones:

Ecuación 4 Longitud mínima en S

$$L_{min.s} = 1.39 V_d$$

Ecuación 5 Longitud mínima en O

$$L_{min.o} = 2.78 V_d$$

Ecuación 6 Longitud tramos en tangente

$$L_{m\acute{a}x} = 16.70 V_d$$

Dónde:

$L_{min.s}$: Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min.o}$: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{máx}$: Longitud máxima (m).

V_d : Velocidad de diseño (Km/h).

a) Radios de diseño

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

Ecuación 7 Radio mínimo

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

Dónde:

$R_{mín}$ = Radio Mínimo en metros.

V = Velocidad de Diseño en Km. /h.

$P_{máx}$ = Peralte máximo de la curva en valor decimal.

$f_{máx}$ = Factor máximo de fricción.

b) Curvas de vuelta

Son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazos alternativos.

Por lo general, las ramas pueden ser alineamientos rectos con sólo una curva de enlace intermedia, y según el desarrollo de la curva de vuelta, dichos alineamientos pueden ser paralelos entre sí, divergentes, etc.

c) Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.

Con el fin de disponer un alineamiento continuo en los bordes de la calzada, el sobreancho debe desarrollarse gradualmente a la entrada y salida de las curvas.

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente ecuación:

Ecuación 8 Sobreanchos

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

Dónde:

Sa = Sobreancho (m).

N = Número de carriles.

R = Radio (m).

L = Distancia entre el eje posterior y parte frontal (m)

V = Velocidad de diseño (km/h).

Diseño geométrico en perfil

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquéllas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño de ellas asegura las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto. El sistema de cotas del proyecto, estarán referidos y se enlazarán con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la topografía, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, velocidad de proyecto, seguridad, costos de construcción, categoría del camino, valores estéticos y drenaje.

Consideraciones de diseño

- En terreno plano, por razones de drenaje, la rasante estará sobre el nivel del terreno.
- En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible la rasante seguirá las inflexiones del terreno.

- En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- En terreno escarpado el perfil estará condicionado por la divisoria de aguas.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Pendientes

a). Pendientes mínimas

Se deberá fijar una pendiente mínima de 0,5%, a fin de asegurar el drenaje de aguas superficiales en la calzada.

Casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0,2%.
- Si el bombeo es de 2,5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0,5% y la mínima excepcional de 0,35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0,5%.

b). Pendientes máximas

Se considerará las pendientes máximas según la tabla 3, a excepción de los siguientes casos:

- En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la tabla 3, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.

Tabla 3
Pendientes máximas (%)

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera														
	>6,000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 400				<400														
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase														
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																			10.0	10.0											
40 Km/h																			9.0	8.0	9.0	10.0									
50 Km/h																			7.0	7.0	8.0	9.0	8.0	8.0	8.0						
60 Km/h																			6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0	9.0	8.0	8.0	
70 Km/h																			5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	7.0		7.0	7.0
80 Km/h	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			6.0	6.0			7.0	7.0									
90 Km/h	4.5	4.5	5.0		5.0	5.0	6.0		5.0	5.0			6.0				6.0				6.0	6.0									
100 Km/h	4.5	4.5	4.5		5.0	5.0	6.0		5.0				6.0																		
110 Km/h	4.0	4.0			4.0																										
120 Km/h	4.0	4.0			4.0																										
130 Km/h	3.5																														

Nota: a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado(4)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018-MTC

c). Pendientes máximas excepcionales

La pendiente máxima, excepcionalmente podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento.

- En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.
- La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2 000 m, no debe superar el 6%.
- En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

d) Curvas verticales

Son aquellas que enlazan tramos consecutivos de rasante para suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos. Se determina si es necesario su diseño siempre y cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. El parámetro de Curvatura “K” define las curvas verticales parabólicas, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

Ecuación 9 Curvatura K

$$K = L/A$$

Donde,

K : Parámetro de curvatura

L : Longitud de la curva vertical

A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

a). Tipos de curva vertical

- Curvas Cóncavas y Convexas
- Curvas Simétricas y Asimétricas

a.1). Longitud de curva convexa

➤ Para contar con la visibilidad de parada (D_p).

- Cuando $D_p < L$

Ecuación 10 Longitud de curva convexa, visibilidad de parada $D_p < L$

$$L = \frac{AD_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

- Cuando $D_p > L$

Ecuación 11 Longitud de curva convexa, visibilidad de parada $D_p > L$

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A}$$

Donde, para todos los casos:

L : Longitud de la curva vertical (m)

D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

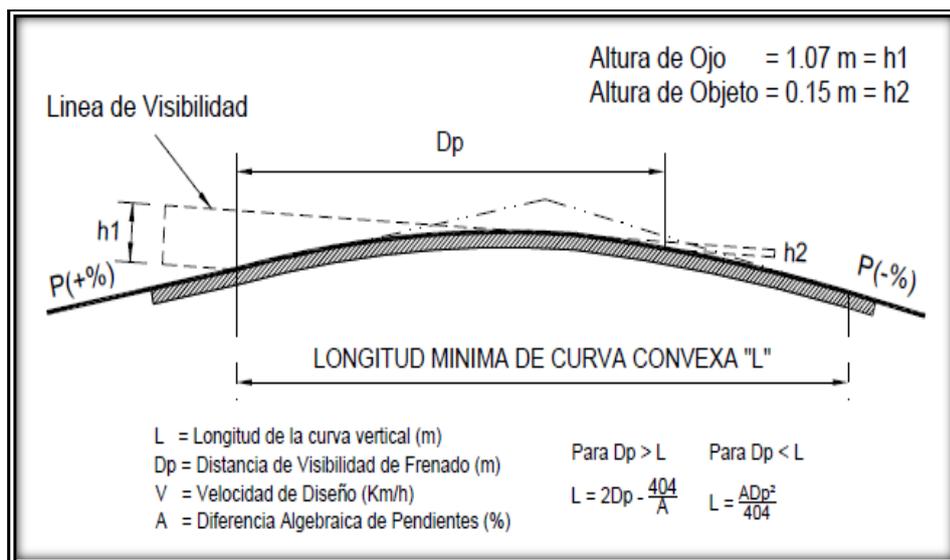


Figura 2. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada
Fuente: DG-2018-MTC

Caso más común: h1 = 1,07 m y h2 = 0,15 m

Ecuación 12 $D_p < L$, Longitud de curva convexa

Cuando $D_p < L$; $L = \frac{AD_p^2}{404}$

Ecuación 13 $D_p > L$, Longitud de curva convexa

Cuando $D_p > L$; $L = 2D_p - \frac{404}{A}$

➤ Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso (Da).

- Cuando $D_a < L$

Ecuación 14 Longitud de visibilidad de adelantamiento $D_a < L$

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

- Cuando $D_a > L$

Ecuación 15 Longitud de visibilidad de adelantamiento $D_a > L$

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

Donde, para todos los casos:

D_a : Distancia de visibilidad de adelantamiento o paso (m)

L : Longitud de la curva vertical (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

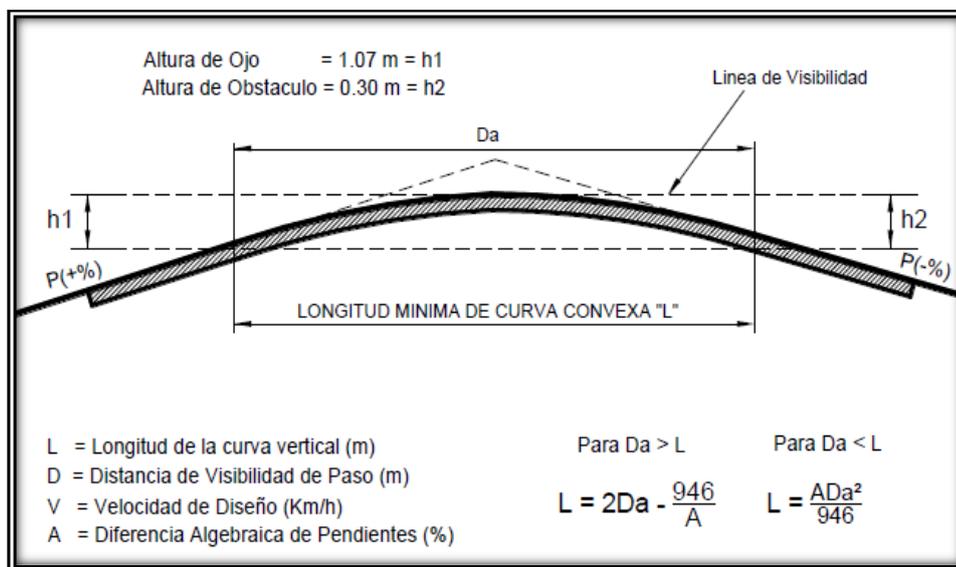


Figura 3. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de paso

Fuente: DG-2018-MTC

a.2). Longitud de curva cóncava

La longitud de las curvas verticales cóncavas, se determina con las siguientes fórmulas:

- Cuando $D < L$;

Ecuación 16 Longitud de curva cóncava $D < L$

$$L = \frac{AD^2}{120+3.5D}$$

- Cuando $D > L$;

Ecuación 17 Longitud de curva cóncava $D > L$

$$L = 2D - \left(\frac{120+3.5D}{A} \right)$$

a) Elementos de la sección transversal

Los elementos de la sección trasversal se pueden observar en la *Figura 5* y *Figura*

6. Son todos aquellos que se encuentran comprendidos dentro del derecho de vía.

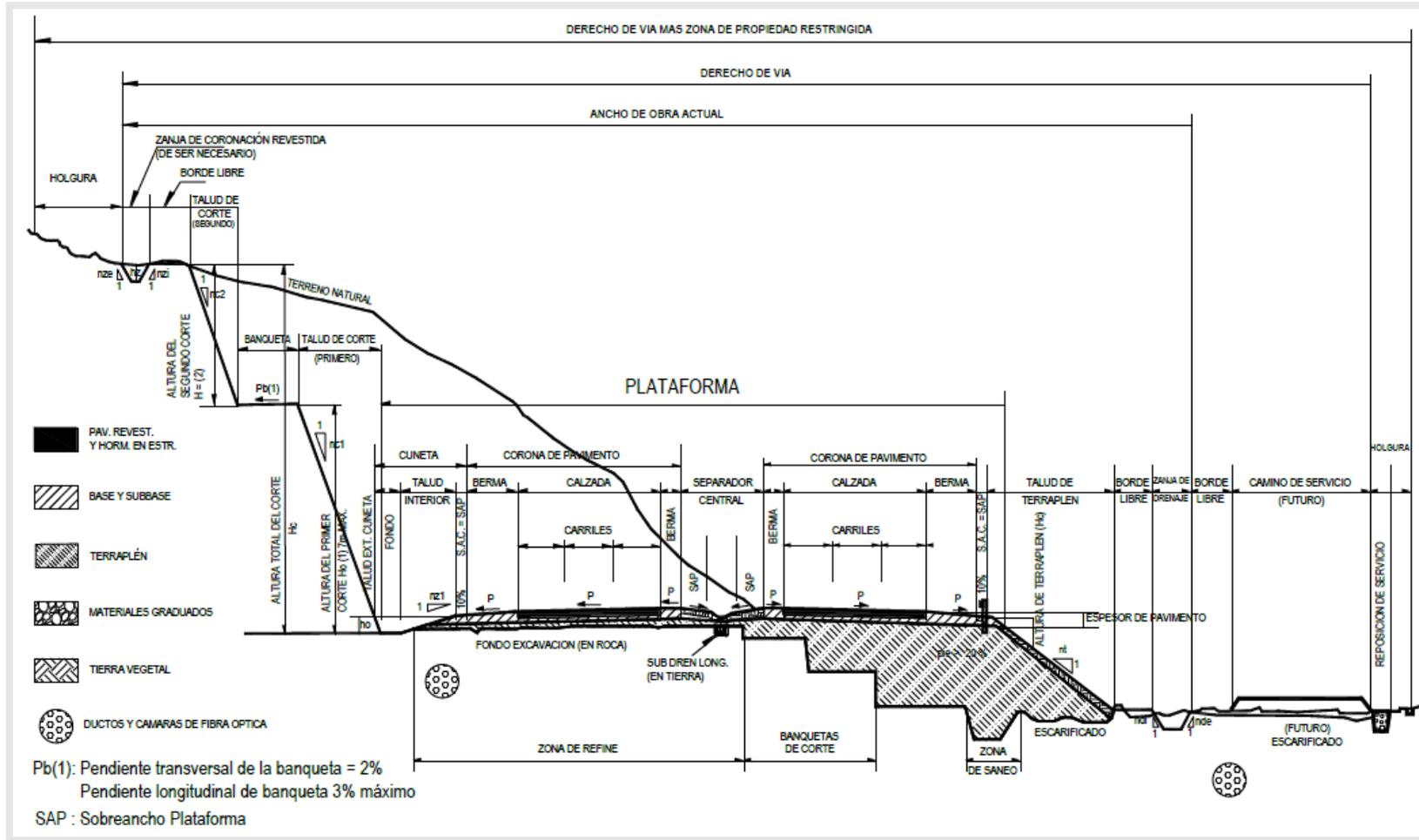


Figura 5. Sección transversal tipo a media ladera para una autopista en tangente
Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (DG – 2018-MTC)

Calzada o superficie de rodadura

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

Ancho en tangente.

El ancho de la calzada en tangente, se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el periodo de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio, en la tabla adjunta se muestran los valores de ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de carretera.

Tabla 4
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
	>6,000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 400				<400				
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase				
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	6.60	
50 Km/h													7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60			
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	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																				

Nota: a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado(4)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

Ancho de la calzada en curva

A los anchos mínimos de calzada en tangente se adicionarán los sobre anchos correspondientes en los tramos en curvas.

Bermas

Las bermas son franjas longitudinales, paralelas y adyacentes a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utilizan como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. Adicionalmente las bermas mejoran las condiciones de funcionamiento del tráfico y su seguridad; por ello, las bermas desempeñan otras funciones en proporción a su ancho tales como protección al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales, etc.

En la tabla adjunta se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

Tabla 5
Anchos mínimos de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	>6,000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 400				<400					
Tráfico vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
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																			0.50	0.50		
40 Km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50		
50 Km/h													2.60	2.60	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90			
60 Km/h									3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20
70 Km/h							3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	
80 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20	
90 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	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	1.20	1.20	
100 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	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	1.20	1.20	
110 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	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	1.20	1.20	
120 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	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	1.20	1.20	
130 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	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	1.20	1.20	

Nota: a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado(4)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018-MTC.

Bombeo

Es la inclinación transversal mínima de la calzada en tramos tangentes, determinado con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

Tabla 6
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de superficie	Bombeo %	
	Precipitación	Precipitación
	n < 500 mm/año	n > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial Afirmado	2,5 3,0 – 3,5	2,5 – 3,0 3,0 – 4,0

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018-MTC.

En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte.

Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

a) Valores del peralte (máximos y mínimos)

Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos fijados en la siguiente tabla:

Tabla 7
Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018-MTC.

Tabla 8
Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0%	8,0%
Zona rural con peligro de hielo	8,0%	6,0%

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018-MTC.

b) El peralte mínimo será del 2%, para los radios y velocidades de diseño indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 9
Peralte Mínimo

Peralte mínimo	Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
	$V \geq 100$	$5.000 \leq R < 7.500$
	$40 \leq V < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018-MTC.

Señalización y seguridad vial

Según el manual de dispositivos de control de tránsito para carreteras, 2016. Para la señalización y seguridad vial se aplicará la normativa peruana exigida en el manual de dispositivos de control de tránsito para carreteras del MTC, modificada en el año 2016. En concordancia con las mejoras que se realicen a la geometría, se debe dotar al tramo de carretera en estudio, con adecuados dispositivos de señalización y seguridad vial para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular.

Seguridad Vial

Busca la reducción de los índices de accidentes viales, a través de la mejora de las características físicas de los componentes de la infraestructura vial, así como de su entorno. El manual es un documento normativo, que brinda las herramientas, los procedimientos, metodologías y consideraciones relativas a Seguridad Vial a tomarse en consideración en las diferentes etapas de los proyectos de infraestructura vial (estudio de factibilidad, diseño preliminar, diseño detallado, construcción, mantenimiento o conservación, operación y otros)

Señalización vertical

Según el manual de dispositivos de control del tránsito para carreteras, son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, destinados a reglamentar el tránsito advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados, las señales verticales se clasifican en:

a) Señales reglamentarias

Su objetivo es notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías



Figura 7. Señales reglamentarias

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito

b) Señales preventivas

Tiene como propósito advertir a los usuarios a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Forma y color

Son de forma cuadrada con excepciones de las señales P-44, P-60 y P-61.

Además, son de fondo amarillo y negro en las orlas.

Ubicación

Deben ubicarse de tal manera, que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. Para la velocidad de 30 km/h se ubicarán a 60 metros del objetivo

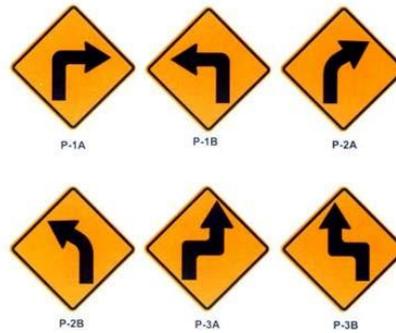


Figura 8. Señales preventivas

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito MTC

c) Señales informativas

Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible.

Forma y color

Son de forma rectangular o cuadrada, con fondo verde y sus respectivas leyendas.

Ubicación

La ubicación de estas señales estará determinada por los tipos de su clasificación. Sin embargo, puede variar en un rango de 20% según las condiciones del lugar, visibilidad, geometría de la vía y otros.



Figura 9. Señales informativas

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito MTC

Señalización horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Colores y letras

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas. En las líneas longitudinales el color blanco se empleará para hacer separación entre tránsito en el mismo sentido y el amarillo entre tránsito de sentido contrario. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza utilizadas para la demarcación de carriles de contraflujo. Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a $\frac{1}{2}$ del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

Elementos de seguridad vial

a) Guardavías

Los guardavías son elementos de seguridad vehicular y peatonal, están conformado por vigas de acero en forma de W galvanizadas por inmersión en caliente de Zinc. Los guardavías y los accesorios cumplen normas internacionales AASHTO M-180, ASTM A-36 y ASTM A-588. Estos se instalan a lo largo de las vías de circulación vehicular y gracias

a su forma, resistencia y dimensiones evitan o distribuyen los daños por accidentes



Figura 10. Guarda vías

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito MTC

b) Gibas

Es un dispositivo estructural fijo, que opera como reductor de velocidad en los sectores de las carreteras que atraviesan las zonas urbanas, y que consiste en la elevación transversal de la calzada en una sección determinada de la vía.

Tipos

Circular. Este tipo de resalto es de sección circular y puede colocarse en un solo carril o en toda la sección de la vía.

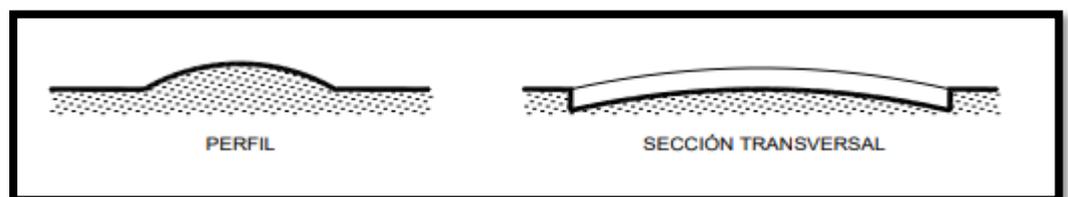


Figura 11. Tipo de gibas

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito MTC

Cojines.- Este tipo de resalto no cubre toda la sección de la vía, su uso es para velocidades del orden de 50 a 60 km/h, con la finalidad de calmar la

velocidad pero sin afectar la comodidad de los vehículos de emergencia, sin perjudicar el tiempo de respuesta en asistir, trasladar enfermos o heridos, incendios, etc.

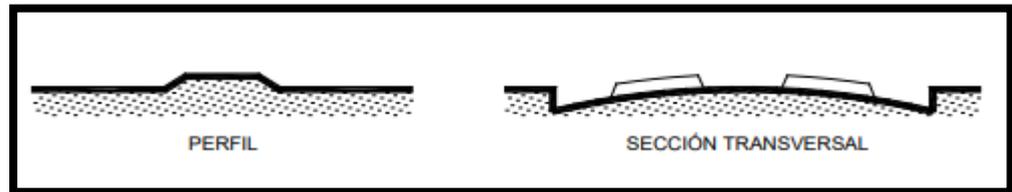


Figura 12: Tipo de gibas

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito MTC

Bandas transversales de alerta. - Las bandas transversales de alerta, es otro tipo de reductor de velocidad que puede ser implementado en la zona de aproximación a un reductor de velocidad tipo resalto u otro tipo, zonas de conflicto de tránsito vehicular motorizado y no motorizado, peatonal y en zonas de aproximación a curvas horizontales y verticales en las que se haya detectado un nivel elevado de accidentalidad debido a un exceso de velocidad.

1.2. Formulación del problema

¿La carretera Cajamarca – San Juan, tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00, es segura en función a sus características geométricas actuales?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar los elementos de la carretera Cajamarca – San Juan tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00 en función a sus características geométricas y señalización actuales.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar los elementos geométricos y señalización de la carretera Cajamarca-San Juan, tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00 mediante el levantamiento topográfico.
- ✓ Analizar las características geométricas y de señalización de la carretera con los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC.
- ✓ Identificar accidentabilidad en el tramo Km 150+00 – Km 143+00.
- ✓ Proponer alternativa de solución según la DG-2018-MTC en alineamiento horizontal, perfil, secciones transversales y señalización para mejorar la seguridad vial de la carretera.

1.4. Hipótesis

La carretera Cajamarca – San Juan, tramo Km 150+00+0.00-Km 143+00+0.00, en función a sus características geométricas actuales no cumple con los parámetros de diseño y señalización, por lo que es insegura.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Debido a que la investigación busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto; realizada la evaluación y comparación de parámetros de diseño geométrico de la carretera, diremos que el tipo de investigación es no experimental descriptiva. Dicho en otras palabras, este tipo de investigaciones no manipula deliberadamente las variables que busca interpretar, sino que se contenta con observar las características geométricas y señalización de su interés en su ambiente natural, para luego describirlos y analizarlos (Hernández S, Fernández C, & Baptista L, 2010).

Según Hernández S et ál, (2010). La investigación tiene un enfoque mixto, ya que se miden variables cuantitativas y cualitativas factores que inciden en las características y señalización de la carretera Cajamarca - San Juan tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00, planteándose primero la hipótesis para luego demostrar si ésta es verdadera o falsa, y así obtener los resultados que aseveren o refute tal hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones de la investigación.

La investigación se realizó en un tiempo continuo, es decir un estudio transversal, que se conduce en un periodo de tiempo determinado, siendo esta un estudio que se llevó a cabo con el mismo conjunto de variables durante un tiempo determinado.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población para esta investigación es el conjunto de segmentos que conforman la carretera de la red vial Cajamarca - Ciudad de Dios (PE-08) con un total de 176.5 Km

2.2.2. Cuantificación de la muestra probabilística

Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseándonos saber cuántos del total tendremos que estudiar la fórmula sería:

Ecuación 18 Cuantificación de la muestra probabilística

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * q * p}$$

Donde:

N=Total de la población

Z_α=1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p= Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q= 1-p (en este caso 1-0.05=0.95)

d= precisión (en su investigación use un 5%)

N = 176.5 Km

Z_α = 1.96 95%

p = 0.05

q = 95%

d = 0.05

n= 51.844 Km

Teniendo una población total de 176.5 Km desde la ciudad de Cajamarca hasta la Ciudad de Dios vía principal, PE-08, con un nivel de confianza 95%, se obtiene una muestra de 51.844 Km.

2.2.3. Muestra no probabilística

La muestra seleccionada para esta investigación fueron todos los segmentos de la vía que conforman el tramo Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00, comprendido entre

los distritos de Cajamarca y San Juan de la carretera red vial Cajamarca – Ciudad de Dios (PE 08).

2.2.4. Unidad de análisis

Kilómetro de carretera

2.2.5. Materiales, instrumentos y métodos.

Ubicación política

País : Perú Región : Cajamarca
Provincia : Cajamarca Distrito : San Juan

Ubicación geográfica

- Sistema de referencia WGS84
- El objeto de estudio se encuentra en la zona 17M
- Tramo Km 150+00+0.00 – Km 143+00+0.00 Carretera Cajamarca – San Juan
- Punto de inicio

Coordenadas UTM

Este: 774974.819 Norte: 9196583.736 Cota: 2665.17 m.s.n.m.

Coordenadas geográficas

Latitud: 7°15'41.80 Longitud: 78°30'35.00

- Punto final

Coordenadas UTM

Este: 775903.901 Norte: 9193726.721 Cota: 2349.112 m.s.n.m.

Coordenadas geográficas

Latitud: 7°17'14.33 Longitud: 78°30'4.48

Equipos topográficos empleados.

✓ Estación total.

- ✓ Prismas.
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Pincel.
- ✓ Brocha.
- ✓ Pintura esmalte.
- ✓ Software estudiantil Civil 3D
- ✓ Microsoft Excel

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica que se usó en la presente tesis para la obtención de datos fue a través de la visita a campo, debido a que la información es confiable, esto se hizo mediante un protocolo sistematizado, teniendo como instrumentos las fichas de recolección de datos en campo tales como, fichas de conteo de vehículos, curvas, peraltes, bombeo, pendientes, secciones transversales y la topografía de la carretera de la red vial nacional (PE 08 Km 150+00+0.00 - Km 143+00+0.00), para evaluar la seguridad vial en función a sus características de diseño geométrico y señalización.

Tabla 14
Formato peraltes

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PERALTES

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO		Cajamarca	San Juan
UBICACIÓN	San Juan		
FECHA	12/03/2021		

PERALTES Y SOBREANCHOS

CURVA	PI	PC	PT	PERALTE EXISTENTE	SOBREANCHOS

Tabla 15
Formato sobreanchos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

SOBREANCHO

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO		Cajamarca	San Juan
UBICACIÓN	San Juan		
FECHA	12/03/2021		

SOBREANCHOS

CURVA	PI	PC	PT	SOBREANCHO EXISTENTE

Tabla 16
Longitud de curvas verticales

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
LONGITUD DE CURVAS VERTICALES

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO	Cajamarca - San Juan	PROVINCIA	CAJAMARCA
UBICACIÓN	San Juan	DISTRITO	SAN JUAN
FECHA	12/03/2021		

Nº curva	Tipo de	Pendiente	Pendiente salida	LOG. DE	Piv	ELEV. Piv	PCv	PTv

Tabla 17
Secciones transversales

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
SECCIONES TRANSVERSALES

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO	Cajamarca - San Juan	PROVINCIA	CAJAMARCA
UBICACIÓN	San Juan	DISTRITO	SAN JUAN
FECHA	12/03/2021		

SECCIONES

Nº Sección	Sección (m)	Progresiva inicial	Progresiva final

2.4. Procedimiento

La investigación comprende cuatro etapas principales de ingeniería:

2.4.1. I ETAPA

1. El trabajo se realizó con la visita a campo para realizar la topografía del tramo de carretera en estudio con estación total SOUTH NTS 362R6L SERIE NTS-360R.
2. Reconocido la zona, con los equipos topográficos se ubicó primera estación (E1), junto al Km 150+00+0.00; teniendo en cuenta la mejor visibilidad, seguidamente se comienza a tomar los puntos de control y de detalle como, bermas, eje, bordes de carretera, de acuerdo al estacado en tramos curvos cada 10 y tramos rectos cada 20 m, tomando las características geométricas de la vía, así como: longitud, ancho de carril, número de sentidos, ancho y tipo de curvas, peralte, pendiente, carril de adelantamiento, carril de giro a izquierda, etc. Tabla N° 13, 14, 15, 16 y 17.
3. Seguidamente se realizó la ubicación y verificación in situ de los dispositivos de señalización horizontal y vertical. Tabla N° 10.
4. Se realizó el conteo de vehículos que transitan por día, para el análisis de tráfico y clasificación de la vía. El conteo vehicular se realizó en un periodo de 7 días “sábado, domingo, lunes, martes, miércoles, jueves, viernes” de acuerdo a la cantidad y al tipo de vehículo, como se detalla en seguida.
 - a. Elaboración de formatos conteo de vehículos. Tabla N° 12.
 - b. Validación de formato por asesor de tesis. Tabla N° 12.
 - c. Ubicación de estaciones de conteo en el distrito de San Juan. La ubicación del lugar antes mencionado se elige debido a que existe

población, energía eléctrica y además estando muy cerca de la progresiva Km 143+00+0.00 del tramo en estudio.

- d. Conteo de vehículos los días sábado, domingo, lunes, martes, miércoles, jueves y viernes.
 - e. Procesamiento de datos mediante el programa Microsoft Excel. Recogida toda la información en la tabla N° 12 se elaboró la tabla de resultados usando el programa Microsoft Excel, en la mencionada tabla se organizó la información por día empezando desde el día sábado, domingo, lunes, martes, miércoles, jueves y viernes. Una vez ingresado la cantidad de vehículos que circulan por la vía, se procedió a realizar una columna con la función suma del programa Microsoft Excel que realiza el conteo total de la semana, finalmente utilizamos la función promedio y obtener el IMDS de vehículos que transitó por la vía.
 - f. Selección del vehículo de diseño y clasificación de carretera. Mediante el programa Microsoft Excel en la opción insertar se elaboró un gráfico de barras para mostrar que tipo de vehículo pesado circulaba en la vía y seleccionar dicho vehículo según el manual de carreteras DG-2018-MTC.
5. Finalmente se visitó a la Policía Nacional del Perú (PNP) del distrito de San Juan, donde se obtuvo la información de los accidentes de tránsito suscitados en los últimos años en el tramo en estudio.

2.4.2. II ETAPA

1. Se procesó los datos obtenidos en campo con el Software CIVIL 3D, versión estudiantil.

2. Luego se obtuvo el plano topográfico en el cual se detallan las características geométricas de la infraestructura vial y los dispositivos de control de tránsito.

2.2.3. III ETAPA

Se realizó el análisis de toda la información procesada en la etapa II, para poder realizar la evaluación de acuerdo a las DG-2018-MTC, con la ayuda del programa Microsoft Excel se evaluó las características de la carretera PE-08 del tramo Km 150+00+0.00 – Km 143+00+0.00, para ser comparado los parámetros de la DG-2018-MTC y el manual de seguridad vial 2017, llegando a la demostración de la hipótesis planteada.

2.2.4. IV ETAPA

Se plantearon las soluciones y/o intervenciones para mejorar la seguridad vial de la carretera PE-08 Cajamarca - San Juan Km 150+00+0.00 – Km 143+00+0.00. Finalmente se realizó las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

2.5. Aspectos éticos

Los resultados presentados son reales debido que se realizó el levantamiento topográfico in situ; además, el marco teórico de la tesis cuenta con las citas respectivas, según modelo APA, de los autores mencionados en los antecedentes. La información de accidentabilidad fue proporcionada por la PNP. Finalmente, en la tesis no existe información de un autor que requiera autorización para su publicación de la alguna institución pública o privada.

2.6. Procedimiento de cálculo

2.6.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de investigación inicia con la topografía en el tramo en estudio, comprendido desde la progresiva Km 150+00+0.00, hasta la progresiva Km 143+000

de la carretera nacional PE-08, los cuales se revisó las características geométricas y señalización mediante la DG-2018. obteniéndose los siguientes datos.

2.6.2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

Tabla 18

Ubicación de la zona de estudio

	KILOMETRO	ESTE	NORTE	COTA
INICIO	150+00+0.00	774974.819	9196583.736	2665.170
FINAL	143+00+0.00	775903.901	9193726.721	2349.112

2.6.3. DISEÑO GEOMÉTRICO

2.6.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA

2.6.3.1.1. Clasificación por demanda

De acuerdo a la tabla N° 19, la vía tiene un IMDA entre 400 -2 000 veh/día, por lo tanto, es una carretera de segunda clase. Las características de la carretera diseñada son de 02 carriles con un ancho de 3.30 m cada carril.

2.6.3.1.2. clasificación por orografía

De acuerdo a la tabla N° 21, el terreno presenta una orografía accidentada (Tipo 3), pues tiene pendientes transversales al eje de la carretera que oscilan entre 51% y el 100%.

2.6.3.2. PERALTES EXISTENTES EN LAS CURVAS

La medición de los peraltes en las curvas existentes en todo el tramo de carretera en estudio se realizó con el nivel de ingeniero; el cual fue colocado en el eje de la vía y en los extremos para obtener un valor más representativo de los peraltes de cada curva, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

2.6.3.2.1. Peralte máximo.

El peralte máximo es 12% para la zona rural obtenida de la tabla N° 32. Para el análisis de éste parámetro de diseño, se tuvo en cuenta el

peralte mínimo y máximo, acorde con lo dispuesto en las tablas 304.04 y 304.05, respectivamente, del Manual de Carreteras DG-2018-MTC, p.196

Todas las curvas horizontales deben ser peraltadas. El peralte máximo para una zona de terreno accidentado o escarpado es de 12%. El cálculo del peralte se realizó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 19 Peraltes

$$p = \frac{v^2}{127R} - f$$

Donde:

p: Peralte máximo asociado a la velocidad.

V: Velocidad de diseño (km/h).

R: Radio mínimo absoluto(m).

F: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V.

Para realizar el análisis del peralte, se realizó la medición con nivel de ingeniero para constatar los peraltes con los que se han diseñado las curvas. En la tabla adjunta se muestran los peraltes obtenidos.

2.6.3.3 Cálculo de los sobreanchos

- Determinación de la distancia L.

La distancia L viene hacer la longitud entre el eje posterior y la parte delantera del vehículo T3S3. Para la investigación se ha considerado un semirremolque simple T3S3 y sus dimensiones se muestran en la figura 22.

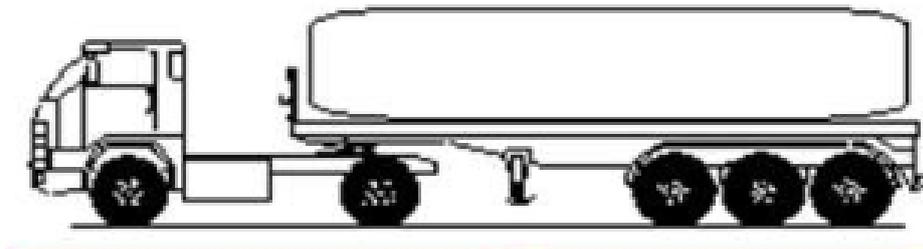


Figura 12. Dimensiones de un T3S3, Manual de diseño geométrico, 2018-MTC

Tiene las siguientes características:

Nomenclatura: T3S3

Alto total: 4.10m.

Ancho total: 2.60m.

Largo total: 20.50 m.

Longitud entre eje posterior y parte delantera: 12.55 m.

-Cálculo de los sobreanchos

Para el cálculo de los sobre anchos se realizó con la ecuación N° 04 de donde se obtiene los siguientes resultados.

La DG-2018-MTC, p.161 considera un valor mínimo de sobreanchos 0.40m; menor a este valor no deben considerarse.

2.6.3.4 DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.

2.6.3.4.1 Pendiente mínima.

La pendiente mínima lo establece la norma DG-2018-MTC, que debe ser 0.5%, según DG-2018-MTC, p.170

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

2.6.3.4.2 Pendiente máxima.

Para determinar la pendiente máxima se utilizó la tabla N° 41 de la cual se obtiene los siguientes datos.

2.6.3.4 Diseño en perfil

Para las curvas verticales se consideró aquellos tramos seguidos como diferencia algebraica, si la pendiente es igual o mayor a 2%. Con la ayuda del programa AUTOCAD CIVIL 3D, se diseñó curvas verticales cóncavas y convexas.

Cálculo de longitud mínima de curvas verticales convexas

Para contar con la visibilidad de parada (D_p), se utilizó los valores de la altura de ojo (h_1) = 1.07m y altura de objeto (h_2) = 0.15m, planteado esto por el Ministerio de Transportes DG-2018-MTC por ser el caso más común, se utilizarán las ecuaciones.

- Cuando $D_p < L$, $L = \frac{ADp^2}{404}$
- Cuando $D_p > L$, $L = 2Dp - \frac{404}{A}$

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Índice medio diario anual (IMDA). El índice medio diario anual proyectado de la vía es de 992 veh/día considerada una carretera de segunda clase.

Tabla 19
Resumen conteo vehicular

TESISTA :		HEINER ADRIANO ALVA PAREDES											PROVINCIA :CAJAMARCA															
FECHA :													DISTRITO :SAN JUAN															
DIA	CARRIL	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETA	PANEL	COMBI	MICROBUS	2E	3E	C2	C3	C4	8X4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3Se2	T3S3	T3Se3	C2R3	C3R3	C3R4	T3S2S2	8X4R2	TOTAL	%	
SABADO	IZQUIERDO+DERECHO	467	142	279	40	124	7	30	135	132	77	6	11	2	2	0	0	6	147	0	2	5	1	1	0	1616	18.43	
DOMINGO	IZQUIERDO+DERECHO	357	161	282	38	102	10	39	109	135	58	5	9	0	1	1	4	4	113	8	4	4	1	0	1	1446	16.50	
LUNES	IZQUIERDO+DERECHO	216	137	158	16	62	4	15	53	76	41	3	1	1	3	1	6	0	75	0	0	0	2	0	0	870	9.92	
MARTES	IZQUIERDO+DERECHO	264	131	199	26	96	4	7	74	93	82	5	5	6	0	0	0	3	82	0	0	0	0	0	0	1077	12.29	
MIERCOLES	IZQUIERDO+DERECHO	258	94	212	17	121	4	19	51	102	34	5	12	0	0	0	0	2	54	0	0	6	0	0	0	991	11.31	
JUEVES	IZQUIERDO+DERECHO	232	121	212	16	128	5	38	62	85	60	13	22	6	0	0	2	10	76	0	0	3	0	0	0	1091	12.45	
VIERNES	IZQUIERDO+DERECHO	383	143	293	23	166	10	43	144	137	98	18	28	3	2	0	7	11	158	0	0	8	0	0	0	1675	19.11	
FC		0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84		
TOTAL		2177	929	1635	176	799	44	191	628	760	450	55	88	18	8	2	19	36	705	8	6	26	4	1	1	8766	100	
PROMEDIO TOTAL		311	133	234	25	114	6	27	90	109	64	8	13	3	1	0	3	5	101	1	1	4	1	0	0	1252	Veh/dia	
		3.55%	1.51%	2.66%	0.29%	1.30%	0.07%	0.31%	1.02%	1.24%	0.73%	0.09%	0.14%	0.03%	0.01%	0.00%	0.03%	0.06%	1.15%	0.01%	0.01%	0.04%	0.01%	0.00%	0.00%			

✓ Cálculo de índice medio diario semanal

$$IMD = \frac{P}{n}$$

Donde:

P: Promedio del tráfico de sábado a viernes

N: Número de días conteo

Tabla 20
Resumen por día de vehículos y el IMDS y IMDA

Categoría	Vi	IMDS	FC	IMDA
Vehículos livianos	AUTOMOVIL	311		
	STATION			
	WAGON	133		
	CAMIONETA	234	817 Veh/día	86.60%
	PANEL	25		
	COMBI	114		
Vehículos pesados	MICROBUS	6		
	2E	27		
	3E	90		
	C2	109		
	C3	64		
	C4	8		
	8X4	13		992 Veh/día
	T2S1	3		
	T2S2	1		
	T2S3	0	341 Veh/día	83.75%
	T3S2	3		
	T3Se2	5		
	T3S3	5		
	T3Se3	1		
	C2R3	1		
	C3R3	4		
	C3R4	1		
	T3S2S2	1		
	8X4R2	0		

Tabla 21
Clasificación de carreteras por su demanda

CLASIFICACIÓN POR DEMANDA				
	1° CLASE	2° CLASE	3° CLASE	TROCHAS CARROSABL ES
IMDA	4000-2001	2000-400	<400	<200
N° Carriles	2	2	2	1
Ancho mínimo	3.6	3.3	3	4
Superficie de rodadura	Pavimento	Pavimento	Asfalto	-

Fuente: Manual de diseño DG-2018-MTC. De acuerdo a la DG-2018-MTC tuvimos una carretera de **Segunda Clase**.

Tabla 22
Pendiente transversal y longitudinal

Progresiva inicial	Progresiva final	Pendiente transversal %	Pendiente longitudinal %	Tipo de terreno
150+000	149+900	40.7	6.15	Ondulado
149+900	149+800	38.8	7.5	Ondulado
149+800	149+700	40.7	6.2	Accidentado
149+700	149+600	38.8	0.9	Ondulado
149+600	149+500	67.3	5.2	Accidentado
149+500	149+400	41.7	3.8	Ondulado
149+400	149+300	30.8	10.9	Ondulado
149+300	149+200	34.1	10.8	Ondulado
149+200	149+100	35.8	4.7	Ondulado
149+100	149+000	41.73	4.5	Ondulado
149+000	148+900	89.5	4.7	Accidentado
148+900	148+800	98.01	3.9	Accidentado
148+800	148+700	98.1	4.7	Accidentado
148+700	148+600	21.84	12.49	Ondulado
148+600	148+500	18.89	7.46	Ondulado
148+500	148+400	89.5	10.75	Accidentado
148+400	148+300	98.01	6.58	Accidentado
148+300	148+200	98.1	14.35	Accidentado
148+200	148+100	21.84	12.49	Ondulado
148+100	148+000	52.1	7.46	Accidentado
148+000	147+900	57.1	5.2	Accidentado
147+900	147+800	67.3	3.8	Accidentado
147+800	147+700	41.7	10.9	Ondulado
147+700	147+600	56.3	10.8	Accidentado
147+600	147+500	34.1	4.7	Ondulado
147+500	147+400	35.8	4.5	Ondulado

147+400	147+300	41.73	4.7	Ondulado
147+300	147+200	89.5	7.46	Accidentado
147+200	147+100	55.3	5.2	Accidentado
147+100	147+000	67.3	3.8	Accidentado
147+000	146+900	52.4	10.9	Accidentado
146+900	146+800	51.4	8.9	Accidentado
146+800	146+700	65.3	4.7	Accidentado
146+700	146+600	21.84	12.49	Ondulado
146+600	146+500	18.89	7.46	Ondulado
146+500	146+400	89.5	10.75	Accidentado
146+400	146+300	18.89	7.46	Ondulado
146+300	146+200	89.5	10.75	Accidentado
146+200	146+100	98.01	6.58	Accidentado
146+100	146+000	98.1	14.35	Accidentado
146+000	145+900	21.84	12.49	Ondulado
145+900	145+800	18.89	7.46	Ondulado
145+800	145+700	38.8	5.2	Ondulado
145+700	145+600	67.3	3.8	Accidentado
145+600	145+500	41.7	10.9	Ondulado
145+500	145+400	54.1	10.8	Accidentado
145+400	145+300	54.2	7.46	Accidentado
145+300	145+200	55.2	5.2	Accidentado
145+200	145+100	67.3	3.8	Accidentado
145+100	145+000	41.7	10.9	Ondulado
145+000	144+900	30.8	8.9	Ondulado
144+900	144+800	27.7	4.3	Ondulado
144+800	144+700	18.89	5.3	Ondulado
144+700	144+600	15.20	4.2	Ondulado
144+600	144+500	21.40	6.6	Ondulado
144+500	144+400	20.10	6.3	Ondulado
144+400	144+300	21.40	5.3	Ondulado

144+300	144+200	20.30	4.5	Ondulado
144+200	144+100	20.20	4.9	Ondulado
144+100	144+000	22.60	11.2	Ondulado
144+000	143+900	14.50	4.6	Ondulado
143+900	143+800	16.40	6.3	Ondulado
143+800	143+700	11.45	5.3	Ondulado
143+700	143+600	11.50	4.3	Ondulado
143+600	143+500	11.30	5.3	Ondulado
143+500	143+400	11.30	4.2	Ondulado
143+400	143+300	11.30	6.6	Ondulado
143+300	143+200	12.35	5.7	Ondulado
143+200	143+100	12.20	2.5	Ondulado
143+100	143+000	12.50	2.8	Ondulado

Tabla 23
Pendientes transversales de la carretera

CLASIFICACIÓN POR OROGRAFIA				
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4
TERRENO	PLANO	ONDULADO	ACCIDENTADO	ESCARPADO
i% Longitudinal	<3%	3% - 6%	6% - 8%	>8%
i% Transversal	<=10%	11%-50%	51%-100%	>100%

Fuente: Manual de diseño DG-2018-MTC

De acuerdo a la tabla 22. El terreno presenta una orografía accidentada

(Tipo 3), pues tiene pendientes transversales al eje de la carretera que

oscilan entre 51% y el 100%.

VEHÍCULO DE DISEÑO.

En vista de que la carretera en estudio tendrá un tráfico conformado por todos los tipos de vehículos que transitan por la Red Vial Nacional PE -08 Cajamarca-Ciudad de Dios tramo Km 150+00+0.00 – Km 143+00+0.00, se ha considerado para la

selección del vehículo de diseño aquel que, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos, requiere mayores dimensiones geométricas para el tránsito seguro por la carretera. El tipo de vehículo de diseño considerado en el proyecto en estudio es el vehículo T3S3 según Reglamento Nacional de Vehículos - 2003 y DG-2018-MTC.

h : Altura de los faros delanteros 0.60 m.

h_3 : Altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad de curvas verticales cóncavas bajo estructuras 2.50 m.

h_4 : Altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería 0.45 m.

h_6 : Altura de techo del vehículo pesado 4.10 m

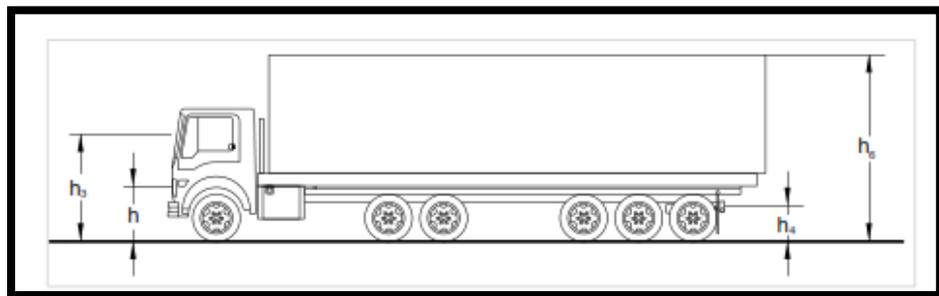


Figura 13 Vehículo pesado T3S3, extraído de la DG-2018-MTC

Tabla 24

Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio min. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
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

Fuente: Manual de diseño (DG-2018-MTC)

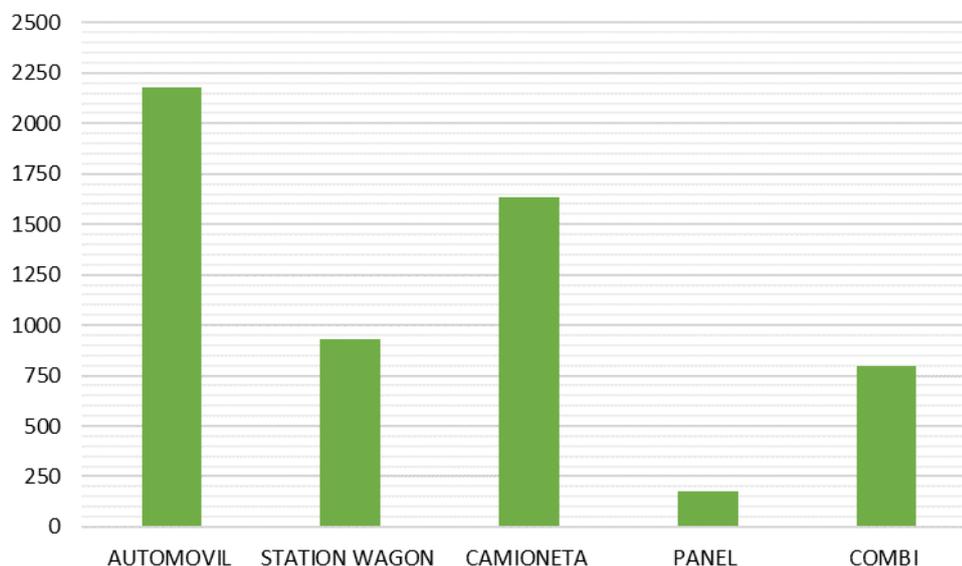


Figura 14. Tipo de vehículos livianos que circula por el tramo en estudio

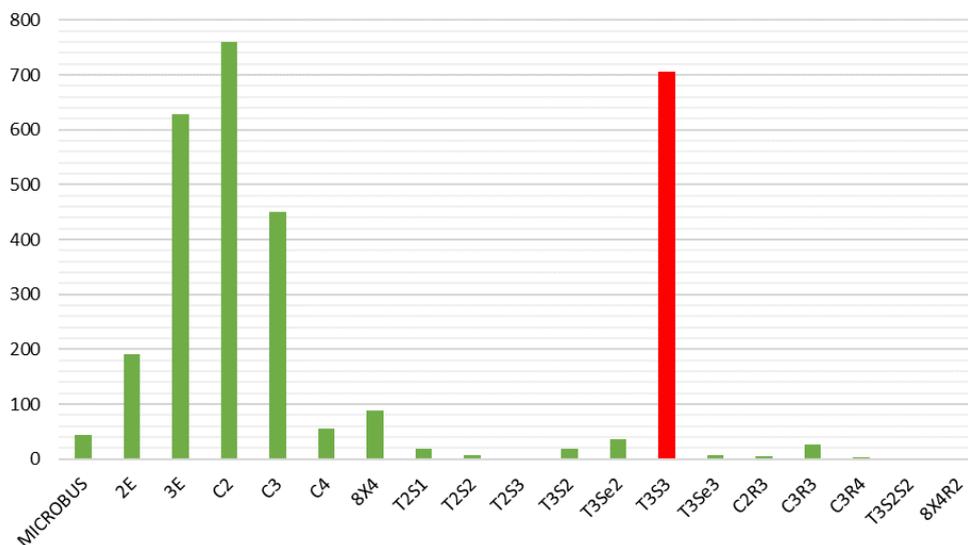


Figura 15. Tipo de vehículos pesados que circula por el tramo en estudio

Tabla 25
Resumen de vehículos livianos

AUTOMOVIL	2177
STATION WAGON	929
CAMIONETA	1635
PANEL	176
COMBI	799

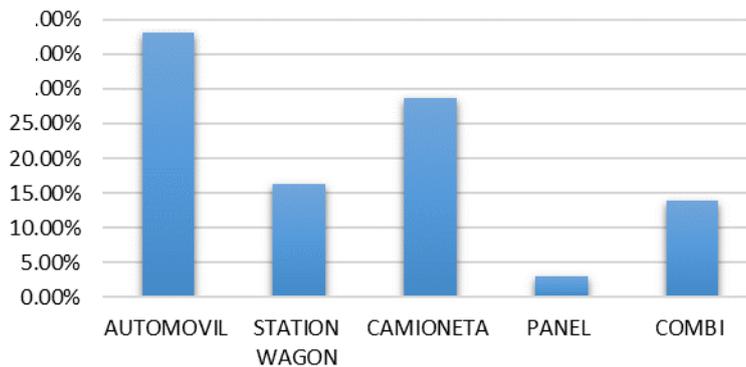


Figura 16. Porcentaje de vehículos livianos

Tabla 26
Resumen de vehículos pesados

Resumen de heículos pesados	
MICROBUS	44
2E	191
3E	628
C2	760
C3	450
C4	55
8X4	88
T2S1	18
T2S2	8
T2S3	2
T3S2	19
T3Se2	36
T3S3	705
T3Se3	8
C2R3	6
C3R3	26
C3R4	4
T3S2S2	1
8X4R2	1

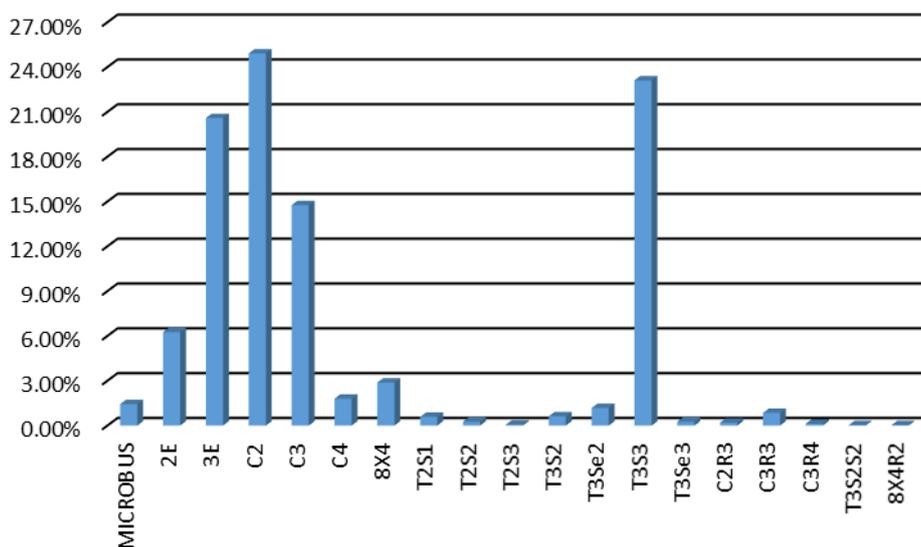


Figura 17. Resumen de vehículos pesados

Comentario: Los vehículos ligeros que presentan mayor incidencia son las combis con un 38% del total; en cuanto a los vehículos pesados, los más frecuentes y representativos son los camiones de 2 ejes (C2) con un 25 % del total y 3 ejes (C3),

con un 15% del total y T3S3 con un 23% del total el cuál fue utilizado como vehículo de diseño.

VELOCIDAD DE DISEÑO

Teniendo información proporcionada por los pobladores de la zona, la construcción de la carretera data del año 1970, cuyo diseño se basó en la Norma Peruana para el diseño de carreteras; adoptando una velocidad de diseño de 50 km/h.

Tabla 27

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

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

Fuente: Manual carreteras diseño geométrico D-G-2018-MTC

El tramo presenta una velocidad de diseño (zona rural) según los dos parámetros de clasificación de carretera determinados anteriormente en la tabla N° 21 y 22, el rango

de velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía, se obtuvo una velocidad de diseño de 50 km/h, 60 Km/h o 70 Km/h.

DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES

Las características geométricas del tramo de carretera en evaluación fueron los siguientes:

Tabla 28
Características geométricas a ser comparados con los parámetros de la DG-2018-MTC

Concepto	Geometría de la carretera	Indicador	Unidad de medida
Medidas de un cuerpo tridimensional, irregular que hacen posible una carretera.	Planta	· IMDA	Veh/día
		· Orografía	Tipo
		· Tangentes	m
		· Longitudes en tangente S	m
		· Longitudes tangente O	m
		· Radio mínimo	m
		· Peralte	%
		· Sobreanchos	m
		· Pendientes	%
		· Banquetas de visibilidad	m
	Perfil	· Distancias de visibilidad de parada y adelantamiento	m
		· Longitud de curvas verticales	m
		· Ancho de calzada	m
	Secciones transversales	· Ancho de berma	m
		· Pendiente de bombeo	%
		· Señales Verticales	Und
	Prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas	· Señales Horizontales	Und
· Reductores de velocidad		Und	
· Dispositivos auxiliares		m	

DISEÑO GEOMETRICO O ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Tabla 29

Elementos de curva circular

N° PI	SENT.	DELTA	R(m)	T(m)	L(m)	E(m)	PI	PC	PT	COORDENADAS		SA	P%
										ESTE	NORTE		
PI:1	I	64°17'25"	65.62	11.47	22.75	11.88	143+159.88	143+117.26	143+193.36	775727.64	9193783.584	0.8	8.76%
PI:2	D	29°25'14"	276.20	9.79	19.46	9.36	143+274.53	143+242.84	143+304.82	775702.84	9193904.861	1.85	9.50%
PI:3	I	90°01'01"	29.63	26.75	40.18	12.28	143+405.68	143+380.02	143+420.32	775615.92	9194004.929	0.8	6.78%
PI:4	I	77°02'53"	14.70	24.25	41.73	4.09	143+447.18	143+420.41	143+465.63	775655.57	9194039.37	0.8	4.98%
PI:5	I	8°00'23"	286.20	9.65	19.27	0.7	143+798.37	143+778.63	143+818.05	775946.16	9193827.697	1.2	5.00%
PI:6	D	40°17'28"	91.61	35.34	67.78	5.97	143+972.27	143+938.68	144+003.08	776071.14	9193706.69	2.2	6.00%
PI:7	D	90°01'01"	20.29	20.64	35.03	8.41	144+347.53	144+327.19	144+359.15	776448.37	9193681.731	1.05	2.75%
PI:8	D	96°54'19"	17.19	22.41	29.77	8.73	144+379.14	144+359.63	144+388.87	776451.03	9193721.98	1.7	2.50%
PI:9	I	20°27'04"	188.17	34.34	67.93	3.04	144+494.64	144+460.68	144+527.88	776325.94	9193715.159	0.95	2.60%
PI:10	I	65°42'42"	154.50	99.74	177.11	29.42	144+737.20	144+637.42	144+814.61	776093.7	9193787.63	0.3	2.78%
PI:11	D	58°10'32"	76.29	40.85	73.95	11.01	145+051.29	145+012.72	145+083.11	776052.95	9194121.609	1.2	3.11%
PI:12	D	19°53'04"	128.55	16.66	33.07	1.96	145+180.71	145+158.16	145+202.82	775929.4	9194178.87	0.4	3.55%
PI:13	D	21°23'26"	248.32	45.24	89.38	4.39	145+359.33	145+312.58	145+405.00	775751.01	9194194.423	0.3	2.59%
PI:14	D	12°35'10"	280.42	19.42	38.69	1.7	145+525.94	145+495.04	145+556.59	775590.13	9194147.074	0.8	3.71%
PI:15	I	71°06'27"	113.55	81.08	140.8	26.02	145+736.73	145+655.58	145+796.49	775405.55	9194044.78	0.6	1.21%
PI:16	D	12°33'44"	228.51	25.45	50.7	1.38	146+134.18	146+109.10	146+159.05	775094.85	9194325.65	0.5	2.14%
PI:17	D	42°09'29"	89.94	38.15	72.8	6.45	146+545.49	146+510.84	146+576.99	774736.86	9194528.61	0.8	2.29%
PI:18	I	37°59'39"	119.44	41.15	79.26	6.88	146+697.35	146+656.21	146+735.45	774585.59	9194494.778	0.8	1.54%
PI:19	D	12°32'50"	248.98	27.14	54.07	1.5	146+836.48	146+809.33	146+863.42	774457.15	9194555.731	0.8	2.48%
PI:20	I	103°54'06"	47.68	60.74	86.21	29.68	147+131.28	147+070.30	147+156.85	774169.5	9194621.293	2.6	8.00%
PI:21	D	39°52'55"	86.55	31.32	60.1	5.52	147+353.59	147+322.21	147+382.43	774285.47	9194851.45	1.3	7.95%
PI:22	D	30°43'21"	200.01	54.52	106.41	7.41	147+504.25	147+449.34	147+556.52	774250.64	9195000.65	1.2	8.00%
PI:23	I	108°27'33"	32.44	45.04	61.43	23.06	147+950.54	147+905.60	147+966.89	773939.56	9195324.332	1.15	8.00%
PI:24	D	46°39'45"	70.97	30.19	57.01	6.32	148+051.23	148+020.65	148+078.40	774056.34	9195379.792	0.55	6.13%
PI:25	D	56°30'24"	65.73	37.62	69.04	8.89	148+161.49	148+126.17	148+190.99	774091.34	9195487.949	0.8	8.00%
PI:26	I	113°39'54"	41.09	61.67	79.9	34.02	148+382.72	148+320.93	148+401.05	773949.77	9195665.462	0	4.00%
PI:27	D	11°35'04"	179.27	23.95	47.74	0.92	148+733.59	148+715.39	148+751.66	774330.83	9195766.91	1.1	1.74%
PI:28	D	11°54'08"	136.57	14.14	28.18	0.74	148+928.35	148+914.21	148+942.38	774505.25	9195853.844	2.1	4.00%
PI:29	I	16°37'11"	147.02	23.06	45.84	1.56	149+093.20	149+070.00	149+116.12	774634.53	9195956.294	1.4	4.00%
PI:30	D	22°54'40"	110.20	20.35	40.04	2.24	149+231.64	149+211.29	149+251.34	774762.19	9196010.583	1.15	4.00%
PI:31	D	54°14'30"	110.49	51.55	95.29	13.65	149+357.05	149+300.45	149+405.06	774846.31	9196104.468	2.6	6.00%
PI:32	I	36°05'13"	55.49	18.17	35.14	2.87	149+568.71	149+550.63	149+585.58	774799.08	9196319.591	1.9	8.00%
PI:33	D	54°50'07"	43.15	22.93	42.47	5.46	149+676.89	149+654.51	149+695.79	774843.06	9196419.743	0.95	12.00%
PI:34	I	106°29'13"	53.57	63.31	88.82	35.95	149+802.76	149+731.04	149+830.60	774776.19	9196530.458	2.26	12.00%

TRAMOS EN TANGENTE

Para obtener longitudes en tangentes se utilizó *ecuación 4, 5, 6*. Así como lo especificado en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC

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

$$L_{min.s} = 1.39 V_d$$

$$L_{min.s} = 1.39 * 50$$

$$L_{min.s} = 69.50 \text{ m.}$$

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

$$L_{min.o} = 2.78 V_d$$

$$L_{min.o} = 2.78 * 50$$

$$L_{min.o} = 139 \text{ m.}$$

- Longitud máxima de tramo recto.

$$L_{máx} = 16.70 V_d$$

$$L_{máx} = 16.70 * 50$$

$$L_{máx} = 835 \text{ m.}$$

Tabla 30
Verificación de longitudes en tramos en tangente

N ° PI	RADIO	DEFLEXIÓN	SENTIDO	TRAMO EN TANGENTE		CLASIFICACIÓN		L.T.T (m)	Lmin	Verificación
						"S"	"O"			
Inicio				Inicio	PI:1			39.6		
PI:1	65.62	64°17'25"	I	PI:1	PI:2	Lim.s		38.16	69.5	No cumple
PI:2	276.20	29°25'14"	D	PI:2	PI:3	C.Vuelta		123.9		
PI:3	29.63	90°01'01"	I	PI:3	PI:4	C.Vuelta		108.8		
PI:4	14.70	77°02'53"	I	PI:4	PI:5	Lim.o		67.08	139	No cumple
PI:5	286.20	8°00'23"	I	PI:5	PI:6	Lim.s		321.58	69.5	Cumple
PI:6	91.61	40°17'28"	D	PI:6	PI:7	C.Vuelta		128.86		
PI:7	20.29	90°01'01"	D	PI:7	PI:8	C.Vuelta		316.79		
PI:8	17.19	96°54'19"	D	PI:8	PI:9	Lim.s		72.7	69.5	Cumple
PI:9	188.17	20°27'04"	I	PI:9	PI:10	Lim.o		109.15	139	No cumple
PI:10	154.50	65°42'42"	I	PI:10	PI:11	Lim.s		197.84	69.5	Cumple
PI:11	76.29	58°10'32"	D	PI:11	PI:12	Lim.o		90.54	139	No cumple
PI:12	128.55	19°53'04"	D	PI:12	PI:13	Lim.o		103.43	139	No cumple
PI:13	248.32	21°23'26"	D	PI:13	PI:14	Lim.o		111.39	139	No cumple
PI:14	280.42	12°35'10"	D	PI:14	PI:15	Lim.s		102.19	69.5	Cumple
PI:15	113.55	71°06'27"	I	PI:15	PI:16	Lim.s		312.44	69.5	Cumple
PI:16	228.51	12°33'44"	D	PI:16	PI:17	Lim.o		346.35	139	Cumple
PI:17	89.94	42°09'29"	D	PI:17	PI:18	Lim.s		77.64	69.5	Cumple
PI:18	119.44	37°59'39"	I	PI:18	PI:19	Lim.s		73.88	69.5	Cumple
PI:19	248.98	12°32'50"	D	PI:19	PI:20	Lim.s		207.14	69.5	Cumple
PI:20	47.68	103°54'06"	I	PI:20	PI:21	Lim.s		165.66	69.5	Cumple
PI:21	86.55	39°52'55"	D	PI:21	PI:22	Lim.o		67.37	139	No cumple
PI:22	200.01	30°43'21"	D	PI:22	PI:23	Lim.s		349.37	69.5	Cumple
PI:23	32.44	108°27'33"	I	PI:23	PI:24	Lim.s		54.05	69.5	No cumple
PI:24	70.97	46°39'45"	D	PI:24	PI:25	Lim.o		45.87	139	No cumple
PI:25	65.73	56°30'24"	D	PI:25	PI:26	Lim.s		127.76	69.5	Cumple
PI:26	41.09	113°39'54"	I	PI:26	PI:27	Lim.s		306.05	69.5	Cumple
PI:27	179.27	11°35'04"	D	PI:27	PI:28	Lim.o		159.51	139	Cumple
PI:28	136.57	11°54'08"	D	PI:28	PI:29	Lim.s		127.76	69.5	Cumple
PI:29	147.02	16°37'11"	I	PI:29	PI:30	Lim.s		95.31	69.5	Cumple
PI:30	110.20	22°54'40"	D	PI:30	PI:31	Lim.o		54.16	139	No cumple
PI:31	110.49	54°14'30"	D	PI:31	PI:32	Lim.s		150.52	69.5	Cumple
PI:32	55.49	36°05'13"	I	PI:32	PI:33	Lim.s		68.27	69.5	No cumple
PI:33	43.15	54°50'07"	D	PI:33	PI:34	Lim.s		42.75	69.5	No cumple
PI:34	53.57	106°29'13"	I	PI:34	Fin			139.17		

Tabla 31
Resumen Tramos en tangente

Longitud de tramo en tangente (LTT)	
Cumple	No cumple
17	13

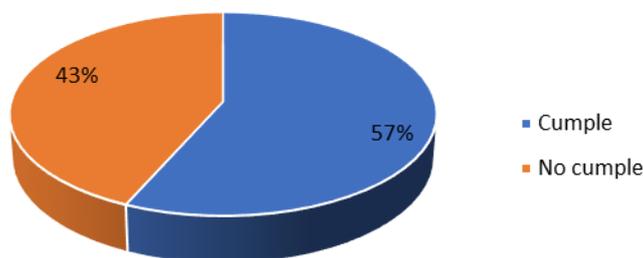


Figura 18 Tramos en tangente evaluados
Comentario: EL 43% de tramos en tangente evaluados, no cumplen con lo especificado en el Manual de diseño DG-2018-MTC

Longitud de curva horizontal

Ahora evaluaremos la longitud de curva teniendo en cuenta que según manual de diseño geométrico DG-2018-MTC, para carreteras con velocidad directriz menor a 50 Km/h y con ángulo de deflexión mayor a 5° ($\Delta \geq 5$) se considera como longitud de curva mínima deseada la expresión $L=3V$ (L= longitud de curva en metros y V= velocidad en km/hora).

Debido a que nuestra velocidad directriz es 50 km/h; nuestra longitud mínima de curva será:

$$L = 3 V \Rightarrow L = 3 \times 50 = 150\text{m}$$

Para $\Delta \leq 5^\circ$ la longitud de curva será:

$$L > 30(10 - \Delta)$$

CURVAS CIRCULARES

Se diseñó las curvas horizontales o circulares teniendo en cuenta el radio mínimo.

Haciendo uso de la ecuación 7 y la sección 302.02 del manual de diseño geométrico DG-2018-MTC, para valores de velocidad de diseño: 50 Km/h, peralte máximo: 12% y valor máximo de fricción: 0.16; obtenemos:

Tabla 32

Determinación de radios mínimos y peraltes máximos para el diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx (%)	f máx	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
	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
Área rural (accidentado o escarpado)	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: Manual carretera diseño geométrico D-G 2018-MTC, tabla 302.02, p. 129

$$R_{mín} = \frac{v^2}{127(0.01 * P_{máx} + f_{máx})}$$

$$R_{mín} = \frac{50^2}{127(0.01 * 12 + 0.16)}$$

$$R_{mín} = 70.30 \text{ m.}$$

Teniendo en cuenta la tabla N° 32 del manual de diseño geométrico DG -2018-

MTC, se asume el valor de: **Rmín = 70m.**

Para curvas de vuelta, el radio mínimo será calculado con la siguiente expresión

Ecuación 20 Radios curvas de volteo

$$Rm = 15 + \frac{(\text{ancho de calzada})}{2}$$

Ancho de calzada = 6.60 m

$$Rm = 15 + \frac{(6.60)}{2}$$

Entonces para curvas de vuelta

Rm=18.30 m

Tabla 33
Radios mínimos de curvas

CURVA	PI	PC	PT	DELTA	RAD	EXTERNA	RADIO	TIPO CURVA	VERIFICACIÓN
						EXISTENTE (m)	EXISTENTE		
PI:1	143+159.88	143+117.26	143+193.36	64°17'25"	1.122077	11.88	65.62		No cumple
PI:2	143+274.53	143+242.84	143+304.82	29°25'14"	0.5134856	9.36	276.20		Cumple
PI:3	143+405.68	143+380.02	143+420.32	90°01'01"	1.5710921	12.28	29.63	Volteo	Cumple
PI:4	143+447.18	143+420.41	143+465.63	77°02'53"	1.3447423	4.09	14.70	Volteo	No cumple
PI:5	143+798.37	143+778.63	143+818.05	8°00'23"	0.1397378	0.7	286.20		Cumple
PI:6	143+972.27	143+938.68	144+003.08	40°17'28"	0.7032125	5.97	91.61		Cumple
PI:7	144+347.53	144+327.19	144+359.15	90°01'01"	1.5710921	8.41	20.29	Volteo	Cumple
PI:8	144+379.14	144+359.63	144+388.87	96°54'19"	1.6913162	8.73	17.19	Volteo	No cumple
PI:9	144+494.64	144+460.68	144+527.88	20°27'04"	0.3571138	3.04	188.17		Cumple
PI:10	144+737.20	144+637.42	144+814.61	65°42'42"	1.1468849	29.42	154.50		Cumple
PI:11	145+051.29	145+012.72	145+083.11	58°10'32"	1.015355	11.01	76.29		Cumple
PI:12	145+180.71	145+158.16	145+202.82	19°53'04"	0.347049	1.96	128.55		Cumple
PI:13	145+359.33	145+312.58	145+405.00	21°23'26"	0.3733356	4.39	248.32		Cumple
PI:14	145+525.94	145+495.04	145+556.59	12°35'10"	0.2196691	1.7	280.42		Cumple
PI:15	145+736.73	145+655.58	145+796.49	71°06'27"	1.24106	26.02	113.55		Cumple
PI:16	146+134.18	146+109.10	146+159.05	12°33'44"	0.2192521	1.38	228.51		Cumple
PI:17	146+545.49	146+510.84	146+576.99	42°09'29"	0.7357969	6.45	89.94		Cumple
PI:18	146+697.35	146+656.21	146+735.45	37°59'39"	0.6631233	6.88	119.44		Cumple
PI:19	146+836.48	146+809.33	146+863.42	12°32'50"	0.2189903	1.5	248.98		Cumple
PI:20	147+131.28	147+070.30	147+156.85	103°54'06"	1.8134262	29.68	47.68		No cumple
PI:21	147+353.59	147+322.21	147+382.43	39°52'55"	0.6960712	5.52	86.55		Cumple
PI:22	147+504.25	147+449.34	147+556.52	30°43'21"	0.5362088	7.41	200.01		Cumple
PI:23	147+950.54	147+905.60	147+966.89	108°27'33"	1.8929696	23.06	32.44		No cumple
PI:24	148+051.23	148+020.65	148+078.40	46°39'45"	0.8144143	6.32	70.97		Cumple
PI:25	148+161.49	148+126.17	148+190.99	56°30'24"	0.9862274	8.89	65.73		No cumple
PI:26	148+382.72	148+320.93	148+401.05	113°39'54"	1.9838285	34.02	41.09		No cumple
PI:27	148+733.59	148+715.39	148+751.66	11°35'04"	0.2021867	0.92	179.27		Cumple
PI:28	148+928.35	148+914.21	148+942.38	11°54'08"	0.207733	0.74	136.57		Cumple
PI:29	149+093.20	149+070.00	149+116.12	16°37'11"	0.2900689	1.56	147.02		Cumple
PI:30	149+231.64	149+211.29	149+251.34	22°54'40"	0.3998743	2.24	110.20		Cumple
PI:31	149+357.05	149+300.45	149+405.06	54°14'30"	0.9466957	13.65	110.49		Cumple
PI:32	149+568.71	149+550.63	149+585.58	36°05'13"	0.629836	2.87	55.49		No cumple
PI:33	149+676.89	149+654.51	149+695.79	54°50'07"	0.9570561	5.46	43.15		No cumple
PI:34	149+802.76	149+731.04	149+830.60	106°29'13"	1.8585478	35.95	53.57		No cumple

Tabla 34
Resume de radio mínimos

Radios mínimos	
Cumple	No cumple
24	10

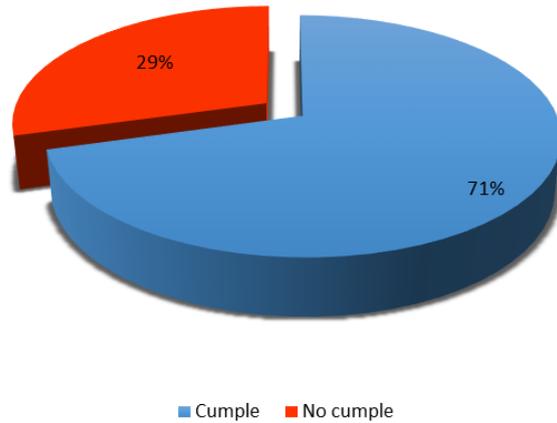


Figura 19 Radios evaluados

Comentario: De las 34 curvas evaluadas, 24 cumplen con las normas DG-2018-MTC, las cuales representan en 71% del total.

Tabla 35
Peraltes medidos con nivel de ingeniero

CURVA	PI	PC	PT	PERALTE EXISTENTE	SOBREANCHOS
PI:1	64°17'25"	143+117.26	143+193.36	8.76%	0.8
PI:2	29°25'14"	143+242.84	143+304.82	9.50%	1.85
PI:3	90°01'01"	143+380.02	143+420.32	6.78%	0.8
PI:4	77°02'53"	143+420.41	143+465.63	4.98%	0.8
PI:5	8°00'23"	143+778.63	143+818.05	5.00%	1.2
PI:6	40°17'28"	143+938.68	144+003.08	6.00%	2.2
PI:7	90°01'01"	144+327.19	144+359.15	2.75%	1.05
PI:8	96°54'19"	144+359.63	144+388.87	2.50%	1.7
PI:9	20°27'04"	144+460.68	144+527.88	2.60%	1.0
PI:10	65°42'42"	144+637.42	144+814.61	2.78%	0.3
PI:11	58°10'32"	145+012.72	145+083.11	3.11%	1.2
PI:12	19°53'04"	145+158.16	145+202.82	3.55%	0.4
PI:13	21°23'26"	145+312.58	145+405.00	2.59%	0.3
PI:14	12°35'10"	145+495.04	145+556.59	3.71%	0.8
PI:15	71°06'27"	145+655.58	145+796.49	1.21%	0.6
PI:16	12°33'44"	146+109.10	146+159.05	2.14%	0.5
PI:17	42°09'29"	146+510.84	146+576.99	2.29%	0.8
PI:18	37°59'39"	146+656.21	146+735.45	1.54%	0.8
PI:19	12°32'50"	146+809.33	146+863.42	2.48%	0.8
PI:20	103°54'06"	147+070.30	147+156.85	8.00%	2.6
PI:21	39°52'55"	147+322.21	147+382.43	7.95%	1.3
PI:22	30°43'21"	147+449.34	147+556.52	8.00%	1.2
PI:23	108°27'33"	147+905.60	147+966.89	8.00%	1.15
PI:24	46°39'45"	148+020.65	148+078.40	6.13%	0.55
PI:25	56°30'24"	148+126.17	148+190.99	8.00%	0.8
PI:26	113°39'54"	148+320.93	148+401.05	4.00%	0
PI:27	11°35'04"	148+715.39	148+751.66	1.74%	1.1
PI:28	11°54'08"	148+914.21	148+942.38	4.00%	2.1
PI:29	16°37'11"	149+070.00	149+116.12	4.00%	1.4
PI:30	22°54'40"	149+211.29	149+251.34	4.00%	1.15
PI:31	54°14'30"	149+300.45	149+405.06	6.00%	2.6
PI:32	36°05'13"	149+550.63	149+585.58	8.00%	1.9
PI:33	54°50'07"	149+654.51	149+695.79	12.00%	0.95
PI:34	106°29'13"	149+731.04	149+830.60	12.00%	2.26

Tabla 36
Peraltes calculados

CURVA	RADIO (m)	PERALTE			OBSERVACIÓN
		-	%	Maximo a usar	
PI:1	65.62	0.14	14.00%	12.00%	No cumple
PI:2	276.20	-0.09	-8.87%	12.00%	No necesita peralte
PI:3	29.63	0.50	50.43%	12.00%	No cumple
PI:4	14.70	1.18	117.90%	12.00%	No cumple
PI:5	286.20	-0.09	-9.12%	12.00%	No necesita peralte
PI:6	91.61	0.05	5.49%	12.00%	Cumple
PI:7	20.29	0.81	81.00%	12.00%	No cumple
PI:8	17.19	0.98	98.49%	12.00%	No cumple
PI:9	188.17	-0.06	-5.54%	12.00%	No necesita peralte
PI:10	154.50	-0.03	-3.26%	12.00%	No necesita peralte
PI:11	76.29	0.10	9.80%	12.00%	Cumple
PI:12	128.55	-0.01	-0.69%	12.00%	No necesita peralte
PI:13	248.32	-0.08	-8.07%	12.00%	No necesita peralte
PI:14	280.42	-0.09	-8.98%	12.00%	No necesita peralte
PI:15	113.55	0.01	1.34%	12.00%	Cumple
PI:16	228.51	-0.07	-7.39%	12.00%	No necesita peralte
PI:17	89.94	0.06	5.89%	12.00%	Cumple
PI:18	119.44	0.00	0.48%	12.00%	Cumple
PI:19	248.98	-0.08	-8.09%	12.00%	No necesita peralte
PI:20	47.68	0.25	25.29%	12.00%	No cumple
PI:21	86.55	0.07	6.74%	12.00%	Cumple
PI:22	200.01	-0.06	-6.16%	12.00%	No necesita peralte
PI:23	32.44	0.45	44.67%	12.00%	No cumple
PI:24	70.97	0.12	11.74%	12.00%	Cumple
PI:25	65.73	0.14	13.95%	12.00%	No cumple
PI:26	41.09	0.32	31.90%	12.00%	No cumple
PI:27	179.27	-0.05	-5.02%	12.00%	No necesita peralte
PI:28	136.57	-0.02	-1.59%	12.00%	No necesita peralte
PI:29	147.02	-0.03	-2.61%	12.00%	No necesita peralte
PI:30	110.20	0.02	1.86%	12.00%	Cumple
PI:31	110.49	0.02	1.82%	12.00%	Cumple
PI:32	55.49	0.19	19.48%	12.00%	No cumple
PI:33	43.15	0.30	29.62%	12.00%	No cumple
PI:34	53.57	0.21	20.75%	12.00%	No cumple

Tabla 37
Resumen de peraltes máximos

Cumple	No cumple	No necesita peralte
9	12	13

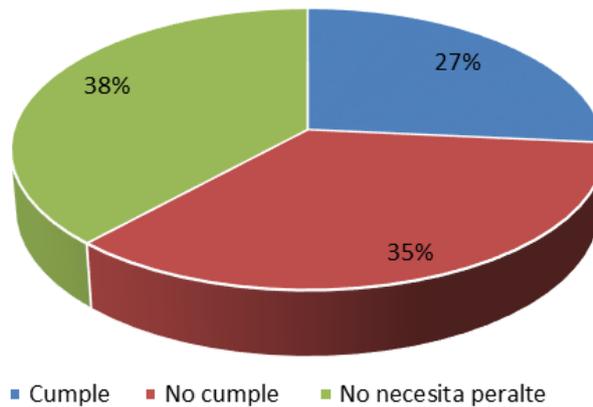


Figura 20 Peraltes evaluados

Comentario: De las 34 curvas evaluadas, se determinó que 09 cumplen con el peralte definido en el Manual de diseño DG-2018-MTC, representado por el 27% del total, de la misma manera se determinó que 13 curvas (38%) no necesitan peralte.

Peralte mínimo.

Curva C34:

Velocidad de diseño: 50 km/h (zona rural)

Radio calculado: 53.17 m

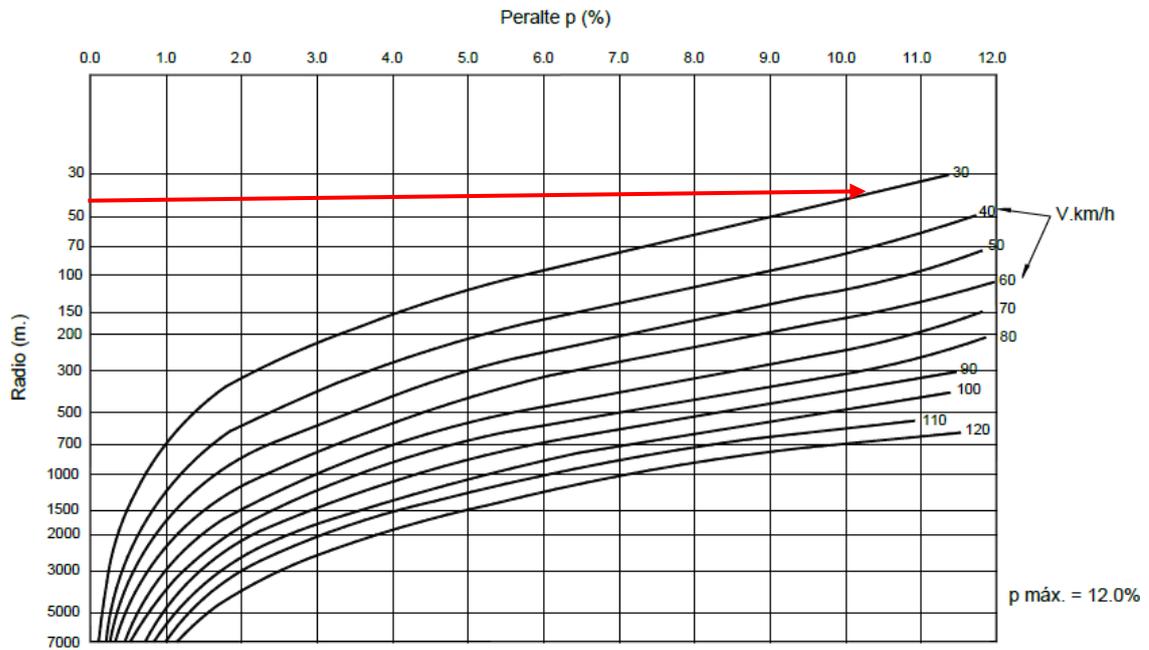


Figura 21. Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, 2018-MTC, p. 131

El peralte mínimo para la curva N°34 será $\geq 12.0\%$.

Curva C01:

Velocidad de diseño: 50 km/h (zona rural)

Radio calculado: 65.62 m

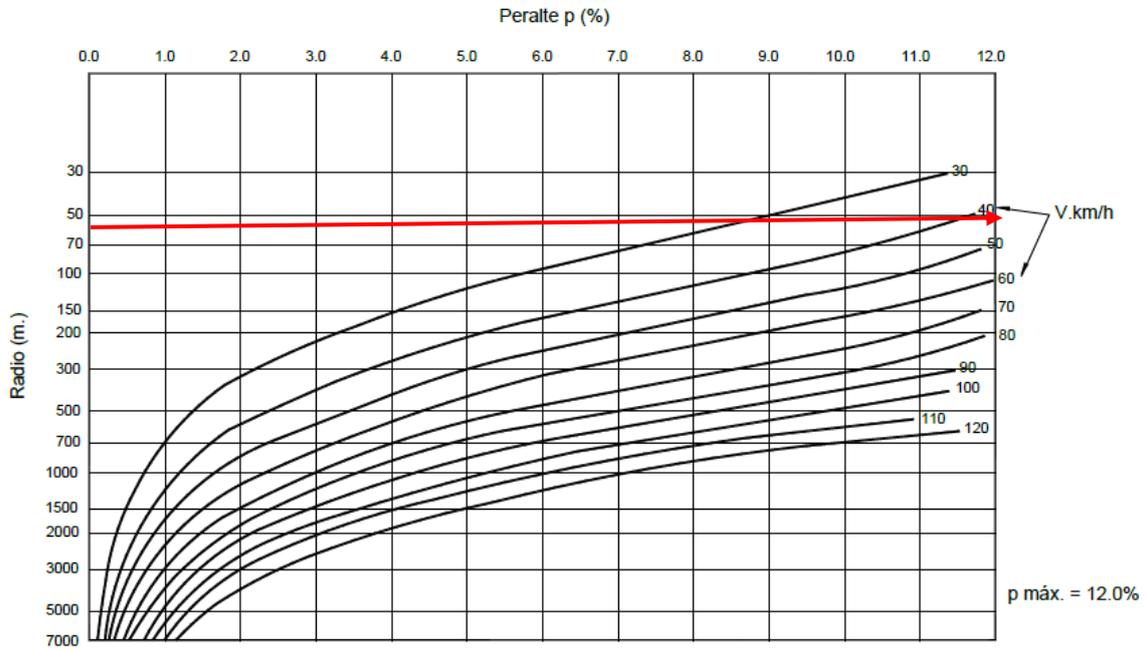


Figura 22. Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico, 2018-MTC, p. 131

El peralte mínimo para la curva N°01 será $\geq 12\%$.

El resultado de los demás peraltes mínimos se presenta en la siguiente tabla N° 38

Tabla 38
Peraltes mínimos

NÚMERO PI	PI	PC	PT	RADIO EXISTENTE	PERALTE EXISTENTE	ZONA
PI:1	143+159.88	143+117.26	143+193.36	65.62	8.76%	Rural
PI:2	143+274.53	143+242.84	143+304.82	276.20	9.50%	Rural
PI:3	143+405.68	143+380.02	143+420.32	29.63	6.78%	Rural
PI:4	143+447.18	143+420.41	143+465.63	14.70	4.98%	Rural
PI:5	143+798.37	143+778.63	143+818.05	286.20	5.00%	Rural
PI:6	143+972.27	143+938.68	144+003.08	91.61	6.00%	Rural
PI:7	144+347.53	144+327.19	144+359.15	20.29	2.75%	Rural
PI:8	144+379.14	144+359.63	144+388.87	17.19	2.50%	Rural
PI:9	144+494.64	144+460.68	144+527.88	188.17	2.60%	Rural
PI:10	144+737.20	144+637.42	144+814.61	154.50	2.78%	Rural
PI:11	145+051.29	145+012.72	145+083.11	76.29	3.11%	Rural
PI:12	145+180.71	145+158.16	145+202.82	128.55	3.55%	Rural
PI:13	145+359.33	145+312.58	145+405.00	248.32	2.59%	Rural
PI:14	145+525.94	145+495.04	145+556.59	280.42	3.71%	Rural
PI:15	145+736.73	145+655.58	145+796.49	113.55	1.21%	Rural
PI:16	146+134.18	146+109.10	146+159.05	228.51	2.14%	Rural
PI:17	146+545.49	146+510.84	146+576.99	89.94	2.29%	Rural
PI:18	146+697.35	146+656.21	146+735.45	119.44	1.54%	Rural
PI:19	146+836.48	146+809.33	146+863.42	248.98	2.48%	Rural
PI:20	147+131.28	147+070.30	147+156.85	47.68	8.00%	Rural
PI:21	147+353.59	147+322.21	147+382.43	86.55	7.95%	Rural
PI:22	147+504.25	147+449.34	147+556.52	200.01	8.00%	Rural
PI:23	147+950.54	147+905.60	147+966.89	32.44	8.00%	Rural
PI:24	148+051.23	148+020.65	148+078.40	70.97	6.13%	Rural
PI:25	148+161.49	148+126.17	148+190.99	65.73	8.00%	Rural
PI:26	148+382.72	148+320.93	148+401.05	41.09	4.00%	Rural
PI:27	148+733.59	148+715.39	148+751.66	179.27	1.74%	Rural
PI:28	148+928.35	148+914.21	148+942.38	136.57	4.00%	Rural
PI:29	149+093.20	149+070.00	149+116.12	147.02	4.00%	Rural
PI:30	149+231.64	149+211.29	149+251.34	110.20	4.00%	Rural
PI:31	149+357.05	149+300.45	149+405.06	110.49	6.00%	Rural
PI:32	149+568.71	149+550.63	149+585.58	55.49	8.00%	Rural
PI:33	149+676.89	149+654.51	149+695.79	43.15	12.00%	Rural
PI:34	149+802.76	149+731.04	149+830.60	53.57	12.00%	Rural

Tabla 39
Verificación de sobreanchos

CURVA	N° CARRILES	Radio Existente (m)	Longitud	Velocidad de diseño	Sa. (m) calculado	Sa. (m) existente	Verificación	Observación
PI:1	2	65.617	12.55	50	3.04	0.80	Considerar	No cumple
PI:2	2	276.199	12.55	50	0.87	1.85	Considerar	Cumple
PI:3	2	29.632	12.55	50	6.50	0.80	Considerar	No cumple
PI:4	2	14.701	12.55	50	15.39	0.80	Considerar	No cumple
PI:5	2	286.204	12.55	50	0.85	1.20	Considerar	Cumple
PI:6	2	91.612	12.55	50	2.25	2.20	Considerar	No cumple
PI:7	2	20.293	12.55	50	9.80	1.05	Considerar	No cumple
PI:8	2	17.193	12.55	50	12.09	1.70	Considerar	No cumple
PI:9	2	188.167	12.55	50	1.20	0.95	Considerar	No cumple
PI:10	2	154.499	12.55	50	1.42	0.30	Considerar	No cumple
PI:11	2	76.285	12.55	50	2.65	1.20	Considerar	No cumple
PI:12	2	128.553	12.55	50	1.67	0.40	Considerar	No cumple
PI:13	2	248.317	12.55	50	0.95	0.30	Considerar	No cumple
PI:14	2	280.422	12.55	50	0.86	0.80	Considerar	No cumple
PI:15	2	113.550	12.55	50	1.86	0.60	Considerar	No cumple
PI:16	2	228.508	12.55	50	1.02	0.50	Considerar	No cumple
PI:17	2	89.941	12.55	50	2.29	0.80	Considerar	No cumple
PI:18	2	119.440	12.55	50	1.78	0.80	Considerar	No cumple
PI:19	2	248.976	12.55	50	0.95	0.80	Considerar	No cumple
PI:20	2	47.680	12.55	50	4.09	2.60	Considerar	No cumple
PI:21	2	86.548	12.55	50	2.37	1.30	Considerar	No cumple
PI:22	2	200.007	12.55	50	1.14	1.20	Considerar	Cumple
PI:23	2	32.445	12.55	50	5.93	1.15	Considerar	No cumple
PI:24	2	70.970	12.55	50	2.83	0.55	Considerar	No cumple
PI:25	2	65.730	12.55	50	3.04	0.80	Considerar	No cumple
PI:26	2	41.094	12.55	50	4.71	0.00	Considerar	No cumple
PI:27	2	179.275	12.55	50	1.25	1.10	Considerar	No cumple
PI:28	2	136.570	12.55	50	1.58	2.10	Considerar	Cumple
PI:29	2	147.025	12.55	50	1.49	1.40	Considerar	No cumple
PI:30	2	110.204	12.55	50	1.91	1.15	Considerar	No cumple
PI:31	2	110.494	12.55	50	1.91	2.60	Considerar	Cumple
PI:32	2	55.489	12.55	50	3.55	1.90	Considerar	No cumple
PI:33	2	43.148	12.55	50	4.49	0.95	Considerar	No cumple
PI:34	2	53.570	12.55	50	3.66	2.26	Considerar	No cumple

Tabla 40
Resumen de sobreanchos

Cumple	No cumple
5	29

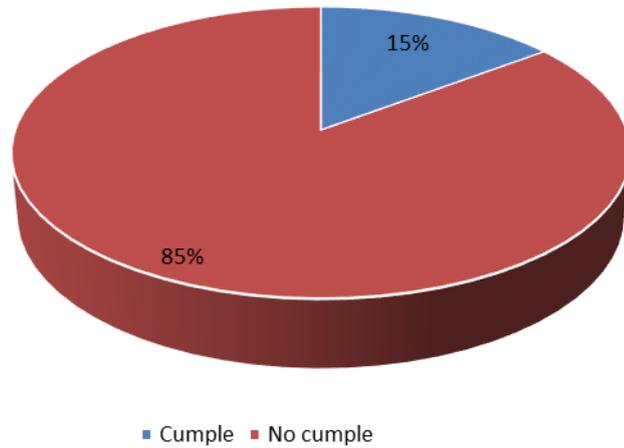


Figura 23. Sobreanchos

Comentario: De las 34 curvas evaluadas, 05 sobreanchos cumplen con las normas DG-2018-MTC, las cuales representan un 15% del total.

Tabla 41
Pendiente máxima

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera												
	>6.000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 400				<400												
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Tercera clase		Tercera 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																			10.0	10.0									
40 Km/h																			9.0	8.0	9.0	10.0							
50 Km/h																			7.0	7.0	8.0	9.0	8.0	8.0					
60 Km/h																			6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	7.0	6.0	7.0	8.0	8.0	
70 Km/h																			5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0
80 Km/h	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0									
90 Km/h	4.5	4.5	5.0		5.0	5.0	6.0		5.0	5.0			6.0				6.0	6.0											
100 Km/h	4.5	4.5	4.5		5.0	5.0	6.0		5.0				6.0																
110 Km/h	4.0	4.0			4.0																								
120 Km/h	4.0	4.0			4.0																								
130 Km/h	3.5																												

Nota: a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado(4)

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico D-G 2018-MTC, p.171 la pendiente máxima permitida es 8%.

Tabla 42
Elementos del alineamiento vertical

Nº curva	Tipo de curva	Pendiente entrada (%)	Pendiente salida (%)	LOG. DE CURVA	Piv	ELEV. Piv (m.s.n.m)	PCv	PTv
Piv-01	CONCAVA	4.25	4.6	25.65	143+001.36	2349.11	143+247.18	143+273.82
Piv-02	CONVEXA	4.6	2.38	28.89	143+260.00	2363.45	143+549.54	143+579.44
Piv-03	CONVEXA	2.38	2.35	84.83	143+564.49	2370.98	143+857.02	143+941.85
Piv-04	CONCAVA	2.35	6.91	188.93	143+899.44	2381.09	144+231.12	144+420.04
Piv-05	CONVEXA	6.91	2.85	56.39	144+325.58	2410.8	144+728.33	144+784.72
Piv-06	CONCAVA	2.85	6.11	160.01	144+756.52	2436.87	145+559.98	145+720.02
Piv-07	CONCAVA	6.11	7.09	237.58	145+640	2496.575	146+511.95	146+749.51
Piv-08	CONVEXA	7.09	5.63	106.63	146+630.71	2544.11	147+246.69	147+353.31
Piv-09	CONVEXA	5.63	3.44	11.69	147+300.00	2588.87	148+026.32	148+138.02
Piv-10	CONVEXA	3.44	2.48	69.08	148+082.17	2614.72	148+825.46	148+894.54
Piv-11	CONCAVA	2.48	8.31	87.90	148+860	2630.56	149+453.70	149+541.65

Tabla 43

Cálculo de la longitud mínima de curvas verticales convexas

Curva	Zona	A	Longitud de curva (L)	Dp(m)	Con visibilidad de parada		Lmin
					Dp>L	Dp<L	
CV2	Rural	6.98	28.89	67.49	.....	Si	78.71
CV3	Rural	4.73	84.83	67.49	Si	.....	49.58
CV5	Rural	4.06	56.39	70.22	Si	.....	40.93
CV8	Rural	12.72	106.63	70.45	Si	.....	109.14
CV9	Rural	9.07	11.69	68.66	.....	Si	105.82
CV10	Rural	5.92	69.08	66.28	Si	.....	64.31

Tabla 44

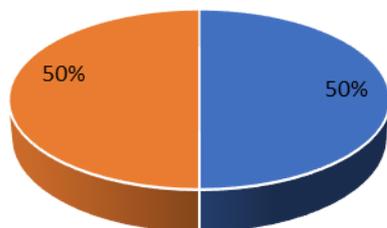
Comparación de la longitud de curvas verticales convexas con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC

Curva	Unidad	Existente (m)	Manual de diseño geométrico		Comprobación
			2018		
			Valor min(m)	Valor máx(m)	
CV2	m	28.89	78.71		No cumple
CV3	m	84.83	49.58		Cumple
CV5	m	56.39	40.93		Cumple
CV8	m	106.63	109.14		No cumple
CV9	m	11.69	105.82		No cumple
CV10	m	69.08	64.31		Cumple

Tabla 45

Resumen de curvas

Curvas convexa	
	No
Cumple	cumple
3	3



■ Cumple ■ No cumple

Figura 24. Curvas verticales convexas

Comentario: De las 06 curvas verticales convexas, 03 de las curvas si cumplen con las normas DG-2018-MTC, las cuales representan en 50% del total.

Para el cálculo de la visibilidad de parada de estas curvas se utilizaron las ecuaciones 16 y 17, y se consideró como el valor $D=D_p$ para mayor seguridad.

- Cuando $D_p < L$, $L = \frac{ADp^2}{120+3.5Dp}$
- Cuando $D_p > L$, $L = 2Dp - \left(\frac{120+3.5Dp}{A}\right)$

Cálculo de las longitudes de curva verticales existentes en la carretera.

Para calcular la longitud de curvas verticales se ha realizado utilizando la ecuación N° 16 y 17; despejando el valor de L se obtiene la tabla N° 46

Tabla 46
Longitud de curvas verticales cóncavas

Curva	Zona	A	Longitud de curva (L)	Dp(m)	Con visibilidad de parada		Lmin
					Dp>L	Dp<L	
CV1	Rural	8.85	25.65	67.49	.....	Si	113.17
CV4	Rural	9.26	188.93	70.22	.....	Si	124.83
CV6	Rural	8.96	160.01	69.23	.....	Si	118.52
CV7	Rural	13.2	237.58	70.45	.....	Si	178.73
CV11	Rural	10.79	87.9	72.11	.....	Si	150.65

Tabla 47
Comparación de longitud de curvas verticales cóncavas con el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018-MTC

Curva	Unidad	Existente (m)	Manual de diseño		Comprobación
			Valor min(m)	Valor máx(m)	
CV1	m	25.65	113.17		No cumple
CV4	m	188.93	124.83		Cumple
CV6	m	160.01	118.52		Cumple
CV7	m	237.58	178.73		Cumple
CV11	m	87.9	150.65		No cumple

Tabla 48
Verificación de longitud de curvas verticales cóncavas

Curvas cóncavas	
Cumple	No cumple
3	2

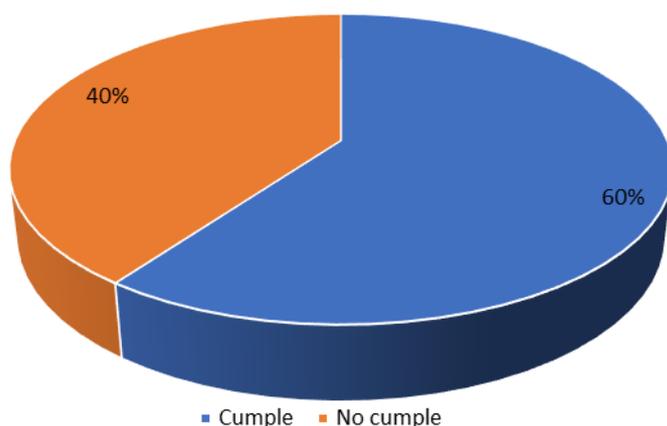


Figura 25. Curvas verticales cóncavas

Comentario: De las 05 curvas verticales cóncavas, 03 de las curvas si cumplen con las normas DG-2018-MTC, las cuales representan en 60% del total.

Tabla 49
Resumen de longitud de curvas verticales existentes

Nº curva	Tipo de curva	Pendiente entrada (%)	Pendiente salida (%)	LOG. DE CURVA	Piv	ELEV. Piv (m.s.n.m)	PCv	PTv
Piv-01	CONCAVA	4.25	4.6	25.65	143+001.36	2349.11	143+247.18	143+273.82
Piv-02	CONVEXA	4.6	2.38	28.89	143+260.00	2363.45	143+549.54	143+579.44
Piv-03	CONVEXA	2.38	2.35	84.83	143+564.49	2370.98	143+857.02	143+941.85
Piv-04	CONCAVA	2.35	6.91	188.93	143+899.44	2381.09	144+231.12	144+420.04
Piv-05	CONVEXA	6.91	2.85	56.39	144+325.58	2410.8	144+728.33	144+784.72
Piv-06	CONCAVA	2.85	6.11	160.01	144+756.52	2436.87	145+559.98	145+720.02
Piv-07	CONCAVA	6.11	7.09	237.58	145+640	2496.575	146+511.95	146+749.51
Piv-08	CONVEXA	7.09	5.63	106.63	146+630.71	2544.11	147+246.69	147+353.31
Piv-09	CONVEXA	5.63	3.44	11.69	147+300.00	2588.87	148+026.32	148+138.02
Piv-10	CONVEXA	3.44	2.48	69.08	148+082.17	2614.72	148+825.46	148+894.54
Piv-11	CONCAVA	2.48	8.31	87.90	148+860	2630.56	149.453.70	149+541.65

Distancias de visibilidad de paso o de adelantamiento.

La carretera que fue estudiada presenta una velocidad de diseño, para la zona rural;

por lo que, se ha calculado las distancias de visibilidad de paso:

Tabla 50

Cálculo de la distancia de visibilidad de la zona rural se ha utilizado la figura 205.03 de la DG-2018-MTC

Vkph	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: Manual de carreteras diseño geométrico D-G 2018-MTC, p. 111. Da (zona rural) = 230.00 m

Tabla 51

Comparación de distancias de adelantamiento existentes de la carretera con el manual de diseño geométrico de carreteras 2018, MTC

Tangente	Unidad	Existente	Manual de diseño		Comprobación
			Valor min	Valor máx	
Tg 01	m	76.103	230		No cumple
Tg 02	m	61.979	230		No cumple
Tg 03	m	40.306	230		No cumple
Tg 04	m	45.225	230		No cumple
Tg 05	m	39.42	230		No cumple
Tg 06	m	64.398	230		No cumple
Tg 07	m	31.958	230		No cumple
Tg 08	m	29.231	230		No cumple
Tg 09	m	67.198	230		No cumple
Tg 10	m	177.196	230		No cumple
Tg 11	m	70.388	230		No cumple
Tg 12	m	44.661	230		No cumple
Tg 13	m	92.421	230		No cumple
Tg 14	m	61.545	230		No cumple
Tg 15	m	140.911	230		No cumple
Tg 16	m	49.945	230		No cumple
Tg 17	m	66.141	230		No cumple
Tg 18	m	79.244	230		No cumple
Tg 19	m	54.086	230		No cumple
Tg 20	m	86.55	230		No cumple
Tg 21	m	60.218	230		No cumple
Tg 22	m	107.173	230		No cumple
Tg 23	m	61.283	230		No cumple
Tg 24	m	57.749	230		No cumple
Tg 25	m	64.817	230		No cumple
Tg 26	m	80.125	230		No cumple
Tg 27	m	36.267	230		No cumple
Tg 28	m	28.176	230		No cumple
Tg 29	m	46.127	230		No cumple
Tg 30	m	40.051	230		No cumple
Tg 31	m	104.611	230		No cumple
Tg 32	m	34.954	230		No cumple
Tg 33	m	41.284	230		No cumple
Tg 34	m	99.558	230		No cumple

Banquetas de visibilidad.

A continuación, se presenta el cálculo de los máximos, radios para las curvas necesarias; las cuales se encuentran en la zona rural.

Datos:

Curva: C10

Radio existente: 99.78 m

V diseño: 50 km/h

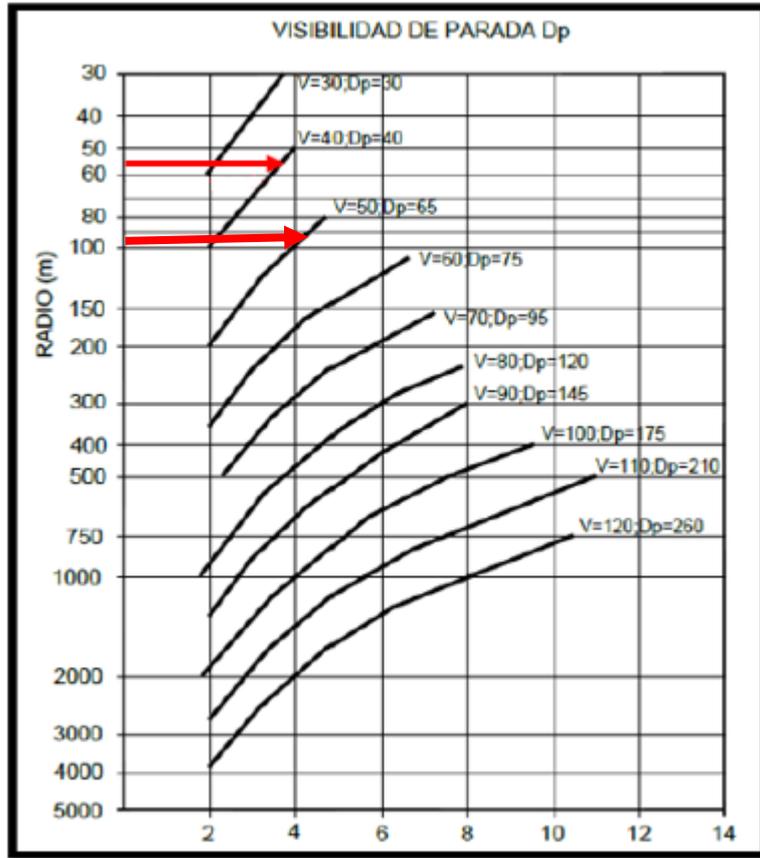


Figura 26. Banqueta de visibilidad

Comentario: Como se puede observar el valor del radio interseca la velocidad de diseño; esto quiere decir que necesita la implementación de una banqueta de visibilidad, realizando el mismo procedimiento para las demás se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 52

Curvas que necesitan verificar distancias de visibilidad

Curva	Velocidad de diseño (Km/h)	Radio existente	Banqueta de visibilidad
C1	50	65.62	No necesita
C2	50	276.20	No necesita

C6	50	91.61	Necesita
C09	50	188.17	Necesita
C10	50	154.50	No necesita

SECCIONES TRANSVERESALES

Determinación de calzada de la carretera.

El ancho de calzada de la carretera se realizó a través de la tabla 54; utilizando la clasificación de tipo de carretera y orografía.

Tabla 53
Ancho mínimo de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera								
	>6,000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 400				<400				
Tipo	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase				
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño																				6.00	6.00
30 Km/h																					
40 Km/h																					
50 Km/h																					
60 Km/h																					
70 Km/h																					
80 Km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	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	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	
100 Km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	
110 Km/h	7.20	7.20			7.20				7.20				7.20		6.60	6.60	6.60	6.60			
120 Km/h	7.20	7.20			7.20				7.20				7.20		6.60	6.60	6.60	6.60			
130 Km/h	7.20				7.20				7.20				7.20		6.60	6.60	6.60	6.60			

Nota: a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado(4)

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico 2018-MTC, de la tabla se obtiene un valor de 6.60m de ancho mínimo de calzada en los tramos en tangente.

Tabla 54
Verificación de calzadas

Verificación de calzada	
No cumple	49 35.00%
Si cumple	91 65.00%
Total	140

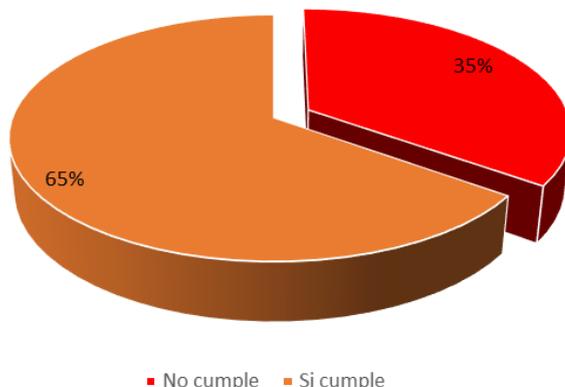


Figura 27. Verificación de calzada

Comentario: De las 140 secciones medidas, 91 secciones si cumplen con las normas DG-2018-MTC, las cuales representan en 65% del total.

Determinación del ancho mínimo de bermas.

Para determinar el ancho mínimo de bermas se ha utilizado la tabla N° 55 de la cual se obtiene:

Tabla 55
Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera									
	Tráfico vehiculos/día								Tráfico vehiculos/día				Tráfico vehiculos/día				Tráfico vehiculos/día									
	>6,000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000 - 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																	0.50	0.50								
30 Km/h																										
40 Km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50						
50 Km/h																	2.60	2.60	1.20	1.20	0.90	0.90				
60 Km/h																	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20
70 Km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	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	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20								
90 Km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20								
100 Km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00													
110 Km/h	3.00	3.00			3.00																					
120 Km/h	3.00	3.00			3.00																					
130 Km/h	3.00																									

Nota: a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado(4)

Fuente: Manual carretera diseño geométrico 2018-MTC

De la tabla N° 56 se determinó el ancho mínimo de berma será de 1.20 m.

Tabla 56
Verificación de berma

Verificación de bermas		
No cumple	60	42.86%
Si cumple	80	57.14%
Total	140	

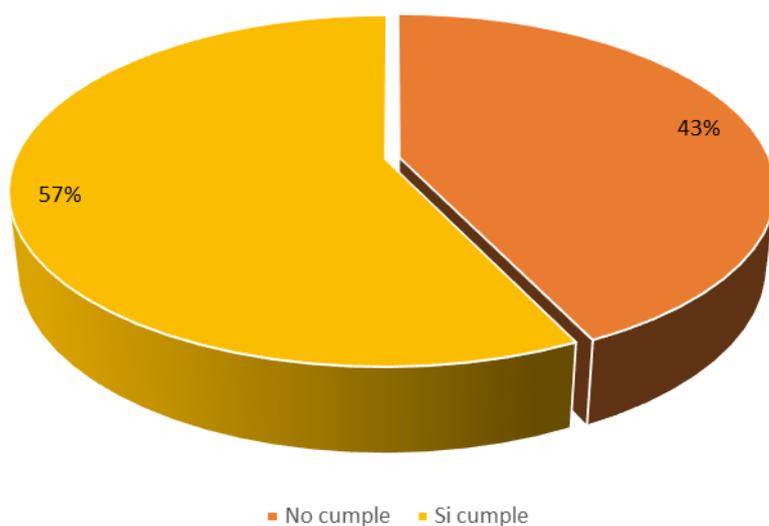


Figura 28. Ancho de bermas

Comentario: De las 140 bermas medidas, 80 bermas si cumplen con las normas DG-2018-MTC, las cuales representan en 57.14% del total.

Tabla 57
Registro de accidentes suscitados en el tramo en estudio

Fecha	Ubicación	Tipo de vehículo	Tipo de accidente	Daños	
				Materiales	Humanos
AÑOS ANTERIORES 2006					
07/07/1995	Curva el tanque (Km 144)	Comion 2 ejes	Volcamiento	Si	Si
AÑO 2006					
08/09/2006	Curva peña los Sapos (Km 144)	Camion grande	Volcamiento	Si	No
05/12/2006	Curva el grifo (Km 144)	Camion cisterna	Volcamiento	Si	No
AÑO 2009					
04/05/2009	Peña los Sapos (Km 145)	Camioneta	Volcamiento	Si	No
AÑO 2014					
07/01/2014	Childen (Km 148)	Automivil - Combi	Choque	Si	No
18/04/2014	Childen (Km 148)	Camion	Volcamiento	No	Si
26/04/2014	Mal nombre (Km 147)	Automovil	Volcamiento	Si	No
19/05/2014	Mal nombre (Km 147)	Combi-Auto	Choque	Si	No
30/07/2014	Agua Blanca (Km 146)	Combi-Auto	Choque	Si	No
08/12/2014	Peña los sapos (Km 145)	Camioneta	Volcamiento	Si	No
15/12/2014	Peña los sapos (Km 145)	Camion	Volcamiento	Si	No
AÑO 2015					
26/03/2015	Agua Blanca (Km 148)	Camioneta	Choque	No	Si
27/06/2015	Childen (Km 148)	Taxi-camioneta	Volcamiento	Si	No
01/07/2015	Mal nombre (Km 147)	Camion-automovil	Volcamiento	Si	No
19/07/2015	Agua blanca (Km 147)	Bus	Volcamiento	No	Si
21/08/2015	Agua Blanca (Km 146)	Camioneta - combi	Choque	Si	No
14/09/2015	Peña los sapos (Km 145)	Auto	Volcamiento	Si	No
07/12/2015	Peña los sapos (Km 145)	Camioneta	Volcamiento	No	Si
AÑO 2016					
30/04/2016	Altura cementerio	Automovil	Despiste	Si	No
15/08/2016	Peña los sapos (Km 145)	Automovil-Cuenta	Choque	Si	No

28/10/2016	Childen (Km 147)	Camion	Choque	No	Si
24/11/2016	Agua Blanca	Camioneta	Volcamiento	Si	No
AÑO 2017					
09/01/2017	Agua Blanca (Km 148)	Combi	Despiste	Si	No
30/05/2017	Childen (Km 148)	Auto	Despiste	Si	No
14/07/2017	Mal nombre (Km 147)	Combi	Choque	Si	No
27/07/2017	Agua blanca (Km 147)	Camioneta	Volcamiento	Si	No
04/08/2017	Agua Blanca (Km 146)	Camion	Volcamiento	Si	No
30/08/2017	Peña los sapos (Km 145)	Camioneta - cuneta	Choque	Si	No
12/09/2017	Peña los sapos (Km 145)	Auto	Despiste	Si	No
06/12/2017	Barrio miraflores(Km 144)	Bus	Volcamiento	Si	No
AÑO 2018					
09/03/2018	Agua Blanca (Km 148)	Combi	Despiste	Si	No
01/11/2018	Childen (Km 148)	Moto lineal- Camion	Choque	Si	Si

Fuente: Policía Nacional del Perú, comisaría del distrito de San Juan

Tabla 58

Número de accidentes de tránsito en el tramo en estudio

Año	N° Accidentes
< 2006	1
2006	2
2009	1
2014	7
2015	7
2016	4
2017	8
2018	2

Fuente: Policía Nacional del Perú, comisaría del distrito de San Juan

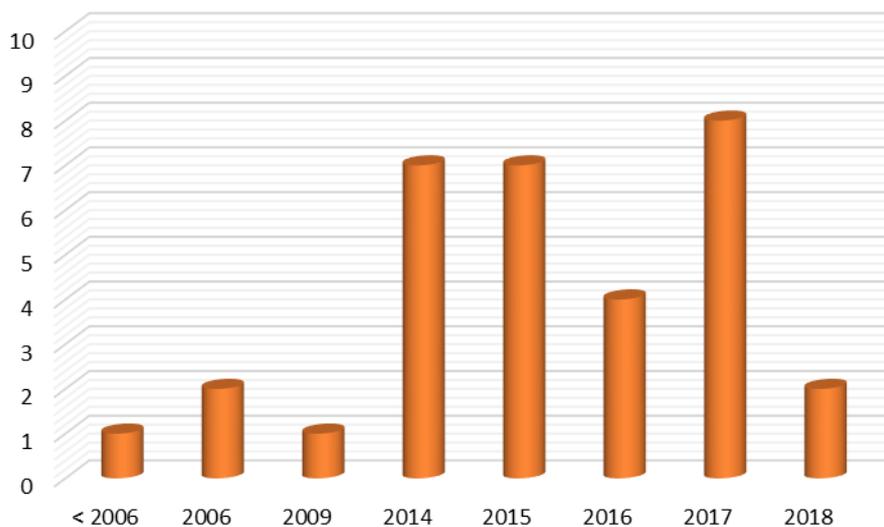


Figura 29. Resumen de accidentes

Comentario: Número de accidentes registrados en el tramo, datos fueron proporcionados por la comisaría del distrito de San Juan.

Tabla 59

Cuadro resumen de incumplimiento de parámetros de seguridad vial

PARÁMETRO	CANTIDAD	SI CUMPLEN	NO CUMPLEN	PORCENTAJE QUE CUMPLEN	PORCENTAJE QUE NO CUMPLEN
Longitudes tangente (S)	19	15	4	78.95%	21.05%
Longitudes tangente (O)	11	3	8	27.27%	72.73%
Verificación en planta					
Radios en curvas circulares	34	24	10	70.59%	29.41%
Peraltes	21	9	12	42.86%	57.14%
Sobreanchos	34	5	29	14.71%	85.29%
Verificaciones en perfil					
Visibilidad de parada	11	6	5	54.55%	45.45%
Visibilidad de paso o adelantamiento	11	0	11	0.00%	100.00%
Verificaciones en sección transversal					
Ancho de calzada	7	4	3	57.14%	42.86%

En la tabla N° 60, podemos observar que la longitud de tramos en tangente “S” no cumplió en un 21.05% y en los tramos en tangente “O” no cumplió en un 72.73%, el radio en las curvas no cumplió en un 29.41%; los peraltes no cumplieron en un 57.14%, la visibilidad de parada no cumple en 45.45%, los sobreanchos no cumplen en un 85.29%, el ancho de calzada no cumplieron en un 42.88%, estos valores que no cumplen tampoco con la DG-2018-MTC.

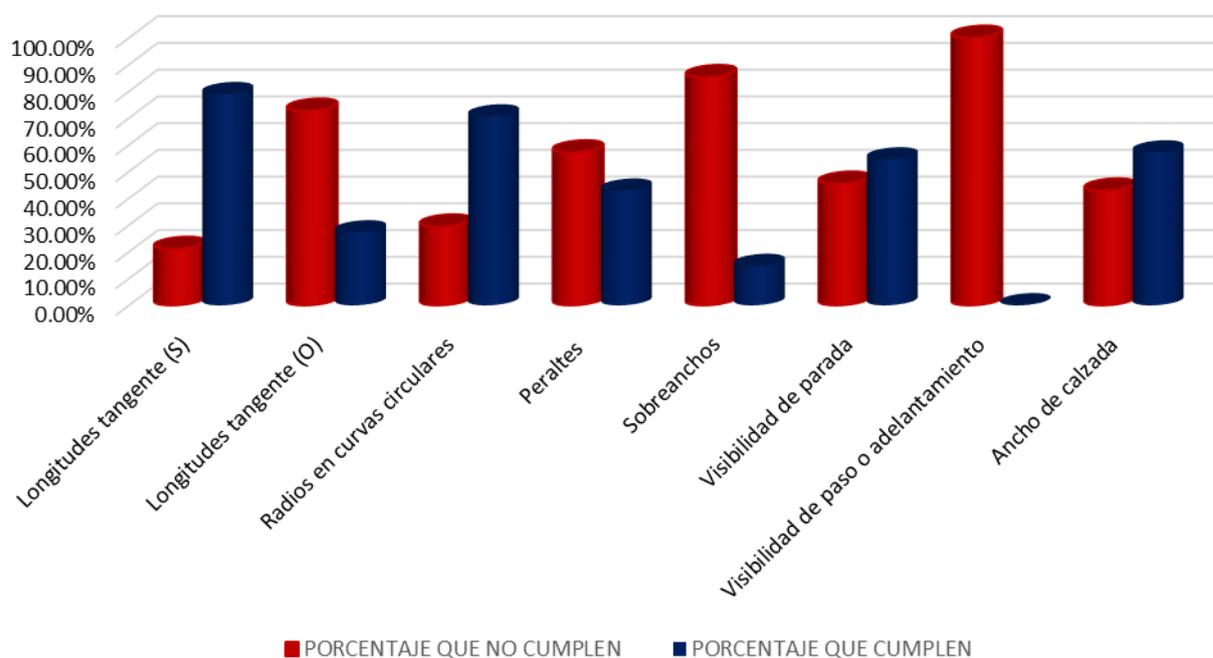


Figura 30. Resumen de seguridad vial, en porcentaje

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

La longitud en tramos en tangente no cumple en 57%, según la tabla 30. La longitud mínima de los radios no cumple en un 29.41%, según la tabla 33, lo que aumenta la probabilidad de suscitarse los accidentes por consecuencia de este parámetro. El ancho de bermas y calzadas no cumplen en un 43% y 35% con el consiguiente riesgo de sufrir atropellos o colisiones, los peraltes no cumplen en un 35% originando el riesgo de despiste y volcadura; sumando otros factores de riesgo, afectan la seguridad vial de la carretera.

Las características analizadas en la carretera tramo Km 150+00+0.00 – Km 143+00+0.00, y comparados con los parámetros de la DG-2018-MTC no cumplen con los requisitos mínimo de diseño en planta, perfil y secciones transversales. Es así que, para Barrera (2012), menciona que los parámetros son de importancia en la infraestructura vial. Para ello, es relevante describir las posibles causas de riesgo y accidentalidad que se pueden presentar ante la omisión de los mismos, con lo que también resulta importante exponer la responsabilidad ingenieril ante la consideración de estos elementos.

Los radios mínimos en las curvas no cumplen en un 29.41 %; sumado a los obstáculos que presenta al no tener la visibilidad para observar al vehículo que viene en sentido contrario, aumenta más la probabilidad de riesgos en la conducción. Esto respalda lo dicho por Ochoa (2009), que la relación de radio presenta un 42% de cumplimiento de lo recomendado por el manual de carreteras; este parámetro adquiere importancia al considerar que la consistencia geométrica se define también como la

homogeneidad entre elementos sucesivos, y un incumplimiento de éste podría inducir cambios bruscos de velocidad o situaciones riesgosas en la conducción.

Por otro lado, lo mencionado por Correa (2016), que la carretera no garantiza un adecuado tránsito tanto de personas como de mercancía, poniendo en riesgo la integridad de quienes hacen uso de ella, si los parámetros no cumplen.

Por otra parte, se considera la carretera que tiene un riesgo de transitabilidad de los vehículos; si el alineamiento geométrico de carreteras, no cumple lo mínimo de la DG-2018-MTC.

LIMITACIONES

La presente tesis fue limitada a la red vial nacional PE-08 – Ciudad de Dios Cajamarca entre los tramos Km 143+00+0.00 al Km 150+00+0.00, en condiciones actuales.

La presente investigación fue limitada a la información emitida por la PNP sobre registro de accidentes de tránsito ocurridos durante el periodo < 2006 – 2018.

La presente tesis fue delimitada a los aforos vehiculares realizados en el mes de octubre del año 2018, durante una semana.

INTERPRETACIÓN COMPARATIVA

Luego de haber examinado y estudiado el Manual DG-2018-MTC, se encontraron algunos detalles en la norma, por lo que se recomienda incluir tablas y nomogramas para aquellas vías que presenten neblina, la norma nos brinda una clasificación para trochas, pero no hay tablas ni nomogramas para obtener sus parámetros geométricos. También se recomienda que en los planos en planta se debe mandar detallado que incluya cuadros de replanteo para las curvas de transición y circulares.

IMPLICANCIAS

El trabajo de investigación tuvo un éxito al comprobarse la hipótesis y generar un conocimiento real como esta nuestras vías de comunicación en el tramo estudiado Km 150 + 00+0.00 al Km 143+00+0.00, ya que investigaciones en este tramo no existió, es un aporte que hay que tener en cuenta, ya que en este tramo ha ocurrido accidentes de tránsito tal como se menciona en la tabla 58; como ejemplo tenemos un accidente de tránsito de la empresa transportes Días ocurrido en el año 2015 dejando 8 muertos también en año 2016 un camión dejando 4 muertos. Esto pudiente evitarse si las curvas tuvieran sus radios establecidos en el manual de diseño geométrico DG-2018-MTC. Finalmente, se hará llegar la presente investigación al Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) para que puedan fomentar e implantar posibles soluciones o mejoras en la carretera.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Debido a los índices de accidentalidad proporcionados por la PNP - San Juan y al alto riesgo de sufrir un accidente en sus puntos críticos. La carretera Cajamarca – San Juan, tramo Km 150+00+0.00-Km 143+00+0.00, en función a sus características geométricas actuales no cumple con los parámetros de diseño y señalización, por lo que es insegura, haciendo valida y verdadera nuestra hipótesis.

CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó las características geométricas de la vía Cajamarca-San Juan, obteniéndose 7 Km con una sola calzada en dos sentidos de circulación, cuenta con 32 curvas horizontales, 2 curvas de volteo y 11 curvas verticales, finalizando que el tramo es inseguro tal como lo muestra la figura 33, con los resultados de accidentes que concuerda con la hipótesis.
- ✓ Se puede observar la distancia de visibilidad de parada no cumple en un 45.45%; los radios mínimos no cumplen en un 29.41%, los peraltes en las curvas horizontales no cumplen en un 57.14%; los sobreelevamientos necesarios no cumplen en 85.29%, el ancho mínimo de calzada no cumple en 42.86%.
- ✓ Al comparar las características geométricas del tramo en estudio con la DG-2018-MTC, se concluye que la seguridad vial de la carretera Cajamarca – San Juan es insegura en el tramo estudiado y pone en riesgo la vida de los pasajeros que transitan por ella, debido a los accidentes ocurridos en el tramo.
- ✓ Se realizó un plano de accidentabilidad y se ubicaron todos los accidentes reportados.
- ✓ Se propone como alternativas de solución aumentar los peraltes en las curvas críticas identificadas; así como, la construcción de reductores de velocidad circulares y colocar señales verticales indicando las velocidades máximas permitidas, así como la prohibición de paso en tramos críticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Barrera Ardila, LM. (2012). Parámetros de Seguridad Vial Para el Diseño Geométrico de Carreteras. Universidad Pontificia Boliviana.
2. Cárdenas Crisales, J. (2013). Diseño Geométrico de Carreteras. Editorial Ecoe Ediciones.
3. Cobeñas Silva, PA. (2012) Sistemas de Contención Vehicular. Universidad Pontificia Católica del Perú.
4. Correa S, KY. (2017) Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca-Gavilán (km 173 – km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013. Universidad Nacional de Cajamarca.
5. Cárdenas Crisales, J. (2013). Diseño Geométrico de Carreteras. Editorial Ecoe Ediciones.
6. Gaona A, EA. (2017). Evaluación de la seguridad de la carretera Jesús–San Marcos tramo el Carmen-Yuracpirca en función a sus parámetros de diseño. Universidad Nacional de Cajamarca.
7. García Armenteros, RR. (2010). Caracterización de la accidentalidad en la provincia de Villa Clara y propuesta de modelo de comportamiento de la Seguridad Vial. Universidad Central “Marta Abrelí” De Las Villas.
8. Ministerio de Transportes y comunicaciones (Consultado el 22 de octubre de 2018). Índice Medio Diario Anual, obtenido de <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>
9. MTC. (2018). Diseño Geométrico de Carreteras. Lima Gobierno del Perú.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2017. Manual de Seguridad Vial. MSV2017.
11. Kogan Rojas, PA. (2015) Diseño Geométrico de Vías. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

12. Ochoa Pineda, EJ. (2009). Estudio de Los Criterios de Diseño Geométrico de las Intersecciones a Nivel Según La Aashto. Universidad Nacional de Colombia.
13. Pérez, EA. & Lastre, JM. Evaluación de Puntos Críticos de Accidentalidad Vial en la Ciudad de Sincelejo. Universidad de Cartagena.
14. Policía Nacional del Perú Región Policial de Cajamarca Comisaria Sectorial PNP San Juan.

ANEXO A

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 30. Inicio del tramo en estudio



Figura 31. Fin del tramo en estudio



Figura 12. No existe la visibilidad del vehículo que viene en sentido contrario; aumentando la probabilidad de accidentes



Figura 33. Señalización vertical



Figura 34. Identificación sección típica



Figura 35. Estacionamiento del equipo topográfico para inicio del levantamiento topográfico.



Figura 36. Verificación de pendientes

ANEXO B

FICHAS RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
SEÑALIZACIÓN

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO	Cajamarca - San Juan	PROVINCIA	CAJAMARCA
UBICACIÓN	San Juan	DISTRITO	SAN JUAN
FECHA	12/03/2021		

SEÑALIZACION

Progresiva		Bandas sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Señal vertical		
Del Km	Al Km	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Regular	Preventiva	Informativa
143+117.26	143+193.36									SI	SI	NO
143+242.84	143+304.82									NO	SI	
143+380.02	143+420.32									SI	SI	
143+420.41	143+465.63									SI	SI	
143+778.63	143+818.05									SI	SI	
143+938.68	144+003.08									SI	SI	
144+327.19	144+359.15									SI	SI	
144+359.63	144+388.87									SI	SI	
144+460.68	144+527.88									SI	SI	
144+637.42	144+814.61									SI	SI	
145+012.72	145+083.11									SI	SI	
145+158.16	145+202.82									SI	SI	
145+312.58	145+405.00									SI	SI	
145+495.04	145+556.59									SI	SI	
145+655.58	145+796.49									SI	SI	
146+109.10	146+159.05									SI	NO	
146+510.84	146+576.99									SI	NO	
146+656.21	146+735.45									SI	NO	
146+809.33	146+863.42									SI	SI	
147+070.30	147+156.85									NO	SI	
147+322.21	147+382.43									SI	SI	
147+449.34	147+556.52									SI	SI	NO
147+905.60	147+966.89									NO	SI	NO
148+020.65	148+078.40									SI	SI	
148+126.17	148+190.99									SI	SI	
148+320.93	148+401.05									SI	SI	
148+715.39	148+751.66									SI	SI	
148+914.21	148+942.38								NO	SI	SI	
149+070.00	149+116.12									SI	SI	
149+211.29	149+251.34									SI	SI	
149+300.45	149+405.06									SI	SI	
149+550.63	149+585.58									SI	SI	
149+654.51	149+695.79									SI	SI	NO
149+731.04	149+830.60									SI	SI	



Tesisista
Heiner Adriano Alva Paredes



Asesor
Manuel Rafael Urteaga Toro

Ficha de recojo de información para pendiente transversal y longitudinal

TESIS					
SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO					
TESISTA					
HEINER ADRIANO ALVA PAREDES					
SENTIDO					
Cajamarca - San Juan		Provincia	Cajamarca	Distrito	San Juan
UBICACIÓN					
San Juan					
FECHA					
12/03/2021					
Progresiva inicial	Progresiva final	Pendiente transversal %	Pendiente longitudinal %	Tipo de terreno	
150+000	149+900	40.7	6.15	Ondulado	
149+900	149+800	38.8	7.5	Ondulado	
149+800	149+700	40.7	6.2	Accidentado	
149+700	149+600	38.8	0.9	Ondulado	
149+600	149+500	67.3	5.2	Accidentado	
149+500	149+400	41.7	3.8	Ondulado	
149+400	149+300	30.8	10.9	Ondulado	
149+300	149+200	34.1	10.8	Ondulado	
149+200	149+100	35.8	4.7	Ondulado	
149+100	149+000	41.73	4.5	Ondulado	
149+000	148+900	89.5	4.7	Accidentado	
148+900	148+800	98.01	3.9	Accidentado	
148+800	148+700	98.1	4.7	Accidentado	
148+700	148+600	21.84	12.49	Ondulado	
148+600	148+500	18.89	7.46	Ondulado	
148+500	148+400	89.5	10.75	Accidentado	
148+400	148+300	98.01	6.58	Accidentado	
148+300	148+200	98.1	14.35	Accidentado	
148+200	148+100	21.84	12.49	Ondulado	
148+100	148+000	52.1	7.46	Accidentado	
148+000	147+900	57.1	5.2	Accidentado	
147+900	147+800	67.3	3.8	Accidentado	
147+800	147+700	41.7	10.9	Ondulado	
147+700	147+600	56.3	10.8	Accidentado	
147+600	147+500	34.1	4.7	Ondulado	
147+500	147+400	35.8	4.5	Ondulado	
147+400	147+300	41.73	4.7	Ondulado	
147+300	147+200	89.5	7.46	Accidentado	
147+200	147+100	55.3	5.2	Accidentado	
147+100	147+000	67.3	3.8	Accidentado	

147+000	146+900	52.4	10.9	Accidentado
146+900	146+800	51.4	8.9	Accidentado
146+800	146+700	65.3	4.7	Accidentado
146+700	146+600	21.84	12.49	Ondulado
146+600	146+500	18.89	7.46	Ondulado
146+500	146+400	89.5	10.75	Accidentado
146+400	146+300	18.89	7.46	Ondulado
146+300	146+200	89.5	10.75	Accidentado
146+200	146+100	98.01	6.58	Accidentado
146+100	146+000	98.1	14.35	Accidentado
146+000	145+900	21.84	12.49	Ondulado
145+900	145+800	18.89	7.46	Ondulado
145+800	145+700	38.8	5.2	Ondulado
145+700	145+600	67.3	3.8	Accidentado
145+600	145+500	41.7	10.9	Ondulado
145+500	145+400	54.1	10.8	Accidentado
145+400	145+300	54.2	7.46	Accidentado
145+300	145+200	55.2	5.2	Accidentado
145+200	145+100	67.3	3.8	Accidentado
145+100	145+000	41.7	10.9	Ondulado
145+000	144+900	30.8	8.9	Ondulado
144+900	144+800	27.7	4.3	Ondulado
144+800	144+700	18.89	5.3	Ondulado
144+700	144+600	15.20	4.2	Ondulado
144+600	144+500	21.40	6.6	Ondulado
144+500	144+400	20.10	6.3	Ondulado
144+400	144+300	21.40	5.3	Ondulado
144+300	144+200	20.30	4.5	Ondulado
144+200	144+100	20.20	4.9	Ondulado
144+100	144+000	22.60	11.2	Ondulado
144+000	143+900	14.50	4.6	Ondulado
143+900	143+800	16.40	6.3	Ondulado
143+800	143+700	11.45	5.3	Ondulado
143+700	143+600	11.50	4.3	Ondulado
143+600	143+500	11.30	5.3	Ondulado
143+500	143+400	11.30	4.2	Ondulado
143+400	143+300	11.30	6.6	Ondulado
143+300	143+200	12.35	5.7	Ondulado
143+200	143+100	12.20	2.5	Ondulado
143+100	143+000	12.50	2.8	Ondulado

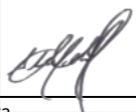


Tesista
Heiner Adriano Alva Paredes



Asesor
Manuel Rafael Urteaga Toro

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE							
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
RADIOS EXISTENTES							
TESIS		SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO					
TESISTA		HEINER ADRIANO ALVA PAREDES					
SENTIDO		Cajamarca - San Juan		Provincia: Cajamarca		Distrito: San Juan	
UBICACIÓN		San Juan					
FECHA		12/03/2021					
RADIOS EXISTENTES							
CURVA	PI	PC	PT	DELTA	RAD	EXTERNA	RADIO
						EXISTENTE (m)	EXISTENTE
PI:1	143+159.88	143+117.26	143+193.36	64°17'25"	1.122077	11.88	65.62
PI:2	143+274.53	143+242.84	143+304.82	29°25'14"	0.5134856	9.36	276.20
PI:3	143+405.68	143+380.02	143+420.32	90°01'01"	1.5710921	12.28	29.63
PI:4	143+447.18	143+420.41	143+465.63	77°02'53"	1.3447423	4.09	14.70
PI:5	143+798.37	143+778.63	143+818.05	8°00'23"	0.1397378	0.7	286.20
PI:6	143+972.27	143+938.68	144+003.08	40°17'28"	0.7032125	5.97	91.61
PI:7	144+347.53	144+327.19	144+359.15	90°01'01"	1.5710921	8.41	20.29
PI:8	144+379.14	144+359.63	144+388.87	96°54'19"	1.6913162	8.73	17.19
PI:9	144+494.64	144+460.68	144+527.88	20°27'04"	0.3571138	3.04	188.17
PI:10	144+737.20	144+637.42	144+814.61	65°42'42"	1.1468849	29.42	154.50
PI:11	145+051.29	145+012.72	145+083.11	58°10'32"	1.015355	11.01	76.29
PI:12	145+180.71	145+158.16	145+202.82	19°53'04"	0.347049	1.96	128.55
PI:13	145+359.33	145+312.58	145+405.00	21°23'26"	0.3733356	4.39	248.32
PI:14	145+525.94	145+495.04	145+556.59	12°35'10"	0.2196691	1.7	280.42
PI:15	145+736.73	145+655.58	145+796.49	71°06'27"	1.24106	26.02	113.55
PI:16	146+134.18	146+109.10	146+159.05	12°33'44"	0.2192521	1.38	228.51
PI:17	146+545.49	146+510.84	146+576.99	42°09'29"	0.7357969	6.45	89.94
PI:18	146+697.35	146+656.21	146+735.45	37°59'39"	0.6631233	6.88	119.44
PI:19	146+836.48	146+809.33	146+863.42	12°32'50"	0.2189903	1.5	248.98
PI:20	147+131.28	147+070.30	147+156.85	103°54'06"	1.8134262	29.68	47.68
PI:21	147+353.59	147+322.21	147+382.43	39°52'55"	0.6960712	5.52	86.55
PI:22	147+504.25	147+449.34	147+556.52	30°43'21"	0.5362088	7.41	200.01
PI:23	147+950.54	147+905.60	147+966.89	108°27'33"	1.8929696	23.06	32.44
PI:24	148+051.23	148+020.65	148+078.40	46°39'45"	0.8144143	6.32	70.97
PI:25	148+161.49	148+126.17	148+190.99	56°30'24"	0.9862274	8.89	65.73
PI:26	148+382.72	148+320.93	148+401.05	113°39'54"	1.9838285	34.02	41.09
PI:27	148+733.59	148+715.39	148+751.66	11°35'04"	0.2021867	0.92	179.27
PI:28	148+928.35	148+914.21	148+942.38	11°54'08"	0.207733	0.74	136.57
PI:29	149+093.20	149+070.00	149+116.12	16°37'11"	0.2900689	1.56	147.02
PI:30	149+231.64	149+211.29	149+251.34	22°54'40"	0.3998743	2.24	110.20
PI:31	149+357.05	149+300.45	149+405.06	54°14'30"	0.9466957	13.65	110.49
PI:32	149+568.71	149+550.63	149+585.58	36°05'13"	0.629836	2.87	55.49
PI:33	149+676.89	149+654.51	149+695.79	54°50'07"	0.9570561	5.46	43.15
PI:34	149+802.76	149+731.04	149+830.60	106°29'13"	1.8585478	35.95	53.57

 _____ Tesista Heiner Adriano Alva Paredes	 _____ Asesor Manuel Rafael Urteaga Toro
--	---

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PERALTES

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO		Cajamarca	San Juan
UBICACIÓN	San Juan		
FECHA	12/03/2021		

PERALTES Y SOBREANCHOS

CURVA	PI	PC	PT	PERALTE EXISTENTE	SOBREANCHOS
PI:1	64°17'25"	143+117.26	143+193.36	8.76%	0.8
PI:2	29°25'14"	143+242.84	143+304.82	9.50%	1.85
PI:3	90°01'01"	143+380.02	143+420.32	6.78%	0.8
PI:4	77°02'53"	143+420.41	143+465.63	4.98%	0.8
PI:5	8°00'23"	143+778.63	143+818.05	5.00%	1.2
PI:6	40°17'28"	143+938.68	144+003.08	6.00%	2.2
PI:7	90°01'01"	144+327.19	144+359.15	2.75%	1.05
PI:8	96°54'19"	144+359.63	144+388.87	2.50%	1.7
PI:9	20°27'04"	144+460.68	144+527.88	2.60%	1.0
PI:10	65°42'42"	144+637.42	144+814.61	2.78%	0.3
PI:11	58°10'32"	145+012.72	145+083.11	3.11%	1.2
PI:12	19°53'04"	145+158.16	145+202.82	3.55%	0.4
PI:13	21°23'26"	145+312.58	145+405.00	2.59%	0.3
PI:14	12°35'10"	145+495.04	145+556.59	3.71%	0.8
PI:15	71°06'27"	145+655.58	145+796.49	1.21%	0.6
PI:16	12°33'44"	146+109.10	146+159.05	2.14%	0.5
PI:17	42°09'29"	146+510.84	146+576.99	2.29%	0.8
PI:18	37°59'39"	146+656.21	146+735.45	1.54%	0.8
PI:19	12°32'50"	146+809.33	146+863.42	2.48%	0.8
PI:20	103°54'06"	147+070.30	147+156.85	8.00%	2.6
PI:21	39°52'55"	147+322.21	147+382.43	7.95%	1.3
PI:22	30°43'21"	147+449.34	147+556.52	8.00%	1.2
PI:23	108°27'33"	147+905.60	147+966.89	8.00%	1.15
PI:24	46°39'45"	148+020.65	148+078.40	6.13%	0.55
PI:25	56°30'24"	148+126.17	148+190.99	8.00%	0.8
PI:26	113°39'54"	148+320.93	148+401.05	4.00%	0
PI:27	11°35'04"	148+715.39	148+751.66	1.74%	1.1
PI:28	11°54'08"	148+914.21	148+942.38	4.00%	2.1
PI:29	16°37'11"	149+070.00	149+116.12	4.00%	1.4
PI:30	22°54'40"	149+211.29	149+251.34	4.00%	1.15
PI:31	54°14'30"	149+300.45	149+405.06	6.00%	2.6
PI:32	36°05'13"	149+550.63	149+585.58	8.00%	1.9
PI:33	54°50'07"	149+654.51	149+695.79	12.00%	0.95
PI:34	106°29'13"	149+731.04	149+830.60	12.00%	2.26

Tesista

Heiner Adriano Alva Paredes

Asesor

Manuel Rafael Urteaga Toro

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

SOBREANCHO

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO		Cajamarca	San Juan
UBICACIÓN	San Juan		
FECHA	12/03/2021		

SOBREANCHOS

CURVA	PI	PC	PT	SOBREANCHO EXISTENTE
Pl:1	143+159.88	143+117.26	143+193.36	0.8
Pl:2	143+274.53	143+242.84	143+304.82	1.85
Pl:3	143+405.68	143+380.02	143+420.32	0.8
Pl:4	143+447.18	143+420.41	143+465.63	0.8
Pl:5	143+798.37	143+778.63	143+818.05	1.2
Pl:6	143+972.27	143+938.68	144+003.08	2.2
Pl:7	144+347.53	144+327.19	144+359.15	1.05
Pl:8	144+379.14	144+359.63	144+388.87	1.7
Pl:9	144+494.64	144+460.68	144+527.88	0.95
Pl:10	144+737.20	144+637.42	144+814.61	0.3
Pl:11	145+051.29	145+012.72	145+083.11	1.2
Pl:12	145+180.71	145+158.16	145+202.82	0.4
Pl:13	145+359.33	145+312.58	145+405.00	0.3
Pl:14	145+525.94	145+495.04	145+556.59	0.8
Pl:15	145+736.73	145+655.58	145+796.49	0.6
Pl:16	146+134.18	146+109.10	146+159.05	0.5
Pl:17	146+545.49	146+510.84	146+576.99	0.8
Pl:18	146+697.35	146+656.21	146+735.45	0.8
Pl:19	146+836.48	146+809.33	146+863.42	0.8
Pl:20	147+131.28	147+070.30	147+156.85	2.6
Pl:21	147+353.59	147+322.21	147+382.43	1.3
Pl:22	147+504.25	147+449.34	147+556.52	1.2
Pl:23	147+950.54	147+905.60	147+966.89	1.15
Pl:24	148+051.23	148+020.65	148+078.40	0.55
Pl:25	148+161.49	148+126.17	148+190.99	0.8
Pl:26	148+382.72	148+320.93	148+401.05	0
Pl:27	148+733.59	148+715.39	148+751.66	1.1
Pl:28	148+928.35	148+914.21	148+942.38	2.1
Pl:29	149+093.20	149+070.00	149+116.12	1.4
Pl:30	149+231.64	149+211.29	149+251.34	1.15
Pl:31	149+357.05	149+300.45	149+405.06	2.6
Pl:32	149+568.71	149+550.63	149+585.58	1.9
Pl:33	149+676.89	149+654.51	149+695.79	0.95
Pl:34	149+802.76	149+731.04	149+830.60	2.26



Tesista
Heiner Adriano Alva Paredes



Asesor
Manuel Rafael Urteaga Toro

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
LONGITUD DE CURVAS VERTICALES

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO	Cajamarca - San Juan	PROVINCIA	CAJAMARCA
UBICACIÓN	San Juan	DISTRITO	SAN JUAN
FECHA	12/03/2021		

Nº curva	Tipo de curva	Pendiente	Pendiente salida	LOG. DE	Piv	ELEV. Piv	PCv	PTv
Piv-01	CONCAVA	-4.25	4.6	25.65	143+001.36	2349.11	143+247.18	143+273.82
Piv-02	CONVEXA	4.6	-2.38	28.89	143+260.00	2363.45	143+549.54	143+579.44
Piv-03	CONVEXA	2.38	-2.35	84.83	143+564.49	2370.98	143+857.02	143+941.85
Piv-04	CONCAVA	-2.35	6.91	188.93	143+899.44	2381.09	144+231.12	144+420.04
Piv-05	CONVEXA	6.91	2.85	56.39	144+325.58	2410.8	144+728.33	144+784.72
Piv-06	CONCAVA	-2.85	6.11	160.01	144+756.52	2436.87	145+559.98	145+720.02
Piv-07	CONCAVA	-6.11	7.09	237.58	145+640	2496.575	146+511.95	146+749.51
Piv-08	CONVEXA	7.09	-5.63	106.63	146+630.71	2544.11	147+246.69	147+353.31
Piv-09	CONVEXA	5.63	-3.44	11.69	147+300.00	2588.87	148+026.32	148+138.02
Piv-10	CONVEXA	3.44	-2.48	69.08	148+082.17	2614.72	148+825.46	148+894.54
Piv-11	CONCAVA	-2.48	8.31	87.90	148+860	2630.56	149+453.70	149+541.65

Tesista

Heiner Adriano Alva Paredes

Asesor

Manuel Rafael Urteaga Toro

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

SECCIONES TRANSVERSALES

TESIS	SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – SAN JUAN TRAMO (Km 150-Km 143), EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO		
TESISTA	HEINER ADRIANO ALVA PAREDES		
SENTIDO	Cajamarca - San Juan	PROVINCIA	CAJAMARCA
UBICACIÓN	San Juan	DISTRITO	SAN JUAN
FECHA	12/03/2021		

SECCIONES

Nº Sección	Sección (m)	Progresiva inicial	Progresiva final
Nº 01	7.52	150+00	150+950
Nº 02	7.48	149+950	149+900
Nº 03	7.44	149+900	149+850
Nº 04	6.75	149+850	149+800
Nº 05	6.80	149+800	149+750
Nº 06	8.23	149+750	149+700
Nº 07	8.56	149+700	149+650
Nº 08	7.60	149+650	149+600
Nº 09	8.50	149+600	149+550
Nº 10	8.20	149+550	149+500
Nº 11	8.20	149+500	149+450
Nº 12	8.20	149+450	149+400
Nº 13	6.78	149+400	149+350
Nº 14	6.70	149+350	149+300
Nº 15	6.70	149+300	149+250
Nº 16	6.70	149+250	149+200
Nº 17	6.70	149+200	149+150
Nº 18	6.88	149+150	149+100
Nº 19	6.80	149+100	149+50
Nº 20	6.35	149+50	149+00
Nº 21	6.33	149+00	148+950
Nº 22	6.33	148+950	148+900
Nº 23	6.33	148+900	148+850
Nº 24	7.05	148+850	148+800
Nº 25	7.03	148+800	148+750
Nº 26	7.03	148+750	148+700
Nº 27	6.30	148+700	148+650
Nº 28	6.50	148+650	148+600
Nº 29	6.56	148+600	148+550
Nº 30	6.56	148+550	148+500
Nº 31	6.56	148+500	148+450
Nº 32	6.00	148+450	148+400
Nº 33	6.10	148+400	148+350
Nº 34	6.00	148+350	148+300
Nº 35	7.60	148+300	148+250
Nº 36	8.15	148+250	148+200
Nº 37	8.05	148+200	148+150
Nº 38	6.10	148+150	148+100
Nº 39	6.06	148+100	148+50
Nº 40	6.06	148+50	148+00
Nº 41	7.25	148+00	147+950
Nº 42	7.40	147+950	147+900
Nº 43	7.30	147+900	147+850
Nº 44	8.20	147+850	147+800
Nº 45	7.40	147+800	147+750

Nº 46	7.34	147+750	147+700
Nº 47	7.34	147+700	147+650
Nº 48	6.00	147+650	147+600
Nº 49	6.04	147+600	147+550
Nº 50	6.00	147+550	147+500
Nº 51	6.00	147+500	147+450
Nº 52	6.66	147+450	147+400
Nº 53	6.68	147+400	147+350
Nº 54	6.80	147+350	147+300
Nº 55	7.26	147+300	147+250
Nº 56	7.45	147+250	147+200
Nº 57	7.42	147+200	147+150
Nº 58	6.08	147+150	147+100
Nº 59	6.05	147+100	147+50
Nº 60	7.65	147+50	147+00
Nº 61	7.70	147+00	146+950
Nº 62	7.65	146+950	146+900
Nº 63	6.03	146+900	146+850
Nº 64	6.00	146+850	146+800
Nº 65	6.00	146+800	146+750
Nº 66	6.90	146+750	146+700
Nº 67	6.85	146+700	146+650
Nº 68	6.25	146+650	146+600
Nº 69	7.40	146+600	146+550
Nº 70	6.25	146+550	146+500
Nº 71	6.25	146+500	146+450
Nº 72	6.20	146+450	146+400
Nº 73	6.55	146+400	146+350
Nº 74	6.51	146+350	146+300
Nº 75	6.51	146+300	146+250
Nº 76	6.00	146+250	146+200
Nº 77	6.00	146+200	146+150
Nº 78	6.10	146+150	146+100
Nº 79	6.05	146+100	146+50
Nº 80	6.02	146+50	146+00
Nº 81	6.10	146+00	145+950

Nº 82	6.08	145+950	145+900
Nº 83	6.05	145+900	145+850
Nº 84	6.05	145+850	145+800
Nº 85	6.05	145+800	145+750
Nº 86	6.05	145+750	145+700
Nº 87	6.75	145+700	145+650
Nº 88	6.70	145+650	145+600
Nº 89	7.10	145+600	145+550
Nº 90	6.20	145+550	145+500
Nº 91	6.10	145+500	145+450
Nº 92	6.30	145+450	145+400
Nº 93	6.70	145+400	145+350
Nº 94	6.65	145+350	145+300
Nº 95	6.65	145+300	145+250
Nº 96	6.85	145+250	145+200
Nº 97	6.80	145+200	145+150
Nº 98	6.15	145+150	145+100
Nº 99	6.10	145+100	145+50
Nº 100	6.10	145+50	145+00
Nº 101	6.15	145+00	144+950
Nº 102	7.45	144+950	144+900
Nº 103	7.40	144+900	144+850
Nº 104	7.40	144+850	144+800
Nº 105	7.40	144+800	144+750
Nº 106	7.40	144+750	144+700
Nº 107	7.20	144+700	144+650
Nº 108	7.45	144+650	144+600
Nº 109	7.60	144+600	144+550
Nº 110	7.60	144+550	144+500
Nº 111	6.95	144+500	144+450
Nº 112	6.95	144+450	144+400
Nº 113	7.60	144+400	144+350
Nº 114	7.15	144+350	144+300
Nº 115	8.75	144+300	144+250
Nº 116	8.73	144+250	144+200
Nº 117	8.70	144+200	144+150
Nº 118	8.70	144+150	144+100
Nº 119	6.85	144+100	144+50
Nº 120	6.84	144+50	144+00
Nº 121	6.70	144+00	143+950
Nº 122	7.05	143+950	143+900
Nº 123	7.04	143+900	143+850
Nº 124	7.50	143+850	143+800
Nº 125	7.46	143+800	143+750
Nº 126	7.50	143+750	143+700
Nº 127	7.00	143+700	143+650
Nº 128	7.10	143+650	143+600
Nº 129	7.04	143+600	143+550
Nº 130	6.60	143+550	143+500
Nº 131	6.67	143+500	143+450
Nº 132	6.63	143+450	143+400
Nº 133	6.65	143+400	143+350
Nº 134	8.90	143+350	143+300
Nº 135	9.00	143+300	143+250
Nº 136	9.05	143+250	143+200
Nº 137	7.55	143+200	143+150
Nº 138	7.50	143+150	143+100
Nº 139	7.25	143+100	143+50
Nº 140	8.00	143+50	143+00

Tesista
Heiner Adriano Alva Paredes

Asesor
Manuel Rafael Urteaga Toro

ANEXO C

SOLICITUD REGISTRO DE ACCIDENTES

**SOLICITO: INFORMACIÓN DE
ACCIDENTES DE TRANSITO DEL
TRAMO DE LA CARRETERA CHICDEN-
SAN JUAN.**

Sr. Comisario del distrito de San Juan

Presente. -

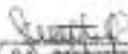
Yo, **Heiner Adriano Alva Paredes**, identificada con **DNI N° 42882729** domiciliada en Jr. Atahualpa # 205, del distrito de San Juan - Cajamarca, ex - alumno de ingeniería civil de la Universidad Privada del Norte, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de ingeniería civil, y siendo necesario realizar un trabajo de investigación. Estoy realizando un trabajo de investigación denominado: "**Seguridad vial de la carretera Cajamarca – San Juan tramo (Km 150-Km 143), en función a sus parámetros de diseño**". Por esta razón me es importante contar con la información de los accidentes de tránsito ocurridos en este tramo, comprendido desde el caserío Chicden – San Juan, y proponer alternativa de solución en beneficios de nuestros transeúntes.

POR LO EXPUESTO, pido a usted acceda a mi solicitud ya que me ayudara a concluir con mi trabajo de investigación.

Adjunto correo electrónico
adrianoalva35@gmail.com

San Juan, febrero de 2021


DNI N° 42882729
Heiner Adriano Alva Paredes
Fecha 20-02-21


Heiner Adriano Alva Paredes
DNI N° 42882729

ANEXO D

ENCUESTA DE UBICACIÓN DE ACCIDENTES

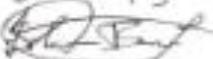
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

Encuesta para ubicar los accidentes de tránsito ocurridos en el tramo Km 150+00+0.00 al Km
143+00+0.00

Encuesta N° 19

FECHA: 11/05/2011

Encuestador: Bach. Heiner Adriano Alva Paredes

Bañon Lopez Leonardo


TEMA: Accidentes de tránsito.

Objetivo: Determinar la ubicación aproximada de un accidente de tránsito en el tramo
Km 150+00+0.00 al Km 143+00+0.00.

Instrucciones: Las preguntas planteadas a continuación son de carácter académico que
serán formuladas por el encuestador según su criterio, su respuesta es importante en
nuestro estudio por lo que agradecemos su sinceridad.

Indique su edad de acuerdo al rango.

18-22	22-27	27-32	32-37	37-41	41-Mas
				X	

1. En que tramo de la vía estimula Ud. que se dan con frecuencia los
accidentes de tránsito?

- a) Línea recta ()
b) Curva (X)

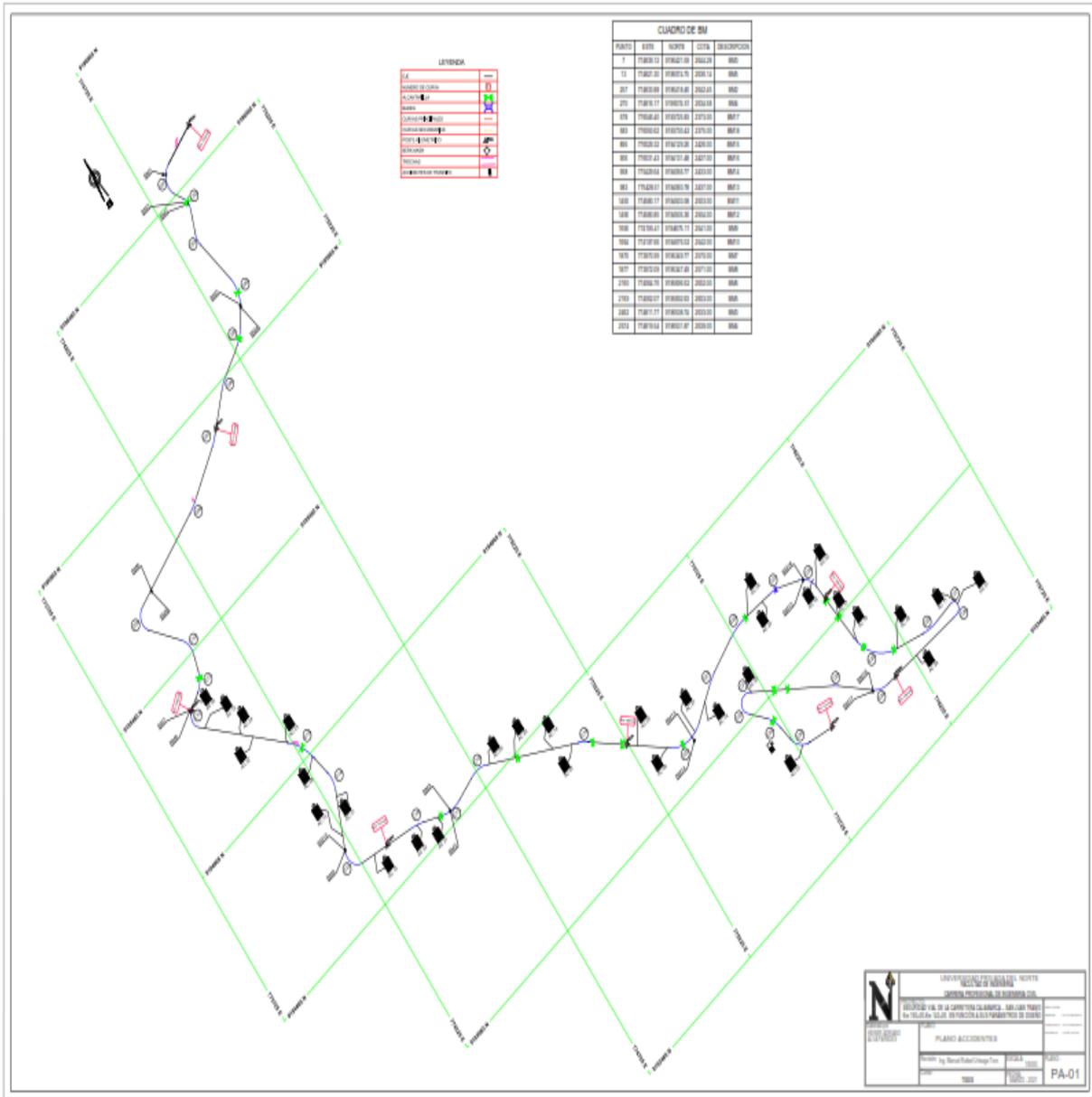
2. Recuerda Ud. que en la carretera San Juan – Cajamarca ocurrido un accidente
en el Km 145 en el año 2015.

- a) Si (X)
b) No ()

Descripción del lugar: Este accidente al parecer fue en
la curva pasando el Sadaco. (AC 18)

ANEXO E

PLANO DE UBICACIÓN DE ACCIDENTES



ANEXO F

PLANO DISEÑO EN PLANTA

ANEXO G

PLANO DE SEÑALIZACIÓN

