

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA
CARRETERA CENTRO POBLADO EL LLIMBE –
CASERIO LA LAGUNA SULLUSCOCHA EN
FUNCIÓN A LA CONSISTENCIA, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Marcelina Santos Avila Risco

Asesor:

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen
<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	71106769
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	40012838
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	LUIS VÁSQUEZ RAMIREZ	26693344
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mi padre celestial quien es el forjador de mi camino, él que siempre está conmigo y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, a mis padres; porque fueron ellos el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mí las bases de todos los valores y deseos de superación. A mi hermano por estar siempre presente cuidándome y dándome aliento. A mi abuela y hermana que desde el cielo guían mi camino y sé que siempre están conmigo.

A mi familia y amigos por permitirme aprender más de la vida a su lado.

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa quiero extender mi profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, caminando junto a mí en todo momento siendo mi inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención especial es para Dios, mis padres, mi abuela, hermanos, ellos me demostraron que el amor verdadero no es otra cosa más que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere.

A la Universidad Privada del Norte por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así también a los docentes que me brindaron sus conocimientos los cuales son la base de mi vida profesional, en especial a el Ing. Alejandro Cubas Becerra y al Ing. Milton Oswaldo Sangay Cusquisiban, quienes me han guiado en todo el proceso de trabajo de mi tesis de principio a final, de la misma manera a mi asesor el Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen por su entrega incondicional y colaboración directa durante el desarrollo de la tesis.

A todos los que fueron mis compañeros de clase y amigos durante todos los niveles de la universidad ya que gracias al trabajo de equipo, compañerismo y apoyo moral han aportado un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Tabla de contenidos

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
Tabla de contenidos	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	38
• <i>Perspectiva de la velocidad:</i>	84
• <i>Enfoque de las expectativas:</i>	86
CAPÍTULO III. RESULTADOS	93
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	103
REFERENCIAS	109
ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Accidentes ocurridos en el tramo Llimbe – Laguna Suclluscocha.....	17
Tabla 2 Parámetros para clasificación por demanda. Parámetros para clasificación	19
Tabla 3 Parámetros para clasificación por orografía.	19
Tabla 4 Umbrales propuestos por Lamm.	33
Tabla 5 Vehículos usados para el diseño.....	35
Tabla 6 Cálculo de radios respecto a las dimensiones de los vehículos	36
Tabla 7 Ubicación geográfica del tramo en estudio.	41
Tabla 8 Coordenadas UTM del tramo en estudio.	41
Tabla 9 Estudio vehicular del volumen de tránsito existente en la vía de estudio.	43
Tabla 10 Parámetros de diseño	47
Tabla 11 Elementos de curva.....	48
Tabla 12 Elementos de sección transversal	49
Tabla 13 Curvas verticales.....	49
Tabla 14 Velocidades de operación tomadas en C.P. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.	50
Tabla 15 Distancias de parada de CP. Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha	51
Tabla 16 Distancias de Adelantamiento de CP. Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha	52
Tabla 17 Análisis de tramos en tangente de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.....	55
Tabla 18 Verificación de radios mínimos de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha	57
Tabla 19 Radios mínimos para curvas de vuelta	59
Tabla 20 Longitud de Transición de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha	60
Tabla 21 Tabla de verificación de sobreamplios.....	63

Tabla 22	Visibilidad de curvas horizontales.....	65
Tabla 23	Verificación de pendientes y longitud en pendiente.....	67
Tabla 24	Elementos de curvas verticales.....	68
Tabla 25	Calzadas y bermas del C.P Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.....	69
Tabla 26	Peraltes y bombeos existentes	76
Tabla 27	Análisis de la consistencia según el enfoque de la velocidad.....	84
Tabla 28	Análisis de consistencia por el enfoque de las expectativas.....	86
Tabla 29	Resumen de la distancia de visibilidad de la vía de estudio	93
Tabla 30	Resumen del diseño geométrico en planta de la vía de estudio.....	94
Tabla 31	Resumen del diseño geométrico en perfil de la vía de estudio.....	95
Tabla 32	Resumen del diseño geométrico de sección transversal de la vía de estudio	96
Tabla 33	Resumen del análisis de consistencia de la vía de estudio	98
Tabla 34	Tramos con mayor número de accidentes en el tramo de estudio	99
Tabla 35	Propuestas de mejora.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Porcentaje de vehículos con mayor incidencia en accidentes.....	18
Figura 2 Visibilidad de curvas horizontales	23
Figura 3 Visibilidad horizontal $D_p < L_c$	23
Figura 4 Visibilidad horizontal cuando $D_p > L_c$	24
Figura 5 Visibilidad en curva vertical.	26
Figura 6 Criterios I y II de Lamm para la Evaluación de la Consistencia del Trazado.....	32
Figura 7 Dimensiones de vehículos C2 y B3	35
Figura 8 Número de vehículos de siete días de la semana.	45
Figura 9 Número promedio de vehículos que pasan por la vía en estudio.....	46
Figura 10 Cumplimiento de Distancia de Parada.....	52
Figura 11 Porcentaje de cumplimiento de distancia de adelantamiento.....	54
Figura 12 Cumplimiento de distancias en tramos de tangentes de la vía en estudio.....	56
Figura 13 Porcentaje de verificación de radios mínimos de la vía en estudi	58
Figura 14 Porcentaje de cumplimiento de curvas de vuelta	60
Figura 15 Verificación de longitudes de transición de la vía en estudio.....	62
Figura 16 Porcentaje de cumplimiento de sobreeanchos existentes	64
Figura 17 Verificación de cumplimiento de visibilidad de curvas en planta	66
Figura 18 Verificación de longitudes en pendientes de la vía en estudio	67
Figura 19 Verificación de curvas verticales en la vía de estudio	68
Figura 20 Verificación de anchos de calzada.....	76
Figura 21 Verificación de anchos de bermas	76

Figura 22 Cumplimiento de bombeos	83
Figura 23 Cumplimiento de peraltes	83
Figura 24 Verificación del análisis de la consistencia respecto a la velocidad	85
Figura 25 Análisis del criterio I - Lamm.....	89
Figura 26 Análisis del criterio II - Lamm.....	89
Figura 27 Cumplimiento de la estabilidad dinámica en la vía de estudio	90
Figura 28 Flujoograma de procedimiento de tratamiento de análisis de datos.	91
Figura 29 Verificación de las distancias de visibilidad en la vía de estudio	93
Figura 30 Resultados de las características geométricas en planta	94
Figura 31 Resultados de las características geométricas en perfil	96
Figura 32 Resultados del diseño geométrico de la sección transversal.....	97
Figura 33 Resultado del análisis de la consistencia de la vía de estudio.....	98
Figura 34 Perfiles de velocidad de la vía en estudio	100
Figura 35 Proyección de radio de curvas real y según norma.....	102
Figura 36 Proyección de berma existente y según norma.....	102

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Factor de corrección estacional.....	21
Ecuación 2. Visibilidad horizontal $D_p < L_c$	24
Ecuación 3. Visibilidad horizontal cuando $D_p > L_c$	24
Ecuación 4. Distancia de visibilidad de Parada.	24
Ecuación 5. Distancia uno de visibilidad de paso.....	25
Ecuación 6. Distancia dos de visibilidad de paso.	25
Ecuación 7. Distancia tres de visibilidad de paso.....	26
Ecuación 8. Radios mínimos	27
Ecuación 9. Transición de peralte.....	28
Ecuación 10. Longitud mínima.....	28
Ecuación 11. Sobreechancho.....	28
Ecuación 12. Sobreechancho requerido por la calzada	29
Ecuación 13. Ancho de la calzada en curva	29
Ecuación 14. Ancho del vehículo en tangente.....	30
Ecuación 15. Avance del voladizo delantero del vehículo.....	30
Ecuación 16. Sobreechancho adicional de seguridad.....	30
Ecuación 17. Parámetro de curvatura	31
Ecuación 18. La fricción lateral.....	33
Ecuación 19. Índice medio diario semanal	44
Ecuación 20. Índice medio diario anual	44

RESUMEN

- Esta investigación tuvo como objetivo analizar y determinar el nivel de seguridad vial de la carretera Centro Poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia, la investigación es de tipo aplicada y cuantitativa, no experimental y transversal; se realizó un muestreo por conveniencia, se seleccionó un tramo de carretera desde centro poblado Llimbe - caserío laguna Sulluscocha – Cajamarca presenta las características geométricas que corresponden a una carretera de I clase tipo II, Para alcanzar el objetivo de la investigación se realizó previamente un conteo vehicular, el levantamiento topográfico y procesamiento de datos, del cual se obtuvo las características geométricas de la vía a detalle, tales como: curvas horizontales, tangentes, pendientes, curvas verticales, distancias de visibilidad, sobre anchos y peraltes máximos. Los procedimientos adoptados para la verificación de la hipótesis fueron: estimación de velocidades de operación del percentil 85 en curvas y tangentes, asimismo se midió las velocidades de operación en campo con el fin de comparar las velocidades estimadas y medidas para la construcción de un perfil de velocidades de la vía en estudio. Se concluyó que se analizó y determinó el nivel de la seguridad vial de la carretera Centro Poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia. Por lo tanto, del criterio de estabilidad dinámica se obtuvo un 58.06% como diseño malo mientras que el criterio I y II de Lamm solo obtuvo un promedio de 3.74% como diseño malo.

PALABRAS CLAVES: Seguridad Vial, Consistencia, Velocidad de Operación y Características geométricas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Actualmente nuestro contexto presenta un problema de la accidentabilidad de una manera muy marcada. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los accidentes de tráfico son la octava causa mundial de muerte puesto que cada día fallecen alrededor de 3500 personas y a la primera entre jóvenes de 15 y 9 años de edad. Según tendencias indican que de no tomarse medidas estrictas se proyecta que en el año 2030 los accidentes de tráfico llegarán a nivel mundial a ser la quinta causa de muerte. Estos índices son bastante preocupantes debido a que el Perú es un país que presenta un relieve muy variado, y la región más crítica y en donde existen más complicaciones es en la región de la sierra debido a su topografía accidentada gracias a la cordillera de los andes.

Según el VI Censo Nacional de Comisarías en Cajamarca se reportaron 2210 accidentes de tránsito, de este total de accidentes se pueden agrupar en cinco indicadores importantes que permitirán enfocar el contexto del problema que se quiere investigar. El primer indicador es por el tipo de la vía de ocurrencia, dentro del cual se tiene que 797 ocurrieron en carreteras representando un porcentaje de 36.1 % del total de accidentes ocurridos. El segundo indicador es por el tipo de accidente de tránsito, obteniéndose que 708 ocurrieron debido a una colisión, 341 por despiste y 127 por despiste y volcadura. A estos tipos de accidentes se le puede relacionar la discordancia entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación influyendo la transición de longitudes en tramo recto a curvas. El tercer indicador es el tipo de transporte involucrado en los accidentes, respecto a ellos tenemos que 1758 son ocasionados por vehículos privados representando un 79.6 % del total de accidentes. Como cuarto indicador se tiene el tipo de vehículo involucrado en accidentes y como se detalla a continuación la mayoría fue causado

por los siguientes vehículos: 498 por automóviles, 108 por station wagon, 289 por camionetas pick up y 515 por camionetas rurales. Finalmente, el quinto y último indicador es por el tipo de causas frecuentes y aquí cabe resaltar que 237 ocurrieron por exceso de velocidad, un factor importante en el análisis que se busca realizar ya que es aquí que se debe de realizar una medición para poder tener la velocidad de operación de los vehículos que presentaron las incidencias descritas anteriormente. (Villena Herrera , 2021).

Entonces, se deduce que el problema más grande de nuestro entorno es la siniestralidad ya que causa miles de accidentes de víctimas al año, pero también frente a las diferentes causas éstas pueden provocar; el ingeniero puede intervenir en el diseño del trazado. Una de las técnicas más importantes para realizar el análisis del trazado es el estudio de la consistencia entre el diseño de la vía; ésta proporciona medios concretos a los proyectistas para evaluar la calidad de sus diseños y así otorgar al conductor lo que espera encontrar cuando circula por la carretera. Si bien es cierto la conducción puede hacerse de modo continuo, sin sobresaltos, lo que incide favorablemente en cuanto a la seguridad de la circulación.

El desarrollo de proyectos viales en el Perú, específicamente de los estudios de trazo de carreteras, casi siempre resuelven primero la situación planimétrica y luego la altimétrica sin que haya un análisis de la relación entre ellas. El resultado tridimensional de la combinación de ambas, muchas veces resulta en situaciones de peligro ya que se generan en sectores inconsistentes en donde el conductor se encuentra con una situación que le obliga a efectuar maniobras de riesgo. Pero aun habiendo una serie de recomendaciones desde el punto de vista geométrico para obtener trazados consistentes, no siempre se logra, por eso en los últimos años se han iniciado diferentes estudios para evaluar este problema tanto en vías existentes como en vías proyectadas. A partir de esta problemática que se suscita en diferentes lugares del país y

sabiendo que las carreteras de Cajamarca no son ajenas a esta realidad, es que surge la investigación “Análisis de la seguridad vial de la carretera centro poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia, Cajamarca 2021”.

De esta manera con el propósito de analizar la seguridad asociada al trazado de la vía mediante el concepto de la consistencia, se planteó el siguiente **problema de investigación**: ¿Cuál es el nivel de seguridad de la carretera Centro Poblado Llimbe - Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia?, teniendo como variable independiente (Y) a la consistencia de carreteras y variable dependiente (X) a la seguridad vial; y como objeto de estudio el tramo de carretera centro poblado Llimbe - Caserío Laguna Sulluscocha – Cajamarca.

Teniendo como **objetivo principal** analizar y determinar el nivel de seguridad vial de la carretera Centro Poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia, y como **objetivos específicos**: Realizar la clasificación de la carretera Centro Poblado el Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha. Evaluar la seguridad de la carretera en función a las características geométricas y la normativa vigente. Medir las velocidades de operación estimadas en curvas y en tangentes de la carretera Centro Poblado el Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha, a través de la estimación de las velocidades de operación en curvas horizontales y tangentes tomadas en campo, identificar los puntos de riesgo y determinar los índices de accidentabilidad de la carretera Centro Poblado el Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha para la evaluación de su seguridad vial - nominal, conforme a la consistencia de diseño y al perfil de velocidades y elaborar una propuesta para optimizar la seguridad vial de la carretera Centro Poblado el Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha.

En base a la pregunta de investigación, se propone la siguiente **hipótesis**: El nivel de seguridad vial de la carretera Centro Poblado el Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha depende significativamente de la consistencia de diseño geométrico.

A través del tiempo, se han venido realizando investigaciones acerca del análisis de la seguridad vial en carreteras en función a la consistencia los cuales se muestran a continuación:

(Torres Calderón & Aranda Jiménez, 2015), en su tesis titulada “Inspecciones de la Seguridad Vial”, tuvo como objetivo indagar acerca de la diversas auditorias e inspecciones en países avanzados en temas de seguridad vial, llegando a la conclusión, que existen factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente de tránsito. El factor con mayor grado de influencia, es el humano. Es por ello, que la mayoría de medidas que se consideran para evitar o disminuir la tasa de accidentes se concentran en restringir actitudes indebidas del conductor y/o peatón. La influencia del factor del entorno de la vía no es la de mayor magnitud; sin embargo, no se podría suponer despreciable. Para disminuir aún más su influencia, es necesario centrarse en corregir, modificar o mejorar sólo la infraestructura vial y así, influir indirectamente en la seguridad del usuario.

(Aquino Durán, 2014), en su tesis titulada "Estudio de la seguridad vial para caminos vecinales de la provincia de Huánuco - 2014", realiza un estudio de seguridad vial para caminos vecinales de la provincia de Huánuco, vistos desde la perspectiva de su geometría, concluyendo que una de las mejores formas de realizar dicho estudio es mediante la técnica del análisis de la consistencia del trazado, determinada por las características geométricas del mismo. Una vía con una consistencia mayor, implica mayor seguridad en la circulación; y en su defecto, cuanto menor sea la consistencia, implica menor seguridad en la circulación.

(Sánchez Sánchez, 2017), en su tesis titulada "Aplicación del análisis de consistencia como complemento al diseño Geométrico para la seguridad vial de la carretera Conococha - Huaraz, tramo Km 510+000 al km+000 Ancash" tiene por objetivo determinar la consistencia del diseño Geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha - Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000, llegando a la conclusión que la consistencia del diseño Geométrico como complemento al diseño vial que se obtuvo fue de regular a mala en todos los subtramos. Conociendo este análisis se puede reducir los accidentes considerablemente y mejorar la seguridad vial con proyectos de mejoramiento de trazado, sin ocasionar perjuicios de grandes costos, cuyo éxito depende en gran medida de los modelos calibrados y adaptados a nuestra realidad.

(Carrera Terrones , 2019), en su tesis titulada "Evaluación de la seguridad vial de la carretera la Shita - Atumpata Km 00 + 00 - Km 05 + 00 en función a sus parámetros de diseño Geométrico", evalúa la seguridad vial de la carretera la Shita – Atumpata km 00+00 – km 05+00 en función a sus elementos geométricos, llegando a la conclusión que la carretera es insegura en un 62.98%, debido a que muchos elementos no cumplen con lo normado, puesto que el simple hecho de que exista peligro en un punto de ésta deja de ser segura, además se evaluó la consistencia geométrica de la carretera la Shita – Atumpata km 00+00 – km 05+00 a través de la estimación de las velocidades de operación en curvas horizontales y tangentes obteniéndose que el 13.46% es bueno, el 13.94% tolerable y el 72.60% pobre, y de acuerdo a estos porcentajes la carretera tiene una geometría inconsistente que lo hace insegura.

(Sánchez Ordoñez, 2011), en su tesis titulada "Metodología para la evaluación de la consistencia del trazado de carreteras interurbanas de dos carriles" tuvo por objetivo profundizar en el conocimiento de los factores que intervienen en la evaluación de la consistencia del trazado

de carreteras de dos carriles, donde concluye planteando un método para evaluar la consistencia del trazado en carreteras interurbanas de dos carriles que tienen en cuenta los siguientes parámetros: El perfil de velocidad de operación, un índice de trazado: el cambio de curvatura vertical y las reparaciones del trazado.

(Villena Herrera , 2021), en su tesis titulada "Análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta - Cento poblado porcón bajo y su relación con la seguridad vial", analizó la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial, donde encontró que algunos tramos de la carretera son inseguros.

Además, según el registro de la policía del distrito de Namora – Cajamarca, en la tabla 1 y figura 1 se presenta un resumen de los accidentes, ocurridos en la vía de estudio entre los años 2017-2022. (ver anexo 4).

Tabla 1

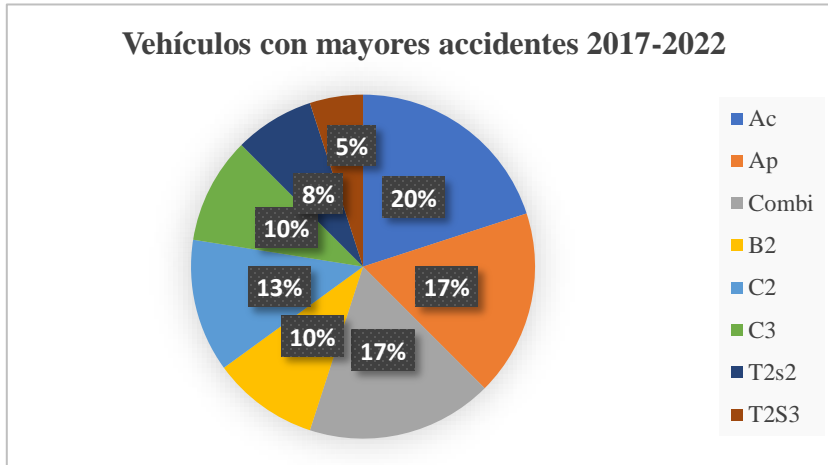
Accidentes ocurridos en el tramo Llimbe – Laguna Suclluscocha.

PROGRESIVA	AÑO											
	2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	LEVES	FATALES	LEVES	FATALES	LEVES	FATALES	LEVES	FATALES	LEVES	FATALES	LEVES	FATALES
0+300	----	----	----	----	----	1	----	----	----	----	----	1
0+400	1	----	----	----	1	----	----	----	----	----	1	----
0+600	----	----	----	----	----	----	1	----	1	----	----	----
0+700	1	----	----	----	----	2	----	----	----	----	----	----
1+400	----	----	----	----	2	----	----	----	1	----	2	----
1+400	----	1	----	----	----	----	1	----	----	----	----	----
1+600	----	----	----	----	1	----	----	----	----	----	----	----
1+600	1	----	----	----	----	----	----	2	----	----	1	1
5+100	----	----	1	----	----	1	----	----	1	----	1	----
5+200	1	----	----	----	1	----	1	----	----	----	----	2
5+220	----	1	----	1	----	----	1	----	----	1	1	----
5+663.5	1	----	----	----	----	1	----	1	----	----	----	----
TOTAL	5	2	1	1	5	5	4	3	3	1	6	4

Nota. Los datos de los accidentes son obtenidos de FRENPOL-CAJAMARCA- PNP, 2022.

Figura 1

Porcentaje de vehículos con mayor incidencia en accidentes.



Posteriormente se describen definiciones conceptuales indispensables para el análisis del problema de investigación sustentando las variables de estudio.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Manual de transportes y comunicaciones, 2018).

Características geométricas: Refiere al estado de cómo se encuentra los elementos Geométricos de la vía en campo. (Durán Aquino, 2019).

Velocidad de diseño: Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. (Cubas Becerra, 2021).

El proceso propuesto por el Manual DG-2018 para diseñar un camino inicia por la selección de la velocidad de diseño y los factores usados para seleccionarla son: la clasificación por su demanda que se describe en la Tabla 3, así como la

clasificación según condiciones orográficas que se describen en la Tabla 4 y la clasificación según el reglamento de jerarquización vial, con conceptos que se amplían más adelante:

Tabla 2

Parámetros para clasificación por demanda.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS			
Demanda	IMDA (veh/día)	Ancho mín. carril (m)	Nº de carriles
1º clase	4000 - 2001	3.6	2
2º clase	2000 - 400	3.3	2
3º clase	< 400	3	2
Trochas carrozables	< 200	4	1

Nota. (MTC, 2018), “Clasificación de carreteras por su demanda” (P.12).

Tabla 3

Parámetros para clasificación por orografía.

CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA		
TERRENO	i% Longitudinal	i% Transversal
PLANO (TIPO I)	< 3%	≤ 10%
ONDULADO (TIPO II)	3% - 6%	11% - 50%
ACCIDENTADO (TIPO III)	6% - 8%	51% - 100%
ESCARPADO (TIPO IV)	> 8%	> 100 %

Nota. (MTC, 2018), “Clasificación de carreteras por su orografía” (P.14).

La clasificación según el reglamento de jerarquización vial se divide en tres partes las cuales se describen a continuación:

- 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.

- b) Red Vial Departamental o Regional. - Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.
- c) Red Vial Vecinal o Rural. - Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional. (MTC, 2018).

Velocidad de operación: un concepto utilizado para la mejor estimación de la velocidad de operación, es el denominado percentil 85 de la velocidad, que consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos. Considerando la velocidad de operación en cada punto del camino, es posible construir un diagrama de velocidad de operación: velocidad de operación – distancia, dónde se podrán apreciar aquellos lugares que puedan comprometer la seguridad en el trazo. El análisis del indicado diagrama, constituye el método más común, para evaluar la consistencia del diseño geométrico. (Cubas Becerra, 2021).

Accidentes de tránsito: se define como accidente de tránsito la acción culposa cometida por los conductores de los vehículos, sus pasajeros o los peatones, al transitar por todas las vías públicas terrestres de la Nación que estén al servicio y uso del público en general; asimismo, la circulación de los vehículos en las gasolineras; en todo lugar destinado al estacionamiento público o comercial regulado por el Estado, en los estacionamientos privados de uso público de los centros y locales comerciales, en las vías privadas y las playas del país. En el accidente de tránsito, debe estar involucrado, al menos, un vehículo y producirse daños en los bienes, lesiones o muerte de personas, como consecuencia de la infracción a la presente Ley. (Ramirez Muñoz, 2013).

Perfiles de velocidad: La determinación del perfil de velocidades de operación en una carretera permite establecer la diferencia de la velocidad entre elementos consecutivos, y además la diferencia con un elemento de control del trazado: la velocidad de proyecto.

Si en promedio los vehículos circulan a velocidad menor que la de proyecto no hay mayores problemas para la seguridad, salvo el caso de los vehículos articulados, que a velocidades muy bajas y en curvas de cierto peralte pueden sufrir el conocido efecto de tijera (quiebro de la articulación). (Sánchez Ordoñez, 2011).

Seguridad vial: es asociada a la indisciplina y recalca la falta de conciencia social en relación a los accidentes que comúnmente se muestran en las noticias. Muchos consideran que éstos son inevitables e incluso los llegan a tomar como sucesos normales.

Estudios demuestran que existen tres principales factores que usualmente combinados en una cadena de eventos contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito: Factor humano, factor del entorno de la vía, factor vehicular. (Torres Calderón & Aranda Jiménez, 2015).

Factor de corrección estacional: se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a diferentes factores recreacionales, que se producen durante el año. (Provias Nacional, 2018).

Por lo tanto, este factor se determina por la siguiente fórmula:

$$FC_s = \frac{IMD_{\text{anual}}}{IMD \text{ del mes desestudio del peaje}}$$

Ecuación 1. Factor de corrección estacional

Derecho de vía: es la faja de terreno destinada a la construcción de la vía y sus futuras ampliaciones. (Invias, 2022).

Diseño en planta: es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por trayectorias curvas. (Invias, 2022).

Diseño en perfil: es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. (Invias, 2022).

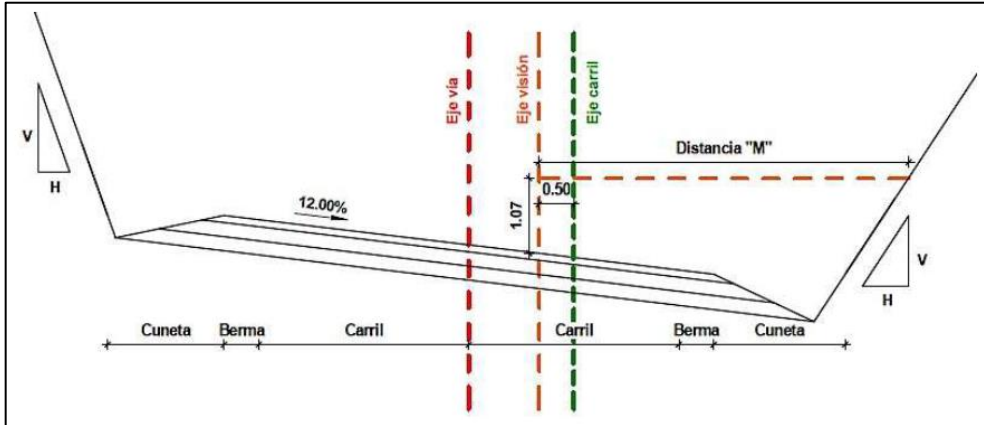
Diseño de la sección transversal: es la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. (Invias, 2022).

Visibilidad: es una cualidad perceptible, que permite observar los obstáculos que se encuentran sobre la calzada a una determinada distancia, con los que un vehículo podría colisionar y que depende de ciertos parámetros tales como los radios de curvatura, del ángulo de deflexión, de las velocidades de diseño, de las pendientes longitudinales. La visibilidad debe ser evaluada considerando las distancias de visibilidad de parada y/o de adelantamiento. (Cubas Becerra, 2021).

Visibilidad en curvas horizontales: la aplicación de la distancia mínima de visibilidad de frenado, forzosa en las curvas horizontales de una carretera, requiere el suficiente despeje lateral de la vía hacia el interior de la curva para evitar toda obstrucción de la vista. La distancia de visibilidad de paso, tiene una aplicación muy restringida en estas curvas por la exigencia de grandes radios de curvatura que solo son posibles en terrenos planos. (Cubas Becerra, 2021).

Figura 2

Visibilidad de curvas horizontales.



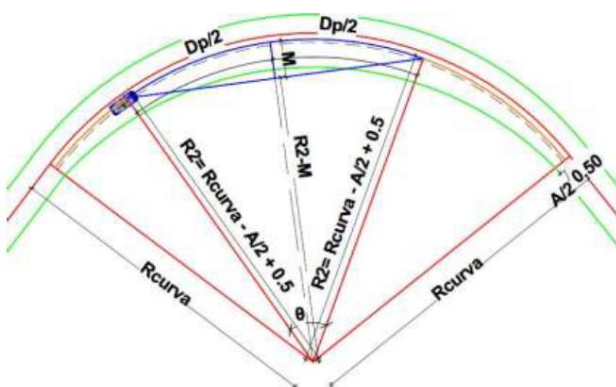
Nota. (Cubas Becerra, 2021), “Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén en la seguridad vial-Cajamarca”. Pg.36.

En las siguientes figuras se muestran dos casos para analizar la visibilidad en las curvas horizontales.

CASO I. Cuando la distancia de parada es menor que la longitud de la curva.

Figura 3

Visibilidad horizontal $D_p < L_c$



Nota. (Cubas Becerra, 2021), “Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén en la seguridad vial-Cajamarca”. Pg.36.

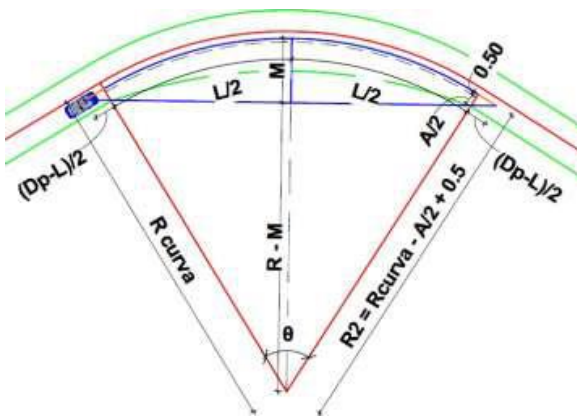
$$M = R_2 x \left[1 - \cos \left(\frac{90 x d_p}{R_2} \right) \right]$$

Ecuación 2. Visibilidad horizontal $D_p < L_c$

CASO II. Cuando la distancia de parada es mayor que la longitud de la curva.

Figura 4

Visibilidad horizontal cuando $D_p > L_c$.



Nota. (Cubas Becerra, 2021), “Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén en la seguridad vial-Cajamarca”. Pg.37.

$$M = Lc x \frac{(2xD_p - Lc)}{8xR_2}$$

Ecuación 3. Visibilidad horizontal cuando $D_p > L_c$

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 que se encuentra en su trayectoria.

Fórmula:

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

Ecuación 4. Distancia de visibilidad de Parada.

Donde:

d: distancia de frenado en metros

V: velocidad de diseño en km/h

a: deceleración en m/s²

i: Pendiente longitudinal (tanto por uno).

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento: Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar.

Para D_1 se tiene la fórmula:

$$D_1 = 0.278t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right)$$

Ecuación 5. Distancia uno de visibilidad de paso.**Donde:**

t₁: Tiempo de maniobra, en segundos.

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

a: Promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento

m: Diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado.

Para D_2 se tiene la fórmula:

$$D_2 = 0.278Vt_1$$

Ecuación 6. Distancia dos de visibilidad de paso.**Donde:**

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

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

Para D_3 se tiene la fórmula:

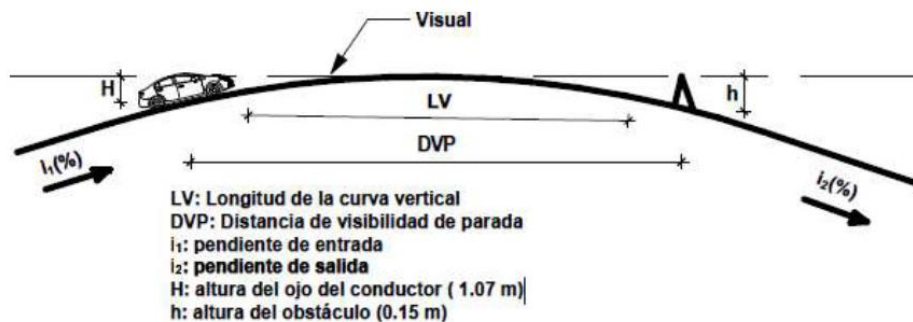
$$D_4 = \frac{2}{3} D_2$$

Ecuación 7. Distancia tres de visibilidad de paso.

Visibilidad en curvas verticales: se ve influenciada por los cambios de pendiente y la longitud de las curvas verticales, razón por la cual es necesario analizar si las longitudes de las curvas verticales son mayores que las longitudes mínimas que nos aseguran las distancias de visibilidad de parada.

Figura 5

Visibilidad en curva vertical.



De acuerdo a la DG 2018, Los tramos en tangente deben estar acondicionados para realizar la maniobra de adelantamiento, de no cumplirse los vehículos que vayan uno tras otro van a exceder lo que se dispone en la norma.

Tramos en tangente: Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño según las DG-2018 se presentan de la siguiente manera:

Fórmula:

- L min.s : 1.39 V
- L min.o : 2.78 V

Donde:

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

L_{min.o}: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

Radios mínimos: 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:

Fórmula:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127x(P \max + f \max)}$$

Ecuación 8. Radios mínimos**Donde:**

R_{mín}: Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño

P_{máx}: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{máx}: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Transición de peralte: viene a ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva.

Fórmulas de peralte máximo:

$$ip_{\max} = 1.8 - 0.01V$$

Ecuación 9. Transición de peralte**Donde:**

ip_{máx}: Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).

V: Velocidad de diseño (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la fórmula:

$$L_{\min} = \frac{p_f + p_i}{ip_{\max}}$$

Ecuación 10. Longitud mínima**Donde:**

L_{mín}: Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

pf: Peralte final con su signo (%)

pi: Peralte inicial con su signo (%)

B: Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

Sobrecancho: 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.

Fórmula:

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

Ecuación 11. Sobrecancho

Donde:

Sa: Sobreechancho (m).

n: Número de carriles.

RC: Radio de curvatura circular (m).

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m).

V: Velocidad de diseño (km/h).

Además, se presenta el cálculo del sobreechancho para vehículos articulados, conformado por una unidad tractora y semirremolque. El Manual AASHTO (Vias, 2008), presenta el siguiente procedimiento para la determinación del sobreechancho requerido en una curva y para realizar este análisis se presenta un esquema del sobreechancho (ver anexo 11).

Fórmula 1:

$$S = A_C - A_T$$

Ecuación 12. Sobreechancho requerido por la calzada**Donde:**

S: Sobreechancho requerido por la calzada.

AC: Ancho de la calzada en curva.

AT: Ancho de la calzada en tangente.

Fórmula 2:

$$A_c = nx(U + C) + (n - 1) \times F_A + Z$$

Ecuación 13. Ancho de la calzada en curva**Donde:**

n: Número de carriles de la calzada

U: Ancho ocupado por el vehículo cuando está describiendo la trayectoria en la curva

Fórmula 3:

$$U = u + R_c - \sqrt{R_c^2 - (L_1 + L_2 + L_3)^2}$$

Ecuación 14. Ancho del vehículo en tangente**Donde:**

u: Ancho del vehículo en tangente (Ver anexo 12).

R_C: Radio de la curva, en metros.

L1, L2 y L3: Dimensiones del vehículo (Ver anexo 12).

C: Espacio lateral de seguridad que requiere cada vehículo. En el anexo 12 se presenta el valor de C en función del ancho de la calzada.

Fórmula 4:

$$F_A = \sqrt{R^2 + Ax(2xL_1 + A)} - R_C$$

Ecuación 15. Avance del voladizo delantero del vehículo.**Donde:**

FA: Avance del voladizo delantero del vehículo sobre el carril adyacente, cuando está describiendo la trayectoria curva.

RC: Radio de la curva, en metros.

A: Valor del voladizo o saliente delantero del vehículo, en metros Ver anexo 13.

L1: Distancia entre el eje delantero y el eje trasero de la Ver anexo 13.

Fórmula 5:

$$z = 0.1 \sqrt{\frac{V_{CH}}{R_C}}$$

Ecuación 16. Sobreechanco adicional de seguridad.**Donde:**

Z: Sobreancho adicional de seguridad

VCH: Velocidad Específica de la curva, en km/h.

Rc: Radio de la curva, en metros.

Curvas verticales: Para determinar dicha verificación de curvas verticales en pendiente se debe tener en cuenta la fórmula del parámetro de curvatura y para realizar el análisis de tipo de curva se analiza según la figura 303.02 de las DG – 2018 (ver anexo 13). A continuación, se muestra un ejemplo del desarrollo, que servirá para calcular los demás datos de la misma manera.

Fórmula parámetro de curvatura:

$$K = \frac{L}{A}$$

Ecuación 17. Parámetro de curvatura

Donde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

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

Indicadores de consistencia bajo el enfoque de la velocidad: puede interpretarse como la relación entre las características geométricas de una carretera y lo que espera encontrar el conductor que circula por ella. (Choconta Rojas , 2015).

Se resalta que la dispersión en la velocidad de operación está ligada con los cambios en la carga cognitiva del trazado geométrico y por lo tanto un elevado número de cambios está asociado con una mayor siniestralidad. A continuación, se muestran los criterios de consistencia más importantes. Primero se muestran los criterios I y II de Lamm, que se establecieron relacionados con la velocidad de operación, que incluían la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico y la de diseño (Criterio I) y la diferencia de velocidad

de operación entre elementos geométricos consecutivos (Criterio II). La figura 4 presenta un resumen de los umbrales de consistencia para los criterios I y II. La ventaja de estos criterios reside fundamentalmente en su sencillez de utilización, ya que su obtención es prácticamente directa a partir del perfil de velocidad de operación. El Criterio II es más utilizado, ya que su relación con la siniestralidad es clara (es totalmente intuitivo que una mayor reducción de velocidad a priori presentará más problemas para el conductor), además de que localiza la zona sobre la que hay que actuar.

El Criterio I requiere el paso adicional de inferir la velocidad de diseño, lo cual en ocasiones puede ser muy inexacto y complejo.

Figura 6

Criterios I y II de Lamm para la Evaluación de la Consistencia del Trazado.

Rango de consistencia	Criterio I (km/h)	Criterio II (km/h)
Buena	$ V_{85 i} - V_d \leq 10$	$ V_{85 i} - V_{85 i+1} \leq 10$
Aceptable	$10 < V_{85 i} - V_d \leq 20$	$10 < V_{85 i} - V_{85 i+1} \leq 20$
Pobre	$ V_{85 i} - V_d > 20$	$ V_{85 i} - V_{85 i+1} > 20$

Nota. (Aquino Durán, 2014), “Evaluación de la seguridad vial mediante el análisis de la consistencia del trazado en caminos vecinales de la provincia de Pachitea – 2019” (P.29).

Segundo se muestra el criterio III de estabilidad dinámica, (Echeveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001), menciona que este criterio toma como base la idea de que las diferencias entre la fricción lateral provista por el diseño y la fricción lateral demandada induce inconsistencia en el trazado, puesto que el conductor modifica su velocidad al enfrentar la curva dependiendo de la trayectoria, de la presencia de otros vehículos y de la velocidad de aproximación a la curva.

Para lograr la estabilidad, el conductor demandará una cierta cantidad de fricción en función de las características del desplazamiento del automóvil (velocidad, trayectoria) y del pavimento (textura), la cual no necesariamente es la misma que ofrece el diseño a través de la curvatura y del peralte. Y también hace referencia a que los umbrales propuestos por Lamm son los indicados como se muestra en la siguiente figura:

Tabla 4

Umbrales propuestos por Lamm.

Nivel de consistencia	Criterio III
Bueno	$\Delta cf = > + 0.02$
Regular	$+ 0.02 \Delta cf < -0.02$
Malo	$\Delta cf < -0.02$

Nota. (Villena Herrera, 2021), "Análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta - centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial" (P.49).

En donde Δcf es la diferencia entre la fricción lateral provista y la demandada. La fricción lateral provista se puede estimar mediante la expresión de equilibrio dinámico:

$$Cf = \frac{VD^2}{127R} - P$$

Ecuación 18. La fricción lateral

Siendo VD la velocidad de diseño, R el radio de curvatura y p el peralte. La fricción lateral demandada se estima sustituyendo el valor de VD por el de V85. (Cubas Becerra, 2021).

V85: es el percentil 85 de una muestra de velocidades observadas en la estadística general utilizado en la descripción de velocidades de operación en una característica geométrica. Es la velocidad a la cual o por debajo del cual operan el 85% de los conductores. (Gomez Allende & Quispe Mejía, 2017).

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. (MTC, 2018)

Clasificador de rutas: es el documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras -SINAC, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que contiene las carreteras existentes y en proyecto, clasificadas como Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. (Aquino Durán, 2014).

Código de ruta: es la identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), (Aquino Durán, 2014).

Sinac: conjunto de carreteras conformantes de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. (Aquino Durán, 2014).

Eje de la carretera: línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central. (Aquino Durán, 2014).

Vehículo de diseño: Para el diseño, ejecución y operación de las carreteras, es necesario seleccionar adecuadamente el vehículo de diseño, puesto que de sus características estáticas, cinemáticas y dinámicas dependerá las dimensiones de los diferentes elementos que constituyen las carreteras, para el presente estudio se debe indicar que el vehículo de diseño seleccionado inicialmente fue el Camión de dos ejes C2 y en la actualidad las DG-2018 mencionan que el vehículo de diseño es el B3, a continuación se muestran gráficamente las dimensiones:

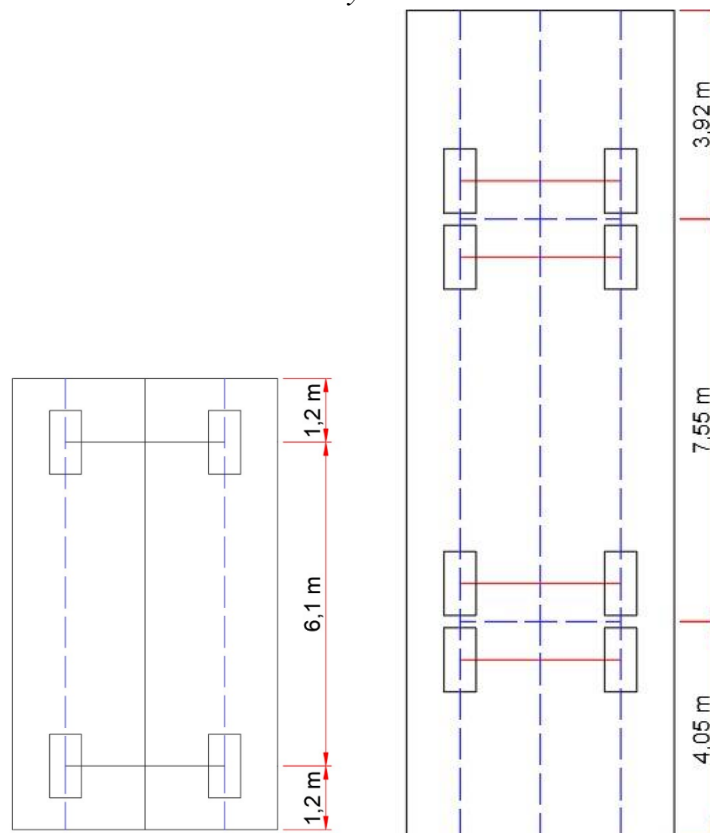
Tabla 5

Vehículos usados para el diseño.

DIMENSIONES DE VEHÍCULOS USADOS PARA LA VÍA EN ESTUDIO							
Norma	Vehículo de diseño	Alto total	Ancho total	Largo total	Vuelo delantero	Separación entre ejes	Vuelo trasero
NPDC	C2 - Camión simple	4.1	2.6	9.1	1.2	6.1	1.8
DG2018	B3 - Ómnibus	4.1	2.6	15	2.4	7.55	4.05

En la figura 7 se muestran las dimensiones de cada vehículo de diseño.

Figura 7
Dimensiones de vehículos C2 y B3



Según las dimensiones de cada vehículo se procedió a calcular los radios de los vehículos, tales como se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Cálculo de radios respecto a las dimensiones de los vehículos.

Cálculo de radios					
Elemento	Tipo de vehículo		Elemento	Tipo de vehículo	
R	C2	B3	R	C2	B3
r3	$\frac{6.10}{\text{sen}(35)}$	$\frac{7.55}{\text{sen}(35)}$	r3	$\frac{6.10}{\text{sen}(45)}$	$\frac{7.55}{\text{sen}(45)}$
Total	10.635 m	13.163 m	Total	8.625 m	10.677 m
Δ	2.528 m		Δ	2.052 m	

Accidentes de tránsito: cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada. (Manual de transportes y comunicaciones, 2018).

Levantamiento topográfico: conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica. Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área de estudio (Aquino Durán, 2014).

La presente investigación se realiza con la finalidad de analizar e identificar el nivel de seguridad vial de la carretera Centro Poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia, para así mejorar las condiciones existentes de la carretera y brindar seguridad de los que transiten.

Esta investigación se justifica porque ayuda a comprender el comportamiento de la respuesta de la seguridad vial del tramo en estudio, permitiendo apreciar todos los resultados en función a la estimación de las velocidades de operación en curvas horizontales y tangentes tomadas en campo, así como las características de los elementos geométricos en planta, en perfil, en sección transversal y así posteriormente se determinará cuáles son los tramos más seguros e inseguros de la carretera.

Así mismos se propone dar relevancia al presente estudio, ya que se pone de manifiesto la importancia que debe darse a la seguridad vial en el desarrollo de los diversos proyectos de obras viales, a fin de priorizar la vida antes que cualquier otro beneficio social y económico que se pueda obtener.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Según los propósitos de esta investigación tiene un **enfoque** aplicada y cuantitativa porque buscó comprobar la hipótesis a base de recolección de datos de las mediciones numéricas realizadas, generalmente con ayuda de herramientas del campo de estadística; verificando el cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico según el manual para el diseño de la carretera en estudio para luego analizar la seguridad vial en cuanto a la consistencia geométrica; según el autor (Borja, 2012), menciona que, “por lo general las preguntas e hipótesis surgen dentro del proceso de investigación. Las variables de estudio no se definen con el propósito de manipularse ni de controlarse experimentalmente”.

Además, esta investigación es cuantitativa por cuanto a través de relaciones cuantitativas de los datos numéricos obtenidos se puede llegar a determinar la influencia de las características geométricas en el tramo de estudio, lo cual nos brindará diferentes resultados que la investigación dará a conocer.

Puesto que el objetivo del estudio será analizar la seguridad vial, se recurrirá a una investigación no experimental – transversal porque se estudiará y mostrará las variables tal como están sin alterar el terreno, al mismo tiempo se medirán dichas variables en una oportunidad y en tiempo corto; sobre estas se evaluará la consistencia de diseño y se realizará verificaciones respecto al grado de cumplimiento con la norma, así mismo se correlacionará las variables de estudio para determinar la seguridad vial - nominal del diseño geométrico.

De acuerdo con Fernández, & Baptista (2010), la investigación es No Experimental porque se realiza sin manipular deliberadamente variables, lo que hace este tipo de investigación es contemplar los fenómenos en su estado natural para ser analizados.

Para esta investigación la **población** está conformado por la carretera de red vial nacional PE - 3N (longitudinal de la sierra norte), San Marcos- Cajamarca, de lo cual por conveniencia del investigador se ha tomado como **muestra** la carretera centro poblado Llimbe - caserío laguna Sulluscocha – Cajamarca, que comprende desde el Km 0+000 hasta el final que es el Km 5 + 663.50, porque según el informe policial que adjunto en el anexo 3, en los últimos tiempos este es el tramo que tiene más accidentes de tráfico, además este es el tramo más conocido de la ciudad de Cajamarca.

La técnica que se utilizó para el levantamiento topográfico y los instrumentos de recolección de datos es la observación directa, mientras que para los instrumentos de análisis de datos se usó la técnica de la estadística descriptiva usando los programas computacionales de Excel y Civil 3D 2022.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron formatos de campo y gabinete, donde se anotaron con precisión y de manera organizada los datos tomados en el proceso de conteo vehicular, en las velocidades de operación en las curvas y tangentes que sirvieron para llegar a los resultados que se muestran finalmente. Además, se emplearon textos, teorías de autores confiables y otros especializados en la rama de transportes, así como las DG-2018. Por ende; en las siguientes líneas se describen los formatos para la recolección de datos:

Formato 1: índice medio semanal; con la información obtenida se realiza el cálculo para determinar el índice medio semanal, la recolección de datos es de siete días de tal manera que se usó una ficha por día (Ver anexo 2); donde se registra datos de campo tales como:

Encabezado: donde se indica el logo de la universidad, el nombre de la ficha, nombre de la investigación, nombre del responsable.

Espacio de trabajo: Tipo de vehículo, la descripción de vehículo, el día de toma de datos, las quince horas, tomando los datos por cada hora teniendo en cuenta la dirección a los que

destinaban cada vehículo, el conteo de total de vehículos según el tipo de vehículo para finalmente sacar el promedio total de éstos.

Pie de página: espacio donde se encuentra las firmas del tesista quien es el responsable del trabajo y el asesor quien autoriza la utilización y validación de dicho formato.

Formato 2: Velocidad de operación (Ver anexo 3), este formato se diseña con la finalidad de evaluar los lugares donde existen un aumento de velocidad de operación, para posteriormente ser evaluados, este formato presenta las siguientes características:

Encabezado: donde se indica el logo de la universidad, el nombre de la ficha, nombre de la investigación, nombre del responsable.

Datos informativos: Nombre de la ficha, tipo de elemento y nombre del tramo en estudio.

Espacio de trabajo: tipo de elemento que es dividido por tangente o curva, los cuales son descritos por N° de medición, tipo de vehículo, velocidad y promedio de cada uno.

Pie de página: espacio donde se encuentra las firmas del tesista quien es el responsable del trabajo y el asesor quien autoriza la utilización y validación de dicho formato.

La **recolección de datos** se realizó mediante el levantamiento topográfico utilizando una estación total, tomando los ejes de la vía, cunetas, ancho de calzada, curvas verticales, y estructuras que se creyeron convenientes; también se realizó un estudio de tráfico (Formato 2), para obtener el IMD actual de la vía y así determinar su clasificación, de tal manera que se procedió a ubicarse una zona adecuada para realizar el conteo, desde las 06:00 am hasta las 20:00 pm durante siete semana, además se realizó la medida de los bombeos y peraltes con el equipo denominado eclímetro y finalmente se realizó la medición de velocidades de vehículos ligeros (Formato 3), que consistió en identificar las tangentes y curvas para luego en cada tramo con un instrumento llamado cinemómetro medir la velocidad de 30 vehículos ligeros en bajada,

para determinar la velocidad del percentil 85 correspondiente, para tomar con precisión los datos se tuvo en cuenta diferentes pautas tales como medir solo vehículos ligeros que se mantengan en su carril, que circulen a flujo libre con condiciones climáticas favorables y condiciones de carpeta de rodadura adecuada . A continuación, se describen los datos recolectados:

UBICACIÓN DE LA VÍA

Para realizar el análisis de consistencia del tramo en estudio, se toma como objeto un tramo de carretera que está ubicada en el departamento de Cajamarca, distrito de Llacanora. Iniciando desde Centro Poblado Llimbe y terminando en el caserío Laguna Sulluscocha (Ver anexo 1); en las tablas 7 y 8 se describe la ubicación geográfica y sus coordenadas UTM.

Tabla 7

Ubicación geográfica del tramo en estudio.

PUNTO INICIAL: LLIMBE	PUNTO FINAL: LAGUNA SULLUSCOCHA
LATITUD: 7° 12'34.59"S	LATITUD: 7° 11' 36.45"S
LONGITUD: 78°24'3.12"O	LONGITUD: 78°22'2.08"O

Tabla 8

Coordenadas UTM del tramo en estudio.

PUNTO INICIAL: LLIMBE	PUNTO FINAL: LAGUNA SULLUSCOCHA
ESTE: 787043.00 m	LATITUD: 790769.00 m
NORTE: 9202262.00 m	LONGITUD: 9204028.00 m
COTA: 2768.572 m.s.n.m	COTA: 29.79 m.s.n.m

a) **Levantamiento topográfico:** Con los instrumentos tales como: estación total SOUTH N40, trípode, prisma más un bastón, GPS y una wincha de 3 m, se procedió a realizar el

levantamiento de la vía en estudio, el trabajo de levantamiento topográfico se realizó en ocho días desde 30 de abril hasta el 7 de mayo. Los puntos obtenidos fueron plasmados en el software Autodesk Civil 3D 2022, obteniéndose de tal manera los planos topográficos en planta y perfil.

b) Conteo vehicular: Se realizó con la ficha de conteo, reloj de mano, lapicero y corrector, posteriormente se pasó a tomar los datos en dos puntos fijos los cual permitieron obtener información lo más real posible, registrando que los vehículos crucen en ambos sentidos de la carretera, se tomó como punto intermedio la progresiva 3+500 ubicado en el mirador de Llimbe y punto final 5+663.50 ubicado en Cas. Laguna Sulluscocha, esta toma de datos se realizó desde el domingo 15 de mayo hasta el sábado 21 de mayo del 2022 durante siete días consecutivos siendo los días: sábado, domingo, lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, las horas de conteo vehicular fueron desde las 6:00 am – 8: 00 pm, además los vehículos se agruparon según su tipo.

Tabla 9

Estudio vehicular del volumen de tránsito existente en la vía de estudio.

TIPO		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL	%
		17/05/2022	18/05/2022	19/05/2022	20/05/2022	21/05/2022	15/05/2022	16/05/2022		
		6:00 am - 8:00 pm	6:00 am - 8:00 pm	6:00 am - 8:00 pm	6:00 am - 8:00 pm	6:00 am - 8:00 pm	6:00 am - 8:00 pm	6:00 am - 8:00 pm		
Mototaxi	L5	196	225	118	114	146	298	326	1423	9.09
Camioneta	Ap	499	391	562	505	699	785	864	4305	2.75
Auto/	Ac	627	536	525	616	661	776	892	4633	29.60
Combi/micro	M2	375	418	349	356	360	458	572	2888	18.45
	M3	0	0	0	0	0	0	1	1	0.01
Camión	C2	294	328	173	193	236	221	254	1699	10.86
	C3	26	22	60	131	42	32	62	375	2.40
Semitraylers	T2S2	1	2	5	5	3	5	7	28	0.18
	T2S3	3	2	1	2	2	5	6	21	0.13
	T3S1	1	0	0	1	0	1	2	5	0.03
	T3S3	19	11	14	9	29	27	29	138	0.88
Traylers	C3R2	1	2	0	1	4	2	2	12	0.08
	C3R3	3	4	15	11	5	2	0	40	0.26
Omnibus	B2	2	2	8	6	9	6	6	39	0.25
	B3	1	2	4	3	10	5	12	37	0.24
Maquinaria Pesada		1	0	1	2	2	0	0	6	0.04
TOTAL		2049	1945	1835	1955	2208	2623	3035	15650	100.00
%		13.09	12.43	11.73	12.49	14.11	16.76	19.39	100.00	

- c) **Velocidades de operación en campo:** En cada curva y tangente desde el Km 0+000 hasta el Km 5 + 663.50, con la pistola radar Bushnell Speedster, se apuntó a los vehículos ligeros para medir la velocidad. Para colocar los datos se usó el formato N° 2, los cuales se muestran en la carpeta compacta 3_Anejos. Este conteo se realizó el día 24 de mayo desde las 6:15 am hasta las 7:34 pm.
- a) **Medición de peraltes en campo:** Con la ayuda de los planos de la carretera se ubicó la longitud media de la curva y al ras de la superficie de rodadura en forma transversal al eje se midió el peralte máximo con un instrumento llamado eclímetro. Los datos medidos se muestran más adelante en las tablas correspondientes.

Posteriormente se realizó el **procedimiento de tratamiento y análisis de datos.**

1. Cálculo del índice medio diario anual.

Con los datos que se obtuvieron en la tabla 9 se calculó el índice medio diario mediante la siguiente fórmula:

$$IMDS = \frac{\text{Volumen Semanal}}{7}$$

Ecuación 19. Índice medio diario semanal

Remplazando la fórmula se obtiene: $IMDS = \frac{15650}{7} = 2236 \text{ veh} / \text{día} .$

Con los datos que se presentan se obtuvo el índice medio diario anual mediante la siguiente fórmula:

$$IMDA = FCe \times IMDS$$

Ecuación 20. Índice medio diario anual

Remplazando la fórmula se obtiene:

$$Fce = \frac{985.02}{999.83} = 0.9911$$

$$IMDA = 2235.71 \times 0.9911$$

$$IMDA = 2215.90 \text{ veh / día} \quad \text{Se obtiene} = 2216 \text{ veh / día}$$

En las siguientes las gráficas se muestran volumen de tránsito existente en la vía de estudio.

Figura 8

Número de vehículos de siete días de la semana.

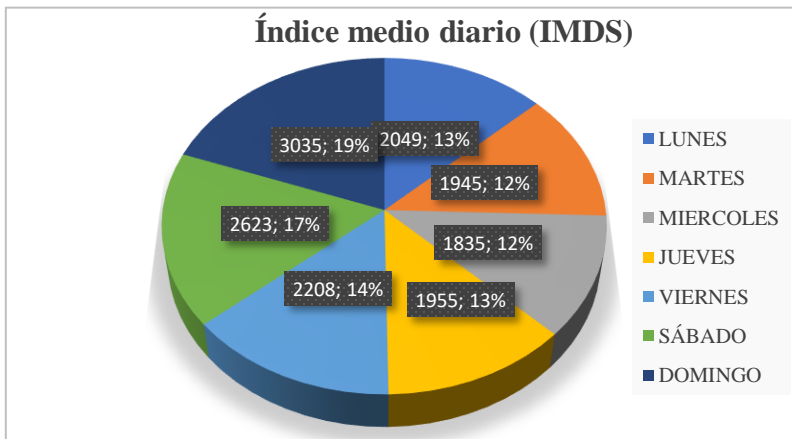
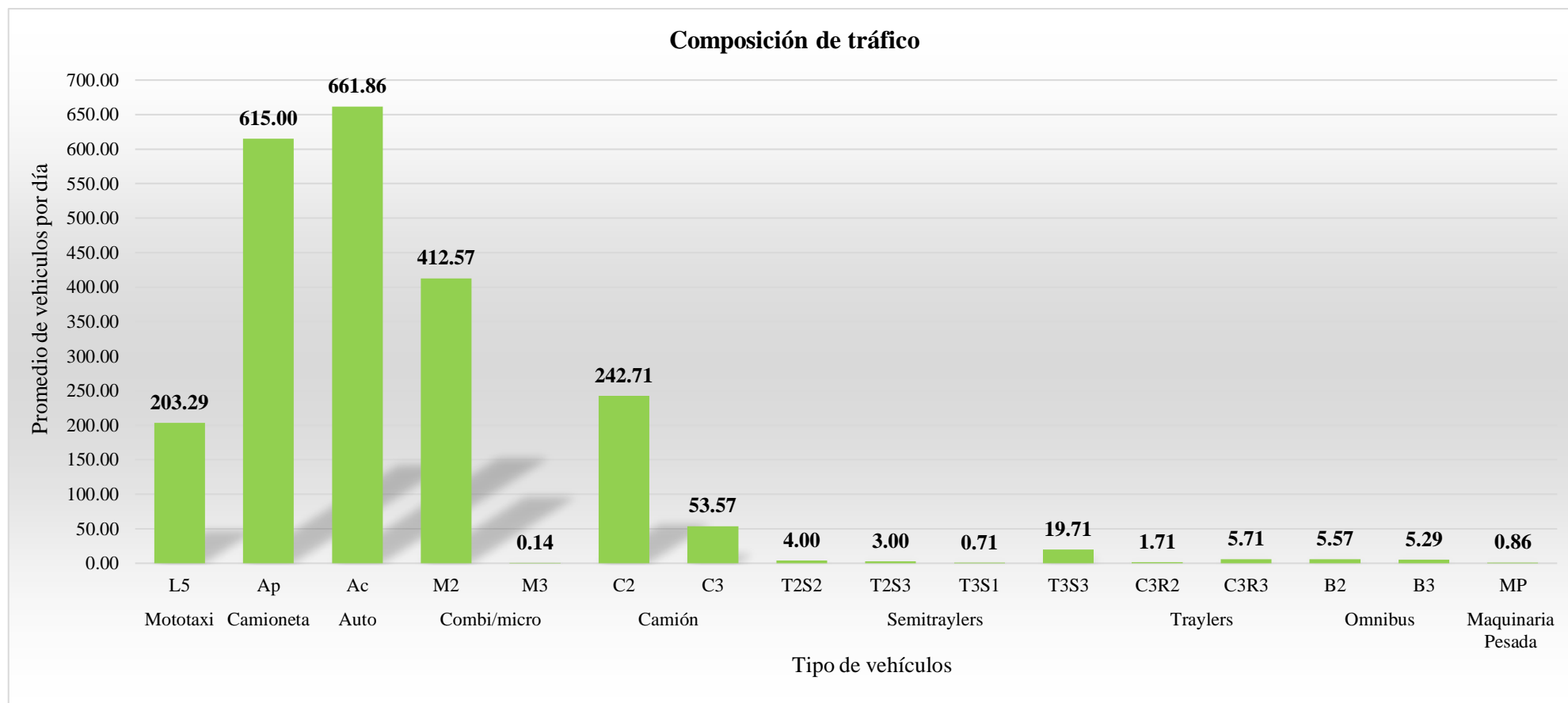


Figura 9

Número promedio de vehículos que pasan por la vía en estudio



2. Velocidad de diseño y clasificación de carretera.

a) **Velocidad de diseño.** Respecto a la demanda según los parámetros para su clasificación que se presentan en la Tabla 2 la vía en estudio pertenece a una carretera de 1° clase ya que tiene un IMDA de 2216 veh/día, por otro lado, según los valores de la tabla 3, la orografía predominante es tipo II.

Por lo tanto, la clasificación de la vía en estudio es de Primera clase, tipo II (ondulado) y pertenece a la red vial nacional.

b) **Vehículo de diseño.** Según el DG 2018, el vehículo de diseño para la verificación de la seguridad es un B3, ya que este vehículo es uno de los que circula por dicha vía.

c) **Parámetros del diseño de carretera.**

Tabla 10

Parámetros de diseño

PARÁMETRO DE DISEÑO	VALOR
Velocidad de diseño	60 km/h
Radio mínimo	123.20 m
Radio mínimo curvas de volteo	23.60 m
Pendiente máxima	8.00
Ancho de calzada	7.20 m
Ancho de Bermas	3.00 m
Longitud de tramos en tangente curvas en S	83 m
Longitud tramos en tangente curvas en O	167

3. Procesamiento de datos en software Autodesk Civil 3D 2022 del levantamiento

topográfico. Con los datos obtenidos mediante la estación total, se procesó los datos y se obtuvo el plano en el software Autodesk Civil 3D 2022, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Importación de puntos.
- Generación de curvas de nivel.
- Alineamiento del eje de la vía, el cual permitió identificar las características de diseño que se presentan al área de estudio.
- Perfil del eje de la vía, se identificó las pendientes en la carretera de estudio.

Con estos datos se muestran las siguientes tablas:

❖ *Características geométricas de los elementos del tramo en estudio*

Tabla 11

Elementos de curva.

Nº	S	I	R(m)	T(m)	Lc(m)	S(m)	P (%)
1	D	116°7'46"	25.00	43.36	78.06	5.33	8.00
2	D	92°42'33"	31.32	53.68	103.54	4.32	8.00
3	D	75°30'04"	31.78	29.8	59.05	4.26	8.00
4	I	26°13'06"	125.00	42.88	83.13	1.33	7.00
5	I	27°56'16"	125.00	53.31	99.73	1.33	7.00
6	I	14'18'15"	130.00	56.01	98.77	1.29	7.00
7	I	43°19'00"	50.00	32.04	62.6	2.85	8.00
8	I	101°38'14"	25.38	267.82	85.53	5.25	8.00
9	D	100°28'34"	25.38	37.24	74.27	5.25	8.00
10	D	13°05'00"	130.00	31.63	60.44	1.29	7.00
11	D	51°17'41"	100.00	21.02	32.42	1.59	7.60
12	D	26°31'50"	125.00	29.47	58.35	1.33	7.00
13	I	157°05'39"	25.00	98.23	175.33	5.33	8.00
14	I	43°08'54"	50.00	46.69	83.74	2.85	8.00
15	I	22°56'02"	80.00	21.17	42.32	1.91	8.00
16	I	25°13'38"	124.00	9.88	19.43	1.34	7.00
17	I	100°02'18"	31.69	11.45	22.87	4.27	8.00
18	D	92°29'33"	31.93	32.04	63.41	4.24	8.00
19	D	33°30'08"	130.00	31.21	62.14	1.29	7.00
20	D	82°56'04"	39.25	68.96	119.89	3.52	8.00
21	I	105°34'37"	38.30	32.81	65.37	3.60	8.00

Nº	S	I	R(m)	T(m)	Lc(m)	S(m)	P (%)
22	I	25°44'06"	50.00	43.55	82.87	2.85	8.00
23	I	28°00'19"	125.00	29.93	57.34	1.33	7.00
24	I	37°56'08"	124.00	23.03	45.81	1.34	7.00
25	I	28°30'06"	125.00	68.18	96.46	1.33	7.00
26	I	45°18'30"	102.14	24.57	47.35	1.57	7.00
27	D	47°25'59"	101.03	63.27	123.01	1.58	7.00
28	D	81°18'24"	60.00	17.82	35.23	2.44	8.00
29	D	85°32'27"	80.00	35.68	57.3	1.91	8.00
30	D	86°35'56"	25.00	29.7	56.49	5.33	8.00
31	I	10°27'14"	90.00	19.31	38.49	1.74	7.80
32	I	26°40'19"	130.00	24.52	45.83	1.29	7.00
33	I	39°33'54"	80.00	67.48	84.04	1.91	8.00
34	I	43°00'58"	40.00	30.82	61.45	3.46	8.00
35	I	26°39'09"	80.00	35.9	71.49	1.91	8.00
36	I	17°23'50"	200.00	55.82	110.82	0.92	5.60

Tabla 12
Elementos de sección transversal.

SECCIÓN TRANSVERSAL		
Elementos	Calzada	Bermas
Longitud (m)	7.00 - 7.12	0 - 0.50

Tabla 13
Curvas verticales

Nº Curva	Pendiente entrada	Pendiente salida	Tipo de curva	Longitud C.V (m)
Curva 1	2.74	0.55	Cóncava	70
Curva 2	0.55	6.29	Convexa	70
Curva 3	6.29	2.14	Cóncava	120
Curva 4	2.14	4.21	Convexa	150
Curva 5	4.21	5.12	Convexa	150
Curva 6	5.22	0.41	Cóncava	101.71

4. Velocidades de operación del percentil 85 tomadas en curvas y tangentes. Se

calculó la velocidad de operación en cada sitio a lo largo del tramo para las curvas usando el modelo desarrollado de Fitzpatrick (2000) y para las tangentes se utilizó el modelo propuesto por Lamm (1999), tal como se muestran en la tabla 14.

Tabla 14
Velocidades de operación tomadas en C.P. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

VELOCIDADES DE OPERACIÓN														
ELEMENTO	T1	C1	T2	C2	T3	C3	T4	C4	T5	C5	T6	C6	T7	C7
LONGITUD	107.6480	50.7440	93.4130	92.5570	91.9370	57.1990	75.9580	60.9510	108.5990	32.4550	54.9960	37.8010	52.0960	89.5300
V₈₅	48.65	42.00	48.00	42.65	64.00	65.65	75.25	70.00	69.00	73.42	74.24	48.00	42.00	32.65

VELOCIDADES DE OPERACIÓN														
ELEMENTO	T8	C8	T9	C9	T10	C10	T11	C11	T12	C12	T13	C13	T14	C14
LONGITUD	55.791	29.685	82.065	89.526	48.231	57.881	65.123	68.545	78.04	37.657	43.908	32.022	50.871	54.597
V₈₅	47.82	58.15	61.00	63.65	72.40	70.51	48.00	38.65	46.12	62.00	63.87	65.48	72.47	58.30

VELOCIDADES DE OPERACIÓN														
ELEMENTO	T15	C15	T16	C16	T17	C17	T18	C18	T19	C19	T20	C20	T21	C21
LONGITUD	52.426	106.863	86.158	76.014	67.868	127.386	43.236	22.458	178.452	61.098	54.022	82.101	92.676	62.181
V₈₅	54.65	52.00	52.65	55.30	54.30	42.00	48.65	56.21	66.65	61.65	64.54	45.65	62.31	65.00

VELOCIDADES DE OPERACIÓN														
ELEMENTO	T22	C22	T23	C23	T24	C24	T25	C25	T26	C26	T27	C27	T28	C28
LONGITUD	84.762	164.411	74.271	85.144	168.562	119.438	79.096	37.786	53.324	16.421	59.342	60.517	92.772	55.243
V₈₅	67.54	53.95	54.65	57.00	61.00	57.00	58.65	57.65	68.00	68.34	67.55	57.65	62.00	47.65

VELOCIDADES DE OPERACIÓN													
ELEMENTO	T29	C29	T30	C30	T31	C31	T32						
LONGITUD	50.967	28.307	78.135	32.271	356.22	57.88	996.713						
V₈₅	56.47	47.65	56.95	57.00	65.24	52.00	98.54						

5. Cumplimiento de los requerimientos y normas del reglamento con las DG-2018.

Se trabajó el modelamiento de la carretera usando el software Autodesk Civil 3D 2022, donde se procesó todos los datos del levantamiento topográfico obteniéndose el plano clave para el desarrollo de la investigación.; la información obtenida se presentará en cuadros y gráficos, a partir de los porcentajes de cumplimiento o verificación de la seguridad vial del tramo en estudio, teniendo en consideración la norma vigente de las DG-2018.

TABLAS Y FIGURAS

A. La distancia de la visibilidad de parada: Para el cálculo de los resultados se tomó en cuenta la ecuación 4.

a) Distancia de visibilidad de parada:

Tabla 15

Distancias de parada de CP. Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha.

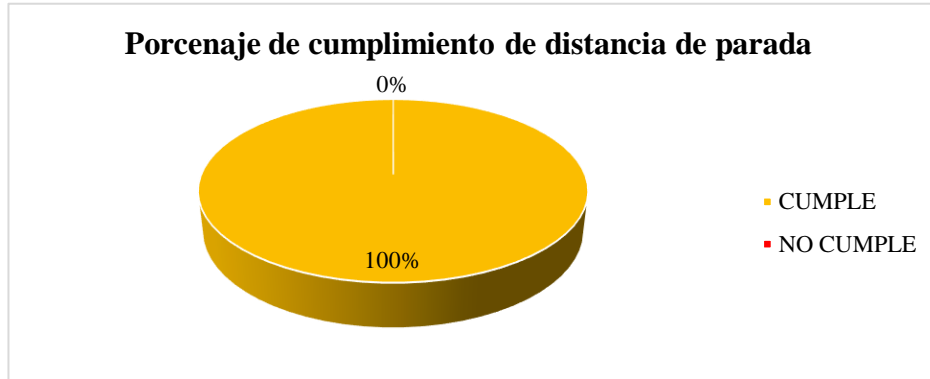
Progresivas		Pendiente	Distancia Parada		Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin	i%	Dp existente	Dp Norma	
00+000.00	00+100.84	2.74	100.842	46.29	CUMPLE
00+172.24	00+279.14	0.55	106.900	57.51	CUMPLE
0+349.14	0+874.64	6.29	525.500	43.84	CUMPLE
0+994.64	1+356.54	2.14	361.901	47.40	CUMPLE
1+506.54	3+004.67	4.21	1498.127	44.81	CUMPLE
3+154.67	4+743.96	5.22	1589.285	44.25	CUMPLE
4+845.66	5+663.42	0.41	817.756	60.43	CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla

Nº15, relacionado con la distancia de parada de la vía en estudio.

Figura 10

Cumplimiento de Distancia de Parada en C.P Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.



En la Figura 10 se muestra gráficamente el porcentaje de cumplimiento con respecto a las distancias de parada en las cuales se muestra que para el tramo de carretera analizada se cumple con su diseño el 100 %.

- b) *Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:* Para el cálculo de los resultados se tomó en cuenta la ecuación 5.

Tabla 16

Distancias de Adelantamiento de CP. Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha.

Elemento	Progresivas		D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Distancia Adelantamiento		Condición de Verificación
	Progresiva I.	Progresiva Fin					Da existente	Da Norma	
T1	0+000.000	0+107.650	49.09	155.12	30	103.42	107.650	337.63	NO CUMPLE
C1	0+107.650	0+158.390	49.09	155.12	30	103.42	50.740	337.63	NO CUMPLE
T2	0+158.390	0+251.800	49.09	155.12	30	103.42	93.410	337.63	NO CUMPLE
C2	0+251.800	0+302.480	49.09	155.12	30	103.42	50.680	337.63	NO CUMPLE
C3	0+302.480	0+344.360	49.09	155.12	30	103.42	41.880	337.63	NO CUMPLE
T3	0+344.360	0+436.300	49.09	155.12	30	103.42	91.940	337.63	NO CUMPLE
C4	0+436.300	0+493.500	49.09	155.12	30	103.42	57.200	337.63	NO CUMPLE
T4	0+493.500	0+569.460	49.09	155.12	30	103.42	75.960	337.63	NO CUMPLE
C5	0+569.460	0+630.410	49.09	155.12	30	103.42	60.950	337.63	NO CUMPLE
T5	0+630.410	0+739.010	49.09	155.12	30	103.42	108.600	337.63	NO CUMPLE
C6	0+739.010	0+771.460	49.09	155.12	30	103.42	32.450	337.63	NO CUMPLE
T6	0+771.460	0+826.460	49.09	155.12	30	103.42	55.000	337.63	NO CUMPLE
C7	0+826.460	0+864.260	49.09	155.12	30	103.42	37.800	337.63	NO CUMPLE

Elemento	Progresivas		D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Distancia Adelantamiento		Condición de Verificación
	Progresiva I.	Progresiva Fin					Da existente	Da Norma	
T7	0+864.260	0+916.350	49.09	155.12	30	103.42	52.090	337.63	NO CUMPLE
C8	0+916.350	0+961.370	49.09	155.12	30	103.42	45.020	337.63	NO CUMPLE
C9	0+961.370	1+005.880	49.09	155.12	30	103.42	44.510	337.63	NO CUMPLE
T8	1+005.880	1+061.670	49.09	155.12	30	103.42	55.790	337.63	NO CUMPLE
C10	1+061.670	1+091.360	49.09	155.12	30	103.42	29.690	337.63	NO CUMPLE
T9	1+091.360	1+173.420	49.09	155.12	30	103.42	82.060	337.63	NO CUMPLE
C11	1+173.420	1+262.950	49.09	155.12	30	103.42	89.530	337.63	NO CUMPLE
T10	1+262.950	1+311.180	49.09	155.12	30	103.42	48.230	337.63	NO CUMPLE
C12	1+311.180	1+369.060	49.09	155.12	30	103.42	57.880	337.63	NO CUMPLE
T11	1+369.060	1+434.180	49.09	155.12	30	103.42	65.120	337.63	NO CUMPLE
C13	1+434.180	1+502.730	49.09	155.12	30	103.42	68.550	337.63	NO CUMPLE
T12	1+502.730	1+580.770	49.09	155.12	30	103.42	78.040	337.63	NO CUMPLE
C14	1+580.770	1+618.420	49.09	155.12	30	103.42	37.650	337.63	NO CUMPLE
T13	1+618.420	1+662.330	49.09	155.12	30	103.42	43.910	337.63	NO CUMPLE
C15	1+662.330	1+694.350	49.09	155.12	30	103.42	32.020	337.63	NO CUMPLE
T14	1+694.350	1+745.180	49.09	155.12	30	103.42	50.830	337.63	NO CUMPLE
C16	1+745.180	1+779.780	49.09	155.12	30	103.42	34.600	337.63	NO CUMPLE
T15	1+779.780	1+852.210	49.09	155.12	30	103.42	72.430	337.63	NO CUMPLE
C17	1+852.210	1+907.530	49.09	155.12	30	103.42	55.320	337.63	NO CUMPLE
C18	1+907.530	1+959.070	49.09	155.12	30	103.42	51.540	337.63	NO CUMPLE
T16	1+959.070	2+045.230	49.09	155.12	30	103.42	86.160	337.63	NO CUMPLE
C19	2+045.230	2+121.240	49.09	155.12	30	103.42	76.010	337.63	NO CUMPLE
T17	2+121.240	2+188.330	49.09	155.12	30	103.42	67.090	337.63	NO CUMPLE
C20	2+188.330	2+245.140	49.09	155.12	30	103.42	56.810	337.63	NO CUMPLE
C21	2+245.140	2+315.720	49.09	155.12	30	103.42	70.580	337.63	NO CUMPLE
T18	2+315.720	2+358.950	49.09	155.12	30	103.42	43.230	337.63	NO CUMPLE
C22	2+358.950	2+381.410	49.09	155.12	30	103.42	22.460	337.63	NO CUMPLE
T19	2+381.410	2+559.840	49.09	155.12	30	103.42	178.430	337.63	NO CUMPLE
C23	2+559.840	2+620.930	49.09	155.12	30	103.42	61.090	337.63	NO CUMPLE
T20	2+620.930	2+674.960	49.09	155.12	30	103.42	54.030	337.63	NO CUMPLE
C24	2+674.960	2+757.060	49.09	155.12	30	103.42	82.100	337.63	NO CUMPLE
T21	2+757.060	2+849.730	49.09	155.12	30	103.42	92.670	337.63	NO CUMPLE
C25	2+849.730	2+911.910	49.09	155.12	30	103.42	62.180	337.63	NO CUMPLE
T22	2+911.910	2+996.680	49.09	155.12	30	103.42	84.770	337.63	NO CUMPLE
C26	2+996.680	3+077.440	49.09	155.12	30	103.42	80.760	337.63	NO CUMPLE
C27	3+077.440	3+161.090	49.09	155.12	30	103.42	83.650	337.63	NO CUMPLE
T23	3+161.090	3+235.060	49.09	155.12	30	103.42	73.970	337.63	NO CUMPLE
C28	3+235.060	3+320.500	49.09	155.12	30	103.42	85.440	337.63	NO CUMPLE

Elemento	Progresivas		D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Distancia Adelantamiento		Condición de Verificación
	Progresiva I.	Progresiva Fin					Da existente	Da Norma	
T24	3+320.500	3+489.060	49.09	155.12	30	103.42	168.560	337.63	NO CUMPLE
C29	3+489.060	3+608.500	49.09	155.12	31	103.42	119.440	338.63	NO CUMPLE
T25	3+608.500	3+687.600	49.09	155.12	32	103.42	79.100	339.63	NO CUMPLE
C30	3+687.600	3+725.380	49.09	155.12	33	103.42	37.780	340.63	NO CUMPLE
T26	3+725.380	3+778.710	49.09	155.12	34	103.42	53.330	341.63	NO CUMPLE
C31	3+778.710	3+795.130	49.09	155.12	35	103.42	16.420	342.63	NO CUMPLE
T27	3+795.130	3+854.470	49.09	155.12	36	103.42	59.340	343.63	NO CUMPLE
C32	3+854.470	3+914.990	49.09	155.12	37	103.42	60.520	344.63	NO CUMPLE
T28	3+914.990	4+007.760	49.09	155.12	38	103.42	92.770	345.63	NO CUMPLE
C33	4+007.760	4+063.000	49.09	155.12	39	103.42	55.240	346.63	NO CUMPLE
T29	4+063.000	4+113.970	49.09	155.12	40	103.42	50.970	347.63	NO CUMPLE
C34	4+113.970	4+142.280	49.09	155.12	41	103.42	28.310	348.63	NO CUMPLE
T30	4+142.280	4+220.410	49.09	155.12	42	103.42	78.130	349.63	NO CUMPLE
C35	4+220.410	4+252.680	49.09	155.12	43	103.42	32.270	350.63	NO CUMPLE
T31	4+252.680	4+608.900	49.09	155.12	42	103.42	356.220	349.63	CUMPLE
C36	4+608.900	4+666.780	49.09	155.12	43	103.42	57.880	350.63	NO CUMPLE
T32	4+666.780	5+663.500	49.09	155.12	43	103.42	996.720	350.63	CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 16, relacionado con la distancia de adelantamiento de la vía en estudio.

Figura 11

Porcentaje de cumplimiento de distancia de adelantamiento.



En la Figura 11 se muestra gráficamente el porcentaje de cumplimiento con respecto a las distancias de adelantamiento en las cuales se muestra que para el tramo de carretera analizada si cumple con su diseño el 3 % de éstas, además se observa que existen un porcentaje que se encuentran por debajo de su valor mínimo representando el 97%. De acuerdo con las DG 2018, la longitud de adelantamiento debe ser evaluada en primer lugar considerando la longitud de carretera con visibilidad adecuada de adelantamiento (Tabla N°19), el resultado del análisis nos indica que solo el 3% de la longitud total de la carretera es adecuada para realizar la maniobra de sobrepaso lo que es menor que el 25% de la longitud total indicado en la norma.

B. Diseño geométrico en planta: Para el cálculo de este diseño se tomó diferentes parámetros que se describieron anteriormente.:

1. *Tramos en tangente:*

Tabla 17

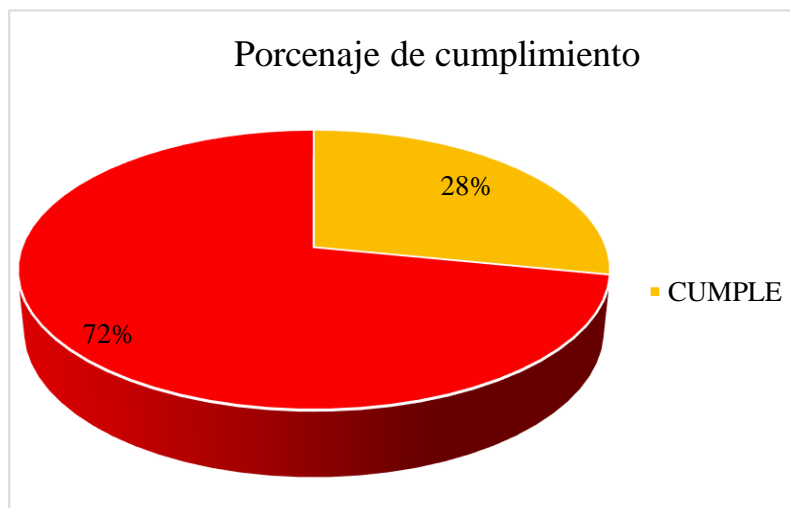
Análisis de tramos en tangente de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

Progresivas		Tramo en tangente	Tramos en tangente		Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin		Existente	Norma	
0+000.000	0+107.650	Lmin.o	107.650	166.80	NO CUMPLE
0+158.390	0+251.800	Lmin.o	93.410	166.80	NO CUMPLE
0+344.360	0+436.300	Lmin.s	91.940	83.40	CUMPLE
0+493.500	0+659.460	Lmin.o	165.960	166.80	NO CUMPLE
0+630.410	0+739.010	Lmin.s	108.600	83.40	CUMPLE
0+771.460	0+826.460	Lmin.s	55.000	83.40	NO CUMPLE
0+864.260	0+916.350	Lmin.s	52.090	83.40	NO CUMPLE
1+005.880	1+061.670	Lmin.s	55.790	83.40	NO CUMPLE
1+091.360	1+173.420	Lmin.o	82.060	166.80	NO CUMPLE
1+262.950	1+311.180	Lmin.s	48.230	83.40	NO CUMPLE
1+369.060	1+434.180	Lmin.o	65.120	166.80	NO CUMPLE
1+502.730	1+580.770	Lmin.s	78.040	83.40	NO CUMPLE
1+618.420	1+662.330	Lmin.o	43.910	166.80	NO CUMPLE

Progresivas		Tramo en tangente	Tramos en tangente		Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin		Existente	Norma	
1+694.350	1+745.180	Lmin.s	50.830	83.40	NO CUMPLE
1+779.780	1+852.210	Lmin.o	72.430	166.80	NO CUMPLE
1+959.070	2+045.230	Lmin.s	86.160	83.40	CUMPLE
2+121.240	2+188.330	Lmin.s	67.090	83.40	NO CUMPLE
2+315.720	2+358.950	Lmin.s	43.230	83.40	NO CUMPLE
2+381.410	2+559.840	Lmin.o	178.430	166.80	CUMPLE
2+620.930	2+674.960	Lmin.s	54.030	83.40	NO CUMPLE
2+757.060	2+849.730	Lmin.s	92.670	83.40	CUMPLE
2+911.910	2+996.680	Lmin.o	84.770	166.80	NO CUMPLE
3+161.090	3+235.060	Lmin.s	73.970	83.40	NO CUMPLE
3+320.500	3+489.060	Lmin.s	168.560	83.40	CUMPLE
3+608.500	3+687.600	Lmin.s	79.100	83.40	NO CUMPLE
3+725.380	3+778.710	Lmin.s	53.330	83.40	NO CUMPLE
3+795.130	3+854.470	Lmin.o	59.340	166.80	NO CUMPLE
3+914.990	4+007.760	Lmin.s	92.770	83.40	CUMPLE
4+063.000	4+113.970	Lmin.s	50.970	83.40	NO CUMPLE
4+142.280	4+220.410	Lmin.o	78.130	166.80	NO CUMPLE
4+252.680	4+608.900	Lmin.o	356.220	166.80	CUMPLE
4+666.780	5+663.500	Lmin.s	996.720	83.40	CUMPLE

Figura 12

Cumplimiento de distancias en tramos de tangentes de la vía en estudio.



De la figura 12, se puede observar que de toda la cantidad de tramos en tangente clasificados por el tipo del tramo en tangente al que pertenecen, existe un 72% de tramos que no cumplen con las longitudes mínimas según sea el caso y tan solo un 28% del total de tramos cumple con las distancias mínimas indicadas por las fórmulas indicadas por el (MTC, 2018).

2. **Radios mínimos:** Para el cálculo de los resultados se tomó en cuenta la ecuación 8.

Tabla 18

Verificación de radios mínimos de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

N° C	V (km/h)	Pmax	f _{máx}	Radio (m)	Radio mín. (m)	Condición de Verificación
C1	60	0.08	0.15	25.00	123.25	NO CUMPLE
C2	60	0.08	0.15	31.51	123.25	NO CUMPLE
C3	60	0.08	0.15	125.00	123.25	CUMPLE
C4	60	0.08	0.15	125.00	123.25	CUMPLE
C5	60	0.08	0.15	130.00	123.25	CUMPLE
C6	60	0.08	0.15	50.00	123.25	NO CUMPLE
C7	60	0.08	0.15	25.38	123.25	NO CUMPLE
C8	60	0.08	0.15	130.00	123.25	CUMPLE
C9	60	0.08	0.15	100.00	123.25	NO CUMPLE
C10	60	0.08	0.15	125.00	123.25	CUMPLE
C11	60	0.08	0.15	25.00	123.25	NO CUMPLE
C12	60	0.08	0.15	50.00	123.25	NO CUMPLE
C13	60	0.08	0.15	80.00	123.25	NO CUMPLE
C14	60	0.08	0.15	124.00	123.25	CUMPLE
C15	60	0.08	0.15	31.80	123.25	NO CUMPLE
C16	60	0.08	0.15	130.00	123.25	CUMPLE
C17	60	0.08	0.15	38.70	123.25	NO CUMPLE
C18	60	0.08	0.15	50.00	123.25	NO CUMPLE
C19	60	0.08	0.15	125.00	123.25	CUMPLE
C20	60	0.08	0.15	124.00	123.25	CUMPLE
C21	60	0.08	0.15	125.00	123.25	CUMPLE
C22	60	0.08	0.15	101.57	123.25	NO CUMPLE
C23	60	0.08	0.15	60.00	123.25	NO CUMPLE
C24	60	0.08	0.15	80.00	123.25	NO CUMPLE
C25	60	0.08	0.15	25.00	123.25	NO CUMPLE

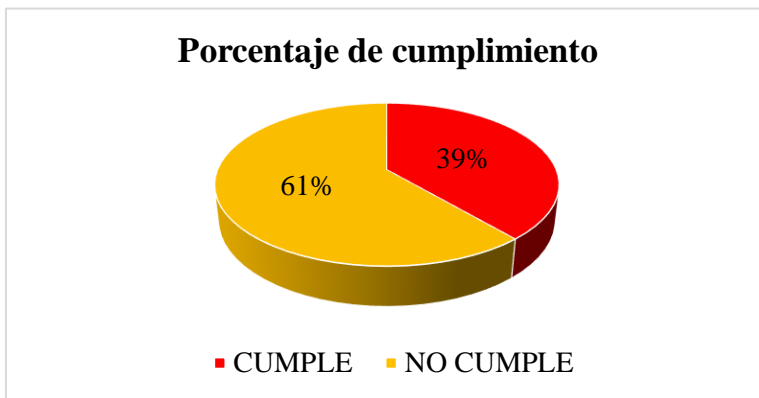
N° C	V (km/h)	Pmax	f _{máx}	Radio (m)	Radio mín. (m)	Condición de Verificación
C26	60	0.08	0.15	90.00	123.25	NO CUMPLE
C27	60	0.08	0.15	130.00	123.25	CUMPLE
C28	60	0.08	0.15	80.00	123.25	NO CUMPLE
C29	60	0.08	0.15	40.00	123.25	NO CUMPLE
C30	60	0.08	0.15	80.00	123.25	NO CUMPLE
C31	60	0.08	0.15	200.00	123.25	CUMPLE

Nota: El P_{máx}: 0.08 es obtenido de la tabla 302.02 (DG, 2018) y el f_{máx}: 0.15 obtenido de la tabla 302.02 (DG, 2018). (Ver anexo 5).

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 18, relacionado con los radios mínimos de la vía en estudio.

Figura 13

Porcentaje de verificación de radios mínimos de la vía en estudio.



En la figura 13 se puede observar que de todos los radios analizados existe un 39.9 % de los mismos que no cumple con el radio mínimo calculado, el cual es de 123.20 m y un 61% cumplen con radio mínimo.

3. **Curvas de vuelta:** Mediante la figura 302.13 de la DG-2018 (ver anexo 7), se determina que el radio mínimo es de 20 m más la mitad de él ancho de la calzada en tangente.

Tabla 19

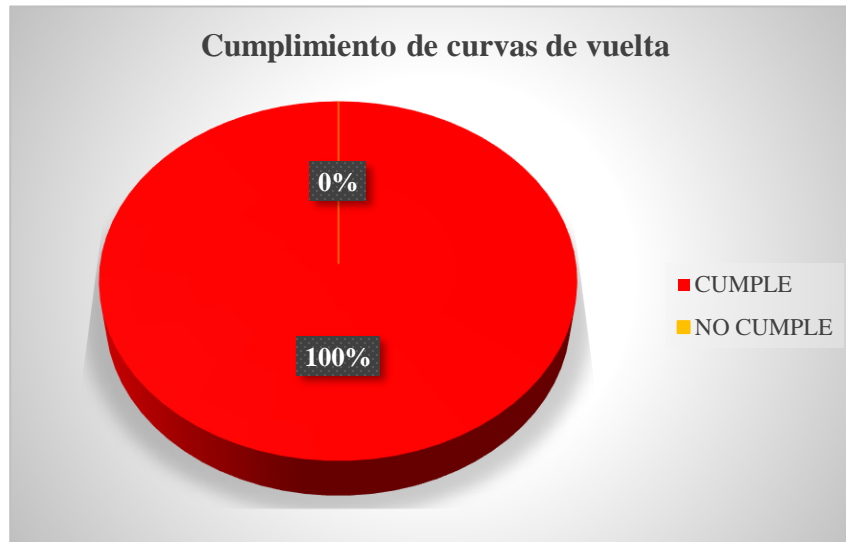
Radio mínimos para curvas de vuelta de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

N° C	Δ			Δ°	Radio (m)	LC (m)	Tangente (m)	Cuerda (m)	Media (m)	Externa (m)	Radio mín. (m)	Condición de Verificación
	G°	M'	S''									
C1	116	17	46	116.296	25.000	42.470	40.240	50.740	11.810	22.370	23.600	CUMPLE
C2	92	42	33	92.709	31.320	45.320	32.830	50.670	9.700	14.060	23.600	CUMPLE
C3	75	30	04	75.501	31.780	38.920	24.610	0.419	6.650	8.410	23.600	CUMPLE
C4	26	13	06	26.218	125.000	56.700	29.110	5.720	3.260	3.340	23.600	CUMPLE
C5	27	56	16	27.938	125.000	60.350	0.311	60.950	3.700	3.810	23.600	CUMPLE
C6	14	18	15	14.304	130.000	32.370	16.310	0.325	1.010	1.020	23.600	CUMPLE
C7	43	19	00	43.317	50.000	36.910	19.860	37.800	3.530	3.800	23.600	CUMPLE
C8	101	38	14	101.637	25.380	39.340	31.140	0.450	9.340	0.148	23.600	CUMPLE
C9	100	28	34	100.476	25.380	39.020	30.510	44.510	9.150	14.300	23.600	CUMPLE
C10	13	05	00	13.083	130.000	29.620	14.910	29.680	0.850	0.850	23.600	CUMPLE
C11	51	17	41	51.295	100.000	86.570	48.010	0.895	9.850	10.930	23.600	CUMPLE
C12	26	31	50	26.531	125.000	57.370	29.470	57.880	3.340	3.430	23.600	CUMPLE
C13	157	05	39	157.094	25.000	49.000	123.400	68.550	20.040	100.900	23.600	CUMPLE
C14	43	08	54	43.148	50.000	36.770	19.770	0.377	3.500	3.770	23.600	CUMPLE
C15	22	56	02	22.934	80.000	31.810	16.230	32.020	1.600	1.630	23.600	CUMPLE
C16	25	13	38	25.227	124.000	54.160	0.278	54.600	2.990	3.070	23.600	CUMPLE
C17	100	02	18	100.038	31.690	48.560	37.790	55.330	11.330	17.630	23.600	CUMPLE
C18	92	29	33	92.493	31.930	0.461	33.350	51.540	9.850	14.240	23.600	CUMPLE
C19	33	30	08	33.502	130.000	74.940	39.130	76.010	5.520	5.760	23.600	CUMPLE
C20	82	56	04	82.934	39.250	51.980	34.680	56.810	9.840	13.130	23.600	CUMPLE
C21	105	34	37	105.577	38.300	61.000	50.440	70.570	15.140	25.030	23.600	CUMPLE
C22	25	44	06	25.735	50.000	22.270	11.420	0.225	1.260	1.290	23.600	CUMPLE
C23	28	00	19	28.005	125.000	60.490	31.170	61.100	3.710	3.830	23.600	CUMPLE
C24	37	56	08	37.936	124.000	80.610	42.620	0.821	6.730	7.120	23.600	CUMPLE
C25	28	30	06	28.502	125.000	61.540	31.750	62.180	3.850	3.970	23.600	CUMPLE
C26	45	18	30	45.308	102.140	78.680	42.630	80.770	7.880	8.540	23.600	CUMPLE
C27	47	25	59	47.433	101.030	81.270	44.390	83.640	8.530	9.320	23.600	CUMPLE
C28	81	18	24	81.307	60.000	78.180	51.520	85.140	14.480	19.090	23.600	CUMPLE
C29	85	32	27	85.541	80.000	108.650	74.000	119.440	21.270	28.980	23.600	CUMPLE
C30	86	35	56	86.599	25.000	34.290	23.560	37.790	6.810	9.350	23.600	CUMPLE
C31	10	27	14	10.454	90.000	16.400	8.230	16.420	0.370	0.380	23.600	CUMPLE
C32	26	40	19	26.672	130.000	59.970	30.820	60.520	3.510	3.600	23.600	CUMPLE
C33	39	33	54	39.565	80.000	54.150	28.770	55.240	4.720	5.020	23.600	CUMPLE
C34	40	32	46	40.546	40.000	27.720	14.780	28.310	2.480	2.640	23.600	CUMPLE
C35	23	6	45	23.113	80.000	32.050	16.360	32.270	1.620	1.660	23.600	CUMPLE
C36	16	34	53	16.581	200.000	57.680	29.140	57.880	2.090	2.110	23.600	CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 19, relacionado con las curvas de vuelta de la vía en estudio.

Figura 14

Porcentaje de cumplimiento de curvas de vuelta.



Como se puede deducir, si el radio interior de las curvas de volteo de acuerdo a lo dispuesto por las DG 2018 debe ser de 20 metros, entonces el radio calculado en el eje debe ser 23.60, al comparar este radio con el existente se puede observar que ninguna curva cumple con este valor, lo que se deriva que el tránsito en las curvas es inseguro.

4. *Transición de peralte:* Se tomó en cuenta las ecuaciones 9 y 10.

Tabla 20

Longitud de Transición de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

N° C	Δ G°	Δ M	Δ S'	Δ °	Radio (m)	P _f %	L _t (m)	L _b (m)	L _p (m)	%p en tangente	L _{T1+} L _{T2}	%L _{T1+} %L _{T2}	Tangente P _f -P _{i0}	Condición de Verificación
T1													107.650	
C1	116	17	46	116.296	25	8.00	31.5	7.5	24	25.2				CUMPLE
T2											63	50.4	93.410	CUMPLE
C2	92	42	33	92.709	31.55	8.00	31.5	7.5	24	25.2				

N° C	Δ			Δ°	Radio (m)	P _f %	L _t (m)	L _b (m)	L _p (m)	%p en tangente	L _{T1+} L _{T2}	%L _{T1+} %L _{T2}	Tangente P _i -P _o	Condición de Verificación
	G°	M	S'											
C3	75	30	4	75.501	125	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T3											62.7	50.16	91.94	CUMPLE
C4	26	13	6	26.218	125	7.90	31.2	7.5	23.7	24.96				
T4											62.7	50.16	75.96	CUMPLE
C5	27	56	16	27.938	130	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T5											63	50.4	108.6	CUMPLE
C6	14	18	15	14.304	50	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T6											63	50.4	55	CUMPLE %
C7	43	19	0	43.317	25.38	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T7											63	50.4	52.09	CUMPLE
C8	101	38	14	101.637	130	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
C9	100	28	34	100.476	100	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T8											63	50.4	55.79	CUMPLE %
C10	13	5	0	13.083	125	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T9											63	50.4	82.06	CUMPLE
C11	51	17	41	51.295	25	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T10											63	50.4	48.23	NO CUMPLE
C12	26	31	50	26.531	50	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T11											63	50.4	65.12	NO CUMPLE
C13	157	5	39	157.094	80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T12											63	50.4	78.04	CUMPLE
C14	43	8	54	43.148	124	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T13											63	50.4	43.91	NO CUMPLE
C15	22	56	2	22.934	31.81	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T14											63	50.4	50.83	NO CUMPLE
C16	25	13	38	25.227	130	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T15											63	50.4	52.43	CUMPLE
C17	100	2	18	100.038	38.775	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
C18	92	29	33	92.493	50	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T16											63	50.4	86.16	CUMPLE
C19	33	30	8	33.502	125	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T17											63	50.4	67.09	CUMPLE
C20	82	56	4	82.934	124	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
C21	105	34	37	105.577	125	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T18											63	50.4	43.23	NO CUMPLE
C22	25	44	6	25.735	101.585	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T19											63	50.4	178.43	CUMPLE
C23	28	0	19	28.005	60	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T20											63	50.4	54.03	NO CUMPLE
C24	37	56	8	37.936	80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T21											63	50.4	92.67	CUMPLE
C25	28	30	6	28.502	25	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T22											63	50.4	84.77	CUMPLE
C26	45	18	30	45.308	90	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
C27	47	25	59	47.433	130	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T23											63	50.4	74.27	CUMPLE
C28	81	18	24	81.307	80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T24											63	50.4	168.56	CUMPLE
C29	85	32	27	85.541	40	8.00	31.5	7.5	24	25.2				

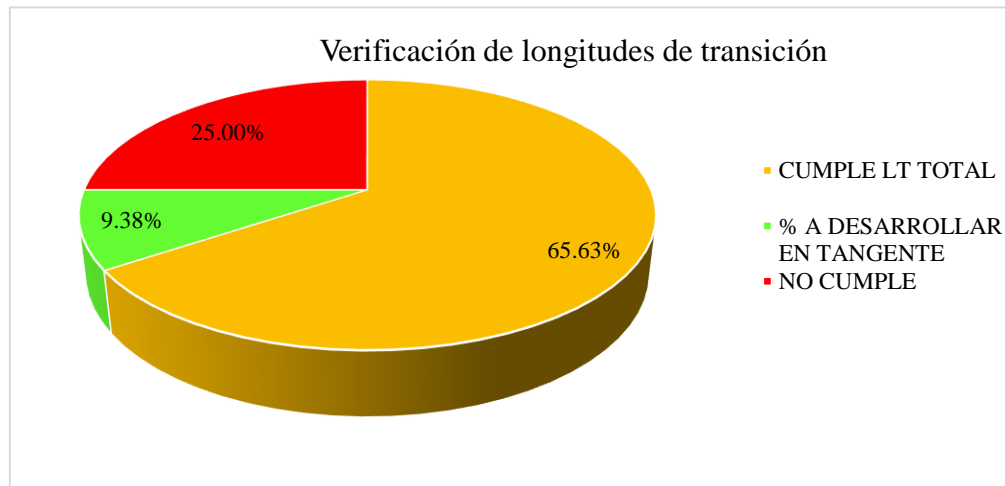
N° C	Δ			Δ°	Radio (m)	P _f %	L _t (m)	L _b (m)	L _p (m)	%p en tangente	L _{T1+} L _{T2}	%L _{T1+} %L _{T2}	Tangente P _f -P _{i0}	Condición de Verificación
	G°	M	S'											
T25											63	50.4	79.1	CUMPLE
C30	86	35	56	86.599	80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T26											63	50.4	53.33	NO CUMPLE
C31	10	27	14	10.454	200	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T27											63	50.4	59.34	CUMPLE %
C32	26	40	19	26.672	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T28											63	50.4	92.77	CUMPLE
C33	39	33	54	39.565	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T29											63	50.4	50.97	NO CUMPLE
C34	40	32	46	40.546	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T30											63	50.4	78.13	CUMPLE
C35	23	6	45	23.113	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T31											63	50.4	356.22	CUMPLE
C36	16	34	53	16.581	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
T32											31.5	25.2	996.72	CUMPLE

Nota: El valor de bombeo es de 2.5% este dato se toma como referencia de la tesis “Análisis de la Consistencia de la Carretera Centro Poblado Huambocancha Alta - Centro Poblado Porcón Bajo y su Relación con la seguridad Vial”. (Villena Herrera , 2021).

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 20, relacionado con las longitudes de transición.

Figura 15

Verificación de longitudes de transición de la vía en estudio.



En la figura 15 se puede observar que existe un total de 8 longitudes de transición que no cumplen las longitudes de transición calculadas ni utilizando el porcentaje a

desarrollar en tangente, este porcentaje de incumplimiento de 25 %; en cambio debido al porcentaje a desarrollar en tangente llegan a cumplir 3 longitudes representando un 9.38% y finalmente se tienen 21 longitudes que cumplen en condiciones normales, representando un 65.63%.

5. **Sobreancho:** Para el cálculo de los resultados se tomó en cuenta la ecuación 11-16.

Tabla 21

Tabla de verificación de sobreanchos de CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

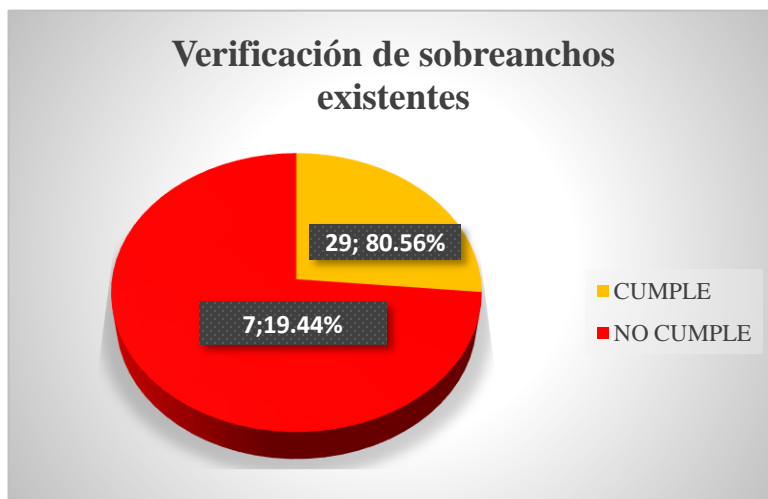
N° C	Radio (m)	Sa existente (m)	Sa calculado DG 2018 (m)	Sa articulado INVIAS (m)	At	Ac	U	F _A	Z	Condición de Verificación
C1	25.00	8.00	5.33	17.57	7.20	24.77	11.25	0.32	0.15	CUMPLE
C2	31.32	3.45	4.32	12.89	7.20	20.09	8.95	0.25	0.14	NO CUMPLE
C3	31.78	3.45	4.26	12.66	7.20	19.86	8.84	0.25	0.14	NO CUMPLE
C4	125.00	6.5	1.33	2.79	7.20	9.99	4.03	0.06	0.07	CUMPLE
C5	125.00	1.95	1.33	2.79	7.20	9.99	4.03	0.06	0.07	CUMPLE
C6	130.00	5.95	1.29	2.68	7.20	9.88	3.97	0.06	0.07	CUMPLE
C7	50.00	2.85	2.85	7.49	7.20	14.69	6.31	0.16	0.11	CUMPLE
C8	25.38	8.55	5.25	17.17	7.20	24.37	11.05	0.31	0.15	CUMPLE
C9	25.38	8.55	5.25	17.17	7.20	24.37	11.05	0.31	0.15	CUMPLE
C10	130.00	1.95	1.29	2.68	7.20	9.88	3.97	0.06	0.07	CUMPLE
C11	100.00	2.15	1.59	3.55	7.20	10.75	4.40	0.08	0.08	CUMPLE
C12	125.00	1.95	1.33	2.79	7.20	9.99	4.03	0.06	0.07	CUMPLE
C13	25.00	3.85	5.33	17.57	7.20	24.77	11.25	0.32	0.15	NO CUMPLE
C14	50.00	7.05	2.85	7.49	7.20	14.69	6.31	0.16	0.11	CUMPLE
C15	80.00	2.46	1.91	4.51	7.20	11.71	4.86	0.10	0.09	CUMPLE
C16	124.00	1.95	1.34	2.82	7.20	10.02	4.04	0.06	0.07	CUMPLE
C17	31.69	7.85	4.27	12.70	7.20	19.90	8.86	0.25	0.14	CUMPLE
C18	31.93	7.85	4.24	12.59	7.20	19.79	8.80	0.25	0.14	CUMPLE
C19	130.00	1.81	1.29	2.68	7.20	9.88	3.97	0.06	0.07	CUMPLE
C20	39.25	3.15	3.52	9.83	7.20	17.03	7.45	0.20	0.12	NO CUMPLE
C21	38.30	3.29	3.60	10.11	7.20	17.31	7.59	0.21	0.13	NO CUMPLE
C22	50.00	7.05	2.85	7.49	7.20	14.69	6.31	0.16	0.11	CUMPLE
C23	125.00	1.95	1.33	2.79	7.20	9.99	4.03	0.06	0.07	CUMPLE
C24	124.00	6.05	1.34	2.82	7.20	10.02	4.04	0.06	0.07	CUMPLE

N° C	Radio (m)	Sa existente (m)	Sa calculado DG 2018 (m)	Sa articulado INVIAS (m)	At	Ac	U	F _A	Z	Condición de Verificación
C25	125.00	6.05	1.33	2.79	7.20	9.99	4.03	0.06	0.07	CUMPLE
C26	102.14	6.16	1.57	3.47	7.20	10.67	4.36	0.08	0.08	CUMPLE
C27	101.03	6.13	1.58	3.51	7.20	10.71	4.38	0.08	0.08	CUMPLE
C28	60.00	2.65	2.44	6.14	7.20	13.34	5.65	0.13	0.10	CUMPLE
C29	80.00	6.45	1.91	4.51	7.20	11.71	4.86	0.10	0.09	CUMPLE
C30	25.00	3.85	5.33	17.57	7.20	24.77	11.25	0.32	0.15	NO CUMPLE
C31	90.00	4.9	1.74	3.97	7.20	11.17	4.60	0.09	0.08	CUMPLE
C32	130.00	1.95	1.29	2.68	7.20	9.88	3.97	0.062	0.07	CUMPLE
C33	80.00	6.45	1.91	4.51	7.20	11.71	4.86	0.10	0.09	CUMPLE
C34	40.00	3.15	3.46	9.62	7.20	16.82	7.35	0.20	0.12	NO CUMPLE
C35	80.00	6.45	1.91	4.51	7.20	11.71	4.86	0.10	0.09	CUMPLE
C36	200.00	1.75	0.92	1.67	7.20	8.87	3.49	0.04	0.05	CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°21, relacionado con el porcentaje de cumplimiento de los sobrecanchos de la vía de estudio.

Figura 16

Porcentaje de cumplimiento de sobrecanchos existentes.



Como se puede observar en la figura 16 existe una carencia de sobreeanchos ya que el 80.56 % cumple con el sobreeancho mínimo calculado para cada curva y un 19.44 % no cuenta con el ancho mínimo requerido. Es necesario mencionar que se debe realizar un análisis especial para estas curvas ya que la fórmula indicada no es coherente con la realidad.

6. Visibilidad de curvas horizontales: Para determinar la verificación de la distancia de visibilidad se tuvo en cuenta dos criterios que muestran en las figuras 3 y 4.

Tabla 22

Visibilidad de curvas horizontales en el CP. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

N° C	Δ		Radio (m)	Longitud Curva (m)	i%	Dp (m)	M existente	M calculado	Condición	Condición de Verificación	
G°	M'	S''									
C1	116	17	46	25.000	42.470	2.74	46.29	11.810	10.64	Caso 2	NO CUMPLE
C2	92	42	33	31.320	45.320	-0.55	27.95	9.700	24.93	Caso 1	CUMPLE
C3	75	30	4	31.780	38.920	6.29	43.84	6.650	7.46	Caso 2	CUMPLE
C4	26	13	6	125.000	56.700	6.29	43.84	3.260	1.32	Caso 1	NO CUMPLE
C5	27	56	16	125.000	60.350	6.29	43.84	3.700	1.32	Caso 1	NO CUMPLE
C6	14	18	15	130.000	32.370	6.29	43.84	1.010	1.72	Caso 2	CUMPLE
C7	43	19	0	50.000	36.910	6.29	43.84	3.530	4.68	Caso 2	CUMPLE
C8	101	38	14	25.380	39.340	6.29	43.84	9.340	9.36	Caso 2	CUMPLE
C9	100	28	34	25.380	39.020	2.14	47.40	9.150	10.72	Caso 2	CUMPLE
C10	13	5	0	130.000	29.620	2.14	47.40	0.850	1.86	Caso 2	CUMPLE
C11	51	17	41	100.000	86.570	2.14	47.40	9.850	75.42	Caso 1	CUMPLE
C12	26	31	50	125.000	57.370	2.14	47.40	3.340	238.64	Caso 1	CUMPLE
C13	157	5	39	25.000	49.000	4.21	44.81	20.040	36.42	Caso 1	CUMPLE
C14	43	8	54	50.000	36.770	4.21	44.81	3.500	4.86	Caso 2	CUMPLE
C15	22	56	2	80.000	31.810	4.21	44.81	1.600	2.87	Caso 2	CUMPLE
C16	25	13	38	124.000	54.160	4.21	44.81	2.990	68.62	Caso 1	CUMPLE
C17	100	2	18	31.690	48.560	4.21	44.81	11.330	32.57	Caso 1	CUMPLE
C18	92	29	33	31.930	0.461	4.21	44.81	9.850	0.16	Caso 2	NO CUMPLE
C19	33	30	8	130.000	74.940	4.21	44.81	5.520	9.92	Caso 1	CUMPLE
C20	82	56	4	39.250	51.980	4.21	44.81	9.840	62.95	Caso 1	CUMPLE
C21	105	34	37	38.300	61.000	4.21	44.81	15.140	36.18	Caso 1	CUMPLE

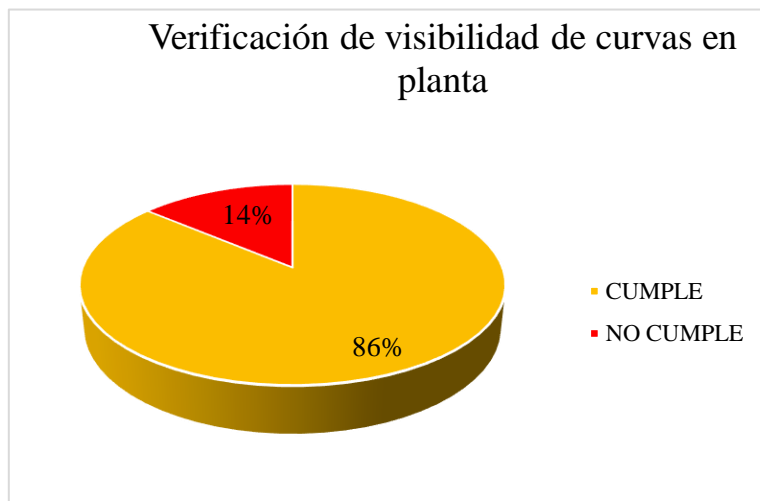
N° C	Δ G°	M'	S''	Radio (m)	Longitud Curva (m)	i%	Dp (m)	M existente	M calculado	Condición	Condición de Verificación
C22	25	44	6	50.000	22.270	4.21	44.81	1.260	3.75	Caso 2	CUMPLE
C23	28	0	19	125.000	60.490	4.21	44.81	3.710	42.28	Caso 1	CUMPLE
C24	37	56	8	124.000	80.610	4.21	44.81	6.730	68.62	Caso 1	CUMPLE
C25	28	30	6	125.000	61.540	4.21	44.81	3.850	42.28	Caso 1	CUMPLE
C26	45	18	30	102.140	78.680	4.21	44.81	7.880	123.89	Caso 1	CUMPLE
C27	47	25	59	101.030	81.270	5.12	44.29	8.530	119.82	Caso 1	CUMPLE
C28	81	18	24	60.000	78.180	5.12	44.29	14.480	113.61	Caso 1	CUMPLE
C29	85	32	27	80.000	108.650	5.12	44.29	21.270	7.49	Caso 1	NO CUMPLE
C30	86	35	56	25.000	34.290	5.12	44.29	6.810	9.31	Caso 2	CUMPLE
C31	10	27	14	90.000	16.400	5.12	44.29	0.370	1.64	Caso 2	CUMPLE
C32	26	40	19	130.000	59.970	5.12	44.29	3.510	35.04	Caso 1	CUMPLE
C33	39	33	54	80.000	54.150	5.12	44.29	4.720	7.49	Caso 1	CUMPLE
C34	40	32	46	40.000	27.720	5.12	44.29	2.480	5.27	Caso 2	CUMPLE
C35	23	6	45	80.000	32.050	5.12	44.29	1.620	2.83	Caso 2	CUMPLE
C36	16	34	53	200.000	57.680	5.12	44.29	2.090	106.12	Caso 1	CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°22,

relacionado con el porcentaje de cumplimiento de visibilidad de curvas horizontales de la vía de estudio.

Figura 17

Verificación de cumplimiento de visibilidad de curvas en planta.



De la figura 17 se puede observar que de las 36 curvas analizadas existe 31 curvas que cumplen con las distancias de visibilidad en curvas horizontales representando un 86%, sin embargo, 5 de las curvas no cumplen sus distancias de visibilidad respectiva representando un 14%.

C. **Diseño geométrico en perfil:** Para el cálculo de este diseño se tomó dos parámetros:

1. **Pendientes y Longitudes en pendiente:** (Ver anexo 8).

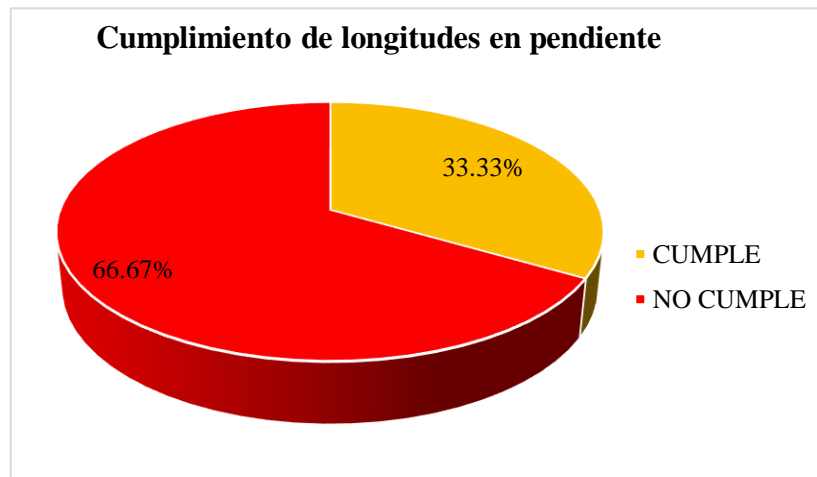
Tabla 23

Verificación de pendientes y longitud en pendientes del C.P Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

Progresivas P.I Vertical		i mínima %	i máxima %	i existente %	Condición de Verificación	Longitud en pendiente			Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin					Existente	D. acumulada	Norma	
0+102.254	0+137.250	0.50	6.00	2.74	CUMPLE	34.996	-----	500.00	CUMPLE
0+137.250	0+314.140	0.50	6.00	-0.55	CUMPLE	176.89	-----	900.00	CUMPLE
0+314.140	0+934.640	0.50	6.00	6.29	NO CUMPLE	620.5	-----	500.00	NO CUMPLE
0+934.640	1+431.540	0.50	6.00	2.14	CUMPLE	496.9	-----	100.00	NO CUMPLE
1+431.540	3+079.670	0.50	6.00	4.21	CUMPLE	1648.13	-----	50.00	NO CUMPLE
3+079.670	4+828.290	0.50	6.00	5.12	CUMPLE	1748.62	-----	140.00	NO CUMPLE

Figura 18

Verificación de longitudes en pendientes de la vía en estudio.



En la figura 18, según lo referente a las pendientes longitudinales, se puede apreciar que la vía satisface los dispuesto por las DG 2018 en relación a las pendientes

máximas en un 33.33% y el 66.67% de la longitud de la vía tiene una pendiente mayor a 8% que es la pendiente máxima estipulada.

2. **Curvas verticales:** Para el cálculo de los resultados se tomó en cuenta la ecuación 17.

Tabla 24

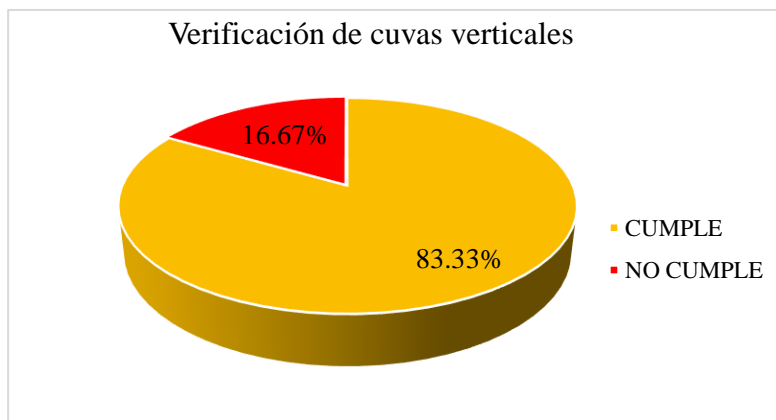
Elementos de curvas verticales del C.P Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

Curvas verticales		P ₁ %	P ₂ %	Tipo de curva		P ₁ % + P ₁ % (A)	Longitud C.V (m)	K	ΔP%	CONDICIÓN EXISTENCIA
PC. Vertical	PT. Vertical									
0+102.250	0+172.250	2.74	-0.55	Cóncava	Tipo 2	3.29	70.000	21.277	3.29	CORRECTO
0+279.140	0+349.140	-0.55	6.29	Convexa	Tipo 4	6.84	70.000	10.234	6.84	CORRECTO
0+874.640	0+994.640	6.29	2.14	Cóncava	Tipo 2	4.15	120.000	28.916	4.15	CORRECTO
1+356.540	1+506.540	2.14	4.21	Convexa	Tipo 4	2.07	150.000	72.464	2.07	CORRECTO
3+004.670	3+154.670	4.21	5.12	Convexa	Tipo 4	0.91	150.000	164.835	0.91	INCORRECTO
0+477.430	4+879.140	5.12	-0.41	Cóncava	Tipo 2	5.53	4401.710	795.969	5.53	CORRECTO

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°24, relacionado con el porcentaje de cumplimiento de verificación de curvas verticales.

Figura 19

Verificación de curvas verticales en la vía de estudio.



De la figura 19 se puede observar que el 16.67% no cumple con la verificación de curvas verticales, mientras que el 93.33% si cumple en base a la verificación del tramo en estudio.

D. Diseño geométrico de la sección transversal

1. Mediante la siguiente tabla se muestra la verificación de los anchos de calzadas y bermas.

Tabla 25
Calzadas y bermas del C.P Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
00+000.00	0	7.33	7.20	CUMPLE	0.69	0.45	1.14	3.00	NO CUMPLE
00+020.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.37	0.91	3.00	NO CUMPLE
00+040.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.62	0.38	1.00	3.00	NO CUMPLE
00+060.00	20	7.24	7.20	CUMPLE	0.88	0.4	1.28	3.00	NO CUMPLE
00+080.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.87	0.32	1.19	3.00	NO CUMPLE
00+100.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.3	1.03	3.00	NO CUMPLE
00+120.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.35	1.07	3.00	NO CUMPLE
00+140.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.83	0.42	1.25	3.00	NO CUMPLE
00+160.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.41	1.27	3.00	NO CUMPLE
00+180.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.53	0.51	1.04	3.00	NO CUMPLE
00+200.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.86	0.5	1.36	3.00	NO CUMPLE
00+220.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.49	0.46	0.95	3.00	NO CUMPLE
00+240.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.99	0.53	1.52	3.00	NO CUMPLE
00+260.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.96	0.52	1.48	3.00	NO CUMPLE
00+280.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.93	0.46	1.39	3.00	NO CUMPLE
00+300.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.78	0.93	1.71	3.00	NO CUMPLE
00+320.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.43	0.44	0.87	3.00	NO CUMPLE
00+340.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.85	0.96	1.81	3.00	NO CUMPLE
00+360.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.71	0.93	1.64	3.00	NO CUMPLE
00+380.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.47	0.44	0.91	3.00	NO CUMPLE
00+400.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.57	0.96	1.53	3.00	NO CUMPLE
00+420.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.62	0.99	1.61	3.00	NO CUMPLE
00+440.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.69	0.73	1.42	3.00	NO CUMPLE
00+460.00	20	7.23	7.20	CUMPLE	0.84	0.59	1.43	3.00	NO CUMPLE
00+480.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.69	0.96	1.65	3.00	NO CUMPLE
00+500.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.79	0.62	1.41	3.00	NO CUMPLE
00+520.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.94	0.83	1.77	3.00	NO CUMPLE
00+540.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.56	1.47	3.00	NO CUMPLE

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
00+560.00	20	7.11	7.20	NO CUMPLE	0.88	0.93	1.81	3.00	NO CUMPLE
00+580.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.43	0.97	1.40	3.00	NO CUMPLE
00+600.00	20	7.23	7.20	CUMPLE	0.46	0.46	0.92	3.00	NO CUMPLE
00+620.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.77	0.55	1.32	3.00	NO CUMPLE
00+640.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.79	1.77	3.00	NO CUMPLE
00+660.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.94	0.46	1.40	3.00	NO CUMPLE
00+680.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.59	0.61	1.20	3.00	NO CUMPLE
00+700.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.59	0.84	1.43	3.00	NO CUMPLE
00+720.00	20	7	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.65	1.19	3.00	NO CUMPLE
00+740.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.47	1.10	3.00	NO CUMPLE
00+760.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.55	0.94	1.49	3.00	NO CUMPLE
00+780.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.47	0.81	1.28	3.00	NO CUMPLE
00+800.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.85	1.83	3.00	NO CUMPLE
00+820.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.52	0.56	1.08	3.00	NO CUMPLE
00+840.00	20	7.24	7.20	CUMPLE	0.79	0.68	1.47	3.00	NO CUMPLE
00+860.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.68	0.62	1.30	3.00	NO CUMPLE
00+880.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.64	0.53	1.17	3.00	NO CUMPLE
00+900.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.69	1.60	3.00	NO CUMPLE
00+920.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.53	0.58	1.11	3.00	NO CUMPLE
00+940.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.64	0.74	1.38	3.00	NO CUMPLE
00+960.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.46	1.00	3.00	NO CUMPLE
00+980.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.96	0.92	1.88	3.00	NO CUMPLE
01+000.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.68	0.53	1.21	3.00	NO CUMPLE
01+020.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.62	0.48	1.10	3.00	NO CUMPLE
01+040.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.94	0.47	1.41	3.00	NO CUMPLE
01+060.00	20	7.24	7.20	CUMPLE	0.86	0.72	1.58	3.00	NO CUMPLE
01+080.00	20	7.21	7.20	CUMPLE	0.49	0.74	1.23	3.00	NO CUMPLE
01+100.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.74	0.55	1.29	3.00	NO CUMPLE
01+120.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.79	0.94	1.73	3.00	NO CUMPLE
01+140.00	20	7.14	7.20	NO CUMPLE	0.51	0.79	1.30	3.00	NO CUMPLE
01+160.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.69	0.73	1.42	3.00	NO CUMPLE
01+180.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.57	0.79	1.36	3.00	NO CUMPLE
01+200.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.51	0.44	0.95	3.00	NO CUMPLE
01+220.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.67	0.63	1.30	3.00	NO CUMPLE
01+240.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.68	0.83	1.51	3.00	NO CUMPLE
01+260.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.48	0.92	1.40	3.00	NO CUMPLE
01+280.00	20	7.24	7.20	CUMPLE	0.63	0.84	1.47	3.00	NO CUMPLE
01+300.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.72	0.86	1.58	3.00	NO CUMPLE
01+320.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.68	1.59	3.00	NO CUMPLE
01+340.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.82	0.73	1.55	3.00	NO CUMPLE
01+360.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.56	0.99	1.55	3.00	NO CUMPLE
01+380.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.82	0.48	1.30	3.00	NO CUMPLE
01+400.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.65	0.93	1.58	3.00	NO CUMPLE
01+420.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.47	1.45	3.00	NO CUMPLE
01+440.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.58	1.30	3.00	NO CUMPLE

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
01+460.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.59	0.72	1.31	3.00	NO CUMPLE
01+480.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.64	0.42	1.06	3.00	NO CUMPLE
01+500.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.81	0.45	1.26	3.00	NO CUMPLE
01+520.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.71	1.69	3.00	NO CUMPLE
01+540.00	20	7.13	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.91	1.54	3.00	NO CUMPLE
01+560.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.89	1.80	3.00	NO CUMPLE
01+580.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.97	1.83	3.00	NO CUMPLE
01+600.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.76	1.48	3.00	NO CUMPLE
01+620.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.61	0.52	1.13	3.00	NO CUMPLE
01+640.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.81	0.83	1.64	3.00	NO CUMPLE
01+660.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.44	0.93	1.37	3.00	NO CUMPLE
01+680.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.66	0.94	1.60	3.00	NO CUMPLE
01+700.00	20	7.14	7.20	NO CUMPLE	0.65	0.84	1.49	3.00	NO CUMPLE
01+720.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.99	0.67	1.66	3.00	NO CUMPLE
01+740.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.85	1.80	3.00	NO CUMPLE
01+760.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.43	0.63	1.06	3.00	NO CUMPLE
01+780.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.95	0.66	1.61	3.00	NO CUMPLE
01+800.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.67	0.69	1.36	3.00	NO CUMPLE
01+820.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.82	0.64	1.46	3.00	NO CUMPLE
01+840.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.89	0.65	1.54	3.00	NO CUMPLE
01+860.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.51	0.63	1.14	3.00	NO CUMPLE
01+880.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.89	0.75	1.64	3.00	NO CUMPLE
01+900.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.59	0.45	1.04	3.00	NO CUMPLE
01+920.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.71	0.65	1.36	3.00	NO CUMPLE
01+940.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.98	1.52	3.00	NO CUMPLE
01+960.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.45	1.18	3.00	NO CUMPLE
01+980.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.88	0.83	1.71	3.00	NO CUMPLE
02+000.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.77	0.73	1.50	3.00	NO CUMPLE
02+020.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.67	1.62	3.00	NO CUMPLE
02+040.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.44	1.07	3.00	NO CUMPLE
02+060.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.62	1.53	3.00	NO CUMPLE
02+080.00	20	7.21	7.20	CUMPLE	0.94	0.46	1.40	3.00	NO CUMPLE
02+100.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.67	0.55	1.22	3.00	NO CUMPLE
02+120.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.42	0.56	0.98	3.00	NO CUMPLE
02+140.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.78	0.67	1.45	3.00	NO CUMPLE
02+160.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.44	0.88	1.32	3.00	NO CUMPLE
02+180.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.93	0.99	1.92	3.00	NO CUMPLE
02+200.00	20	7.13	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.45	1.31	3.00	NO CUMPLE
02+220.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.49	0.89	1.38	3.00	NO CUMPLE
02+240.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.81	1.76	3.00	NO CUMPLE
02+260.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.67	0.45	1.12	3.00	NO CUMPLE
02+280.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.62	1.16	3.00	NO CUMPLE
02+300.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.75	0.82	1.57	3.00	NO CUMPLE
02+320.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.87	1.50	3.00	NO CUMPLE
02+340.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.65	1.28	3.00	NO CUMPLE

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
02+360.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.47	0.98	1.45	3.00	NO CUMPLE
02+380.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.89	1.61	3.00	NO CUMPLE
02+400.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.84	0.74	1.58	3.00	NO CUMPLE
02+420.00	20	7.23	7.20	CUMPLE	0.97	0.97	1.94	3.00	NO CUMPLE
02+440.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.64	0.84	1.48	3.00	NO CUMPLE
02+460.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.84	0.77	1.61	3.00	NO CUMPLE
02+480.00	20	7.23	7.20	CUMPLE	0.96	0.81	1.77	3.00	NO CUMPLE
02+500.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.81	0.83	1.64	3.00	NO CUMPLE
02+520.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.59	1.22	3.00	NO CUMPLE
02+540.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.75	0.72	1.47	3.00	NO CUMPLE
02+560.00	20	7.21	7.20	CUMPLE	0.77	0.88	1.65	3.00	NO CUMPLE
02+580.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.69	0.88	1.57	3.00	NO CUMPLE
02+600.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.66	0.42	1.08	3.00	NO CUMPLE
02+620.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.88	0.54	1.42	3.00	NO CUMPLE
02+640.00	20	7	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.84	1.57	3.00	NO CUMPLE
02+660.00	20	7.13	7.20	NO CUMPLE	0.89	0.76	1.65	3.00	NO CUMPLE
02+680.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.44	0.75	1.19	3.00	NO CUMPLE
02+700.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.96	0.54	1.50	3.00	NO CUMPLE
02+720.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.78	0.77	1.55	3.00	NO CUMPLE
02+740.00	20	7.14	7.20	NO CUMPLE	0.74	0.79	1.53	3.00	NO CUMPLE
02+760.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.77	0.72	1.49	3.00	NO CUMPLE
02+780.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.58	1.53	3.00	NO CUMPLE
02+800.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.49	0.55	1.04	3.00	NO CUMPLE
02+820.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.45	0.59	1.04	3.00	NO CUMPLE
02+840.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.62	0.97	1.59	3.00	NO CUMPLE
02+860.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.76	0.47	1.23	3.00	NO CUMPLE
02+880.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.53	0.59	1.12	3.00	NO CUMPLE
02+900.00	20	7.22	7.20	CUMPLE	0.93	0.83	1.76	3.00	NO CUMPLE
02+920.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.94	0.56	1.50	3.00	NO CUMPLE
02+940.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.85	0.86	1.71	3.00	NO CUMPLE
02+960.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.45	0.47	0.92	3.00	NO CUMPLE
02+980.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.83	1.56	3.00	NO CUMPLE
03+000.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.88	0.83	1.71	3.00	NO CUMPLE
03+020.00	20	7.23	7.20	CUMPLE	0.89	0.95	1.84	3.00	NO CUMPLE
03+040.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.97	0.54	1.51	3.00	NO CUMPLE
03+060.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.84	0.71	1.55	3.00	NO CUMPLE
03+080.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.56	0.93	1.49	3.00	NO CUMPLE
03+100.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.64	0.74	1.38	3.00	NO CUMPLE
03+120.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.45	0.67	1.12	3.00	NO CUMPLE
03+140.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.96	0.53	1.49	3.00	NO CUMPLE
03+160.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.58	0.75	1.33	3.00	NO CUMPLE
03+180.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.53	0.45	0.98	3.00	NO CUMPLE
03+200.00	20	7.22	7.20	CUMPLE	0.69	0.91	1.60	3.00	NO CUMPLE
03+220.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.76	0.92	1.68	3.00	NO CUMPLE
03+240.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.91	0.99	1.90	3.00	NO CUMPLE

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
03+260.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.87	0.86	1.73	3.00	NO CUMPLE
03+280.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.46	0.87	1.33	3.00	NO CUMPLE
03+300.00	20	7.14	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.47	1.01	3.00	NO CUMPLE
03+320.00	20	7.32	7.20	CUMPLE	0.73	0.62	1.35	3.00	NO CUMPLE
03+340.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.79	0.92	1.71	3.00	NO CUMPLE
03+360.00	20	7	7.20	NO CUMPLE	0.56	0.57	1.13	3.00	NO CUMPLE
03+380.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.94	0.97	1.91	3.00	NO CUMPLE
03+400.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.43	0.65	1.08	3.00	NO CUMPLE
03+420.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.93	0.62	1.55	3.00	NO CUMPLE
03+440.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.97	0.61	1.58	3.00	NO CUMPLE
03+460.00	20	7.24	7.20	CUMPLE	0.79	0.84	1.63	3.00	NO CUMPLE
03+480.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.71	0.99	1.70	3.00	NO CUMPLE
03+500.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.43	0.42	0.85	3.00	NO CUMPLE
03+520.00	20	7.22	7.20	CUMPLE	0.84	0.54	1.38	3.00	NO CUMPLE
03+540.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.53	0.92	1.45	3.00	NO CUMPLE
03+560.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.63	1.54	3.00	NO CUMPLE
03+580.00	20	7.11	7.20	NO CUMPLE	0.76	0.98	1.74	3.00	NO CUMPLE
03+600.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.66	0.88	1.54	3.00	NO CUMPLE
03+620.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.42	0.94	1.36	3.00	NO CUMPLE
03+640.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.78	0.41	1.19	3.00	NO CUMPLE
03+660.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.44	0.58	1.02	3.00	NO CUMPLE
03+680.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.94	0.72	1.66	3.00	NO CUMPLE
03+700.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.53	0.41	0.94	3.00	NO CUMPLE
03+720.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.84	0.78	1.62	3.00	NO CUMPLE
03+740.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.85	0.55	1.40	3.00	NO CUMPLE
03+760.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.62	0.69	1.31	3.00	NO CUMPLE
03+780.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.89	0.68	1.57	3.00	NO CUMPLE
03+800.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.94	0.72	1.66	3.00	NO CUMPLE
03+820.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.88	1.79	3.00	NO CUMPLE
03+840.00	20	7.32	7.20	CUMPLE	0.88	0.92	1.80	3.00	NO CUMPLE
03+860.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.48	0.57	1.05	3.00	NO CUMPLE
03+880.00	20	7.11	7.20	NO CUMPLE	0.42	0.78	1.20	3.00	NO CUMPLE
03+900.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.57	1.29	3.00	NO CUMPLE
03+920.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.71	0.46	1.17	3.00	NO CUMPLE
03+940.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.45	0.78	1.23	3.00	NO CUMPLE
03+960.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.94	1.85	3.00	NO CUMPLE
03+980.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.91	1.64	3.00	NO CUMPLE
04+000.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.77	1.72	3.00	NO CUMPLE
04+020.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.74	0.77	1.51	3.00	NO CUMPLE
04+040.00	20	7.14	7.20	NO CUMPLE	0.41	0.65	1.06	3.00	NO CUMPLE
04+060.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.51	1.23	3.00	NO CUMPLE
04+080.00	20	7.24	7.20	CUMPLE	0.53	0.65	1.18	3.00	NO CUMPLE
04+100.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.69	0.74	1.43	3.00	NO CUMPLE
04+120.00	20	7.33	7.20	CUMPLE	0.41	0.53	0.94	3.00	NO CUMPLE
04+140.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.52	0.73	1.25	3.00	NO CUMPLE

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
04+160.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.85	1.48	3.00	NO CUMPLE
04+180.00	20	7.32	7.20	CUMPLE	0.65	0.86	1.51	3.00	NO CUMPLE
04+200.00	20	7.32	7.20	CUMPLE	0.74	0.98	1.72	3.00	NO CUMPLE
04+220.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.66	0.97	1.63	3.00	NO CUMPLE
04+240.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.72	0.63	1.35	3.00	NO CUMPLE
04+260.00	20	7.13	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.65	1.38	3.00	NO CUMPLE
04+280.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.59	0.65	1.24	3.00	NO CUMPLE
04+300.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.84	0.55	1.39	3.00	NO CUMPLE
04+320.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.87	0.41	1.28	3.00	NO CUMPLE
04+340.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.47	0.91	1.38	3.00	NO CUMPLE
04+360.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.74	0.77	1.51	3.00	NO CUMPLE
04+380.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.49	0.73	1.22	3.00	NO CUMPLE
04+400.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.57	1.55	3.00	NO CUMPLE
04+420.00	20	7.13	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.91	1.64	3.00	NO CUMPLE
04+440.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.81	0.44	1.25	3.00	NO CUMPLE
04+460.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.62	0.89	1.51	3.00	NO CUMPLE
04+480.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.56	0.73	1.29	3.00	NO CUMPLE
04+500.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.93	0.96	1.89	3.00	NO CUMPLE
04+520.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.87	0.98	1.85	3.00	NO CUMPLE
04+540.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.73	0.61	1.34	3.00	NO CUMPLE
04+560.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.48	0.46	0.94	3.00	NO CUMPLE
04+580.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.68	0.51	1.19	3.00	NO CUMPLE
04+600.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.85	0.74	1.59	3.00	NO CUMPLE
04+620.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.97	0.76	1.73	3.00	NO CUMPLE
04+640.00	20	7.11	7.20	NO CUMPLE	0.78	0.67	1.45	3.00	NO CUMPLE
04+660.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.83	0.67	1.50	3.00	NO CUMPLE
04+680.00	20	7	7.20	NO CUMPLE	0.96	0.91	1.87	3.00	NO CUMPLE
04+700.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.65	0.87	1.52	3.00	NO CUMPLE
04+720.00	20	7.11	7.20	NO CUMPLE	0.97	0.47	1.44	3.00	NO CUMPLE
04+740.00	20	7.23	7.20	CUMPLE	0.55	0.66	1.21	3.00	NO CUMPLE
04+760.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.52	0.83	1.35	3.00	NO CUMPLE
04+780.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.68	0.84	1.52	3.00	NO CUMPLE
04+800.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.81	1.44	3.00	NO CUMPLE
04+820.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.91	0.47	1.38	3.00	NO CUMPLE
04+840.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.49	1.35	3.00	NO CUMPLE
04+860.00	20	6.88	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.81	1.67	3.00	NO CUMPLE
04+880.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.89	0.73	1.62	3.00	NO CUMPLE
04+900.00	20	7.04	7.20	NO CUMPLE	0.75	0.87	1.62	3.00	NO CUMPLE
04+920.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.85	0.94	1.79	3.00	NO CUMPLE
04+940.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.43	0.81	1.24	3.00	NO CUMPLE
04+960.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.58	1.53	3.00	NO CUMPLE
04+980.00	20	7.21	7.20	CUMPLE	0.75	0.57	1.32	3.00	NO CUMPLE
05+000.00	20	7.21	7.20	CUMPLE	0.47	0.96	1.43	3.00	NO CUMPLE
05+020.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.63	0.71	1.34	3.00	NO CUMPLE
05+040.00	20	6.99	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.94	1.92	3.00	NO CUMPLE

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Norma	Verificación	Bermas (m)			Norma	Verificación
					BD	BI	BD+BI		
05+060.00	20	7.02	7.20	NO CUMPLE	0.54	0.68	1.22	3.00	NO CUMPLE
05+080.00	20	7.32	7.20	CUMPLE	0.46	0.98	1.44	3.00	NO CUMPLE
05+100.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.98	0.81	1.79	3.00	NO CUMPLE
05+120.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.91	0.88	1.79	3.00	NO CUMPLE
05+140.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.42	0.52	0.94	3.00	NO CUMPLE
05+160.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.73	0.57	1.30	3.00	NO CUMPLE
05+180.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.58	0.41	0.99	3.00	NO CUMPLE
05+200.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.59	0.83	1.42	3.00	NO CUMPLE
05+220.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.48	0.84	1.32	3.00	NO CUMPLE
05+240.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.49	0.87	1.36	3.00	NO CUMPLE
05+260.00	20	6.77	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.92	1.78	3.00	NO CUMPLE
05+280.00	20	7.22	7.20	CUMPLE	0.83	0.49	1.32	3.00	NO CUMPLE
05+300.00	20	7.1	7.20	NO CUMPLE	0.74	0.94	1.68	3.00	NO CUMPLE
05+320.00	20	7	7.20	NO CUMPLE	0.58	0.91	1.49	3.00	NO CUMPLE
05+340.00	20	6.89	7.20	NO CUMPLE	0.58	0.83	1.41	3.00	NO CUMPLE
05+360.00	20	7.01	7.20	NO CUMPLE	0.92	0.96	1.88	3.00	NO CUMPLE
05+380.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.57	0.91	1.48	3.00	NO CUMPLE
05+400.00	20	7.3	7.20	CUMPLE	0.65	0.42	1.07	3.00	NO CUMPLE
05+420.00	20	7.21	7.20	CUMPLE	0.61	0.62	1.23	3.00	NO CUMPLE
05+440.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.93	0.62	1.55	3.00	NO CUMPLE
05+460.00	20	7.03	7.20	NO CUMPLE	0.87	0.83	1.70	3.00	NO CUMPLE
05+480.00	20	6.87	7.20	NO CUMPLE	0.77	0.73	1.50	3.00	NO CUMPLE
05+500.00	20	7.2	7.20	CUMPLE	0.68	0.76	1.44	3.00	NO CUMPLE
05+520.00	20	7.12	7.20	NO CUMPLE	0.82	0.83	1.65	3.00	NO CUMPLE
05+540.00	20	6.98	7.20	NO CUMPLE	0.53	0.58	1.11	3.00	NO CUMPLE
05+560.00	20	6.78	7.20	NO CUMPLE	0.86	0.97	1.83	3.00	NO CUMPLE
05+580.00	20	6.79	7.20	NO CUMPLE	0.95	0.43	1.38	3.00	NO CUMPLE
05+600.00	20	7.31	7.20	CUMPLE	0.66	0.83	1.49	3.00	NO CUMPLE
05+620.00	20	7.34	7.20	CUMPLE	0.56	0.52	1.08	3.00	NO CUMPLE
05+640.00	20	6.97	7.20	NO CUMPLE	0.62	0.48	1.10	3.00	NO CUMPLE
05+663.50	23.5	7.21	7.20	CUMPLE	0.49	0.62	1.11	3.00	NO CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°25,
 relacionado con el porcentaje de cumplimiento de verificación de calzada y bermas.

Figura 20

Verificación de anchos de calzada.

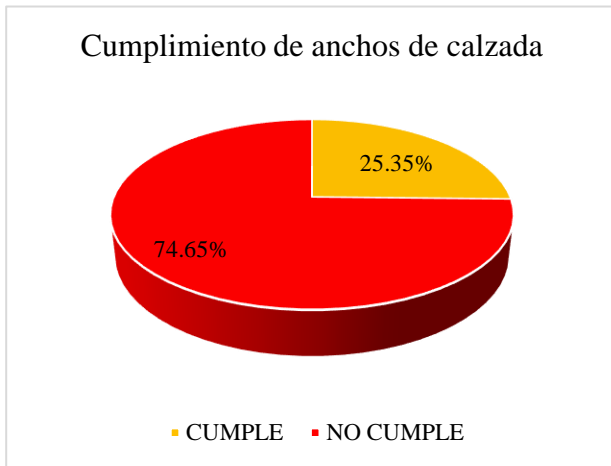
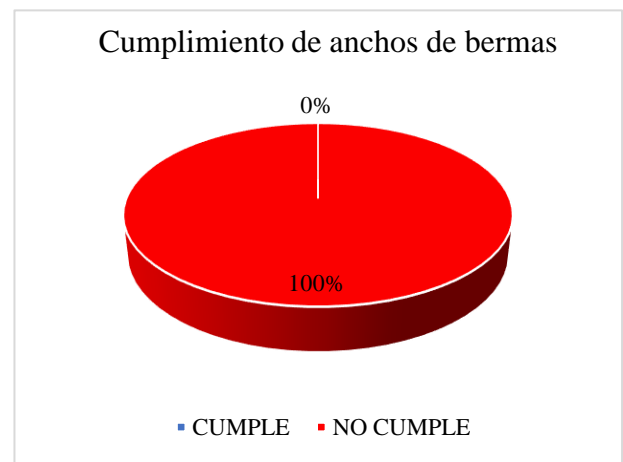


Figura 21

Verificación de anchos de bermas.



Según la figura 21 respecto a la verificación de ancho de bermas, el porcentaje de cumplimiento es de 0%, pues el ancho de las bermas existentes, se encuentran entre 0.45 hasta 0 metros; sin embargo, de acuerdo con las condiciones existentes, éstas deberían ser de 2.60m. Esta situación incrementa el riesgo para la ocurrencia de accidentes como consecuencia de la disminución de la visibilidad, del tránsito peatonal, estacionamiento de vehículos.

2. En la Tabla 26 se observa el cumplimiento de peraltes y bombeos contrastada con la tabla 304.03 y la figura 302.03 de las DG-2018, (ver anexo 10 y 11).

Tabla 26

Peraltes y bombeos existentes en C.P. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
00+000.00	Tangente	0.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
00+020.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
00+040.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
00+060.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.80	2.50		CUMPLE
00+080.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.80	2.50		CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
00+100.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.94	2.50		CUMPLE
00+120.00	C1	20.00	Peralte	7.58		8.00	NO CUMPLE
00+140.00	C1	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
00+160.00	Tangente	20.00	Bombeo	5.04	2.50		CUMPLE
00+180.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.40	2.50		NO CUMPLE
00+200.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.88	2.50		NO CUMPLE
00+220.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.32	2.50		NO CUMPLE
00+240.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.19	2.50		CUMPLE
00+260.00	C2	20.00	Peralte	6.82		8.00	NO CUMPLE
00+280.00	C2	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
00+300.00	C2	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
00+320.00	C3	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
00+340.00	C3	20.00	Peralte	6.13		8.00	NO CUMPLE
00+360.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.49	2.50		NO CUMPLE
00+380.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.07	2.50		NO CUMPLE
00+400.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.70	2.50		NO CUMPLE
00+420.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.74	2.50		NO CUMPLE
00+440.00	C4	20.00	Peralte	5.33		7.90	NO CUMPLE
00+460.00	C4	20.00	Peralte	7.00		7.90	NO CUMPLE
00+480.00	C4	20.00	Peralte	7.00		7.90	NO CUMPLE
00+500.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.32	2.50		CUMPLE
00+520.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.58	2.50		NO CUMPLE
00+540.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.17	2.50		NO CUMPLE
00+560.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.92	2.50		CUMPLE
00+580.00	C5	20.00	Peralte	6.66		8.00	NO CUMPLE
00+600.00	C5	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
00+620.00	C5	20.00	Peralte	6.53		8.00	NO CUMPLE
00+640.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.95	2.50		CUMPLE
00+660.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
00+680.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
00+700.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.33	2.50		NO CUMPLE
00+720.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.26	2.50		NO CUMPLE
00+740.00	C6	20.00	Peralte	4.85		8.00	NO CUMPLE
00+760.00	C6	20.00	Peralte	6.72		8.00	NO CUMPLE
00+780.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.09	2.50		CUMPLE
00+800.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.54	2.50		NO CUMPLE
00+820.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.17	2.50		CUMPLE
00+840.00	C7	20.00	Peralte	7.80		8.00	NO CUMPLE
00+860.00	C7	20.00	Peralte	5.95		8.00	NO CUMPLE
00+880.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.03	2.50		NO CUMPLE
00+900.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.90	2.50		NO CUMPLE
00+920.00	C8	20.00	Peralte	5.83		8.00	NO CUMPLE
00+940.00	C8	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
00+960.00	C8	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
00+980.00	C9	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
01+000.00	C9	20.00	Peralte	6.42		8.00	NO CUMPLE
01+020.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.83	2.50		CUMPLE
01+040.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.77	2.50		NO CUMPLE
01+060.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.36	2.50		CUMPLE
01+080.00	C10	20.00	Peralte	6.71		8.00	NO CUMPLE
01+100.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.12	2.50		CUMPLE
01+120.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
01+140.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
01+160.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.64	2.50		CUMPLE
01+180.00	C11	20.00	Peralte	6.26		8.00	NO CUMPLE
01+200.00	C11	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
01+220.00	C11	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
01+240.00	C11	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
01+260.00	C11	20.00	Peralte	7.51		8.00	NO CUMPLE
01+280.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.35	2.50		CUMPLE
01+300.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.19	2.50		CUMPLE
01+320.00	C12	20.00	Peralte	7.03		8.00	NO CUMPLE
01+340.00	C12	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
01+360.00	C12	20.00	Peralte	7.04		8.00	NO CUMPLE
01+380.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.26	2.50		CUMPLE
01+400.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.47	2.50		CUMPLE
01+420.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.69	2.50		CUMPLE
01+440.00	C13	20.00	Peralte	7.90		8.00	NO CUMPLE
01+460.00	C13	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
01+480.00	C13	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
01+500.00	C13	20.00	Peralte	6.22		8.00	NO CUMPLE
01+520.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.24	2.50		CUMPLE
01+540.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.26	2.50		NO CUMPLE
01+560.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.72	2.50		CUMPLE
01+580.00	Tangente	20.00	Bombeo	5.70	2.50		CUMPLE
01+600.00	C14	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
01+620.00	Tangente	20.00	Bombeo	8.00	2.50		CUMPLE
01+640.00	Tangente	20.00	Bombeo	8.00	2.50		CUMPLE
01+660.00	Tangente	20.00	Bombeo	8.00	2.50		CUMPLE
01+680.00	C15	20.00	Peralte	7.94		8.00	NO CUMPLE
01+700.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.12	2.50		CUMPLE
01+720.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.30	2.50		NO CUMPLE
01+740.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.53	2.50		CUMPLE
01+760.00	C16	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
01+780.00	C16	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
01+800.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.52	2.50		CUMPLE
01+820.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.78	2.50		NO CUMPLE
01+840.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.97	2.50		CUMPLE
01+860.00	C17	20.00	Peralte	6.71		8.00	NO CUMPLE
01+880.00	C17	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
01+900.00	C17	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
01+920.00	C18	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
01+940.00	C18	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
01+960.00	Tangente	20.00	Bombeo	5.16	2.50		CUMPLE
01+980.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.53	2.50		NO CUMPLE
02+000.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.94	2.50		NO CUMPLE
02+020.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.14	2.50		NO CUMPLE
02+040.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.73	2.50		CUMPLE
02+060.00	C19	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+080.00	C19	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+100.00	C19	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+120.00	C19	20.00	Peralte	7.12		8.00	NO CUMPLE
02+140.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.34	2.50		CUMPLE
02+160.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.55	2.50		CUMPLE
02+180.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.76	2.50		CUMPLE
02+200.00	C20	20.00	Peralte	7.97		8.00	NO CUMPLE
02+220.00	C20	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
02+240.00	C20	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
02+260.00	C21	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
02+280.00	C21	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
02+300.00	C21	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
02+320.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.38	2.50		CUMPLE
02+340.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.49	2.50		NO CUMPLE
02+360.00	Tangente	20.00	Bombeo	6.36	2.50		CUMPLE
02+380.00	C22	20.00	Peralte	6.01		8.00	NO CUMPLE
02+400.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.95	2.50		NO CUMPLE
02+420.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.68	2.50		NO CUMPLE
02+440.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
02+460.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
02+480.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
02+500.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
02+520.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
02+540.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
02+560.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.70	2.50		CUMPLE
02+580.00	Tangente	20.00	Bombeo	7.00	2.50		CUMPLE
02+600.00	C23	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+620.00	C23	20.00	Peralte	4.89		8.00	NO CUMPLE
02+640.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.39	2.50		NO CUMPLE
02+660.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.11	2.50		NO CUMPLE
02+680.00	C24	20.00	Peralte	5.61		8.00	NO CUMPLE
02+700.00	C24	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+720.00	C24	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+740.00	C24	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+760.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.14	2.50		CUMPLE
02+780.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.55	2.50		NO CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
02+800.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.00	2.50		NO CUMPLE
02+820.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.00	2.50		NO CUMPLE
02+840.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.92	2.50		CUMPLE
02+860.00	C25	20.00	Peralte	6.51		8.00	NO CUMPLE
02+880.00	C25	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
02+900.00	C25	20.00	Peralte	6.81		8.00	NO CUMPLE
02+920.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.22	2.50		CUMPLE
02+940.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.00	2.50		NO CUMPLE
02+960.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.00	2.50		NO CUMPLE
02+980.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.05	2.50		NO CUMPLE
03+000.00	C26	20.00	Peralte	5.67		8.00	NO CUMPLE
03+020.00	C26	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+040.00	C26	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+060.00	C26	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+080.00	C27	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+100.00	C27	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+120.00	C27	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+140.00	C27	20.00	Peralte	7.60		8.00	NO CUMPLE
03+160.00	C27	20.00	Peralte	5.64		8.00	NO CUMPLE
03+180.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
03+200.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.42	2.50		NO CUMPLE
03+220.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.45	2.50		CUMPLE
03+240.00	C28	20.00	Peralte	6.48		8.00	NO CUMPLE
03+260.00	C28	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+280.00	C28	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+300.00	C28	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+320.00	C28	20.00	Peralte	5.42		8.00	NO CUMPLE
03+340.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.79	2.50		NO CUMPLE
03+360.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
03+380.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
03+400.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
03+420.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
03+440.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
03+460.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.05	2.50		NO CUMPLE
03+480.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.69	2.50		CUMPLE
03+500.00	C29	20.00	Peralte	7.32		8.00	NO CUMPLE
03+520.00	C29	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+540.00	C29	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+560.00	C29	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+580.00	C29	20.00	Peralte	8.00		8.00	CUMPLE
03+600.00	C29	20.00	Peralte	7.09		8.00	NO CUMPLE
03+620.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.14	2.50		CUMPLE
03+640.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.19	2.50		NO CUMPLE
03+660.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.76	2.50		NO CUMPLE
03+680.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.71	2.50		CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
03+700.00	C30	20.00	Peralte	7.67		8.00	NO CUMPLE
03+720.00	C30	20.00	Peralte	5.91		8.00	NO CUMPLE
03+740.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.40	2.50		NO CUMPLE
03+760.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.11	2.50		CUMPLE
03+780.00	C31	20.00	Peralte	7.62		8.00	NO CUMPLE
03+800.00	Tangente	20.00	Bombeo	6.42	2.50		CUMPLE
03+820.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.44	2.50		NO CUMPLE
03+840.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.54	2.50		NO CUMPLE
03+860.00	C32	20.00	Peralte	5.51		8.00	NO CUMPLE
03+880.00	C32	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
03+900.00	C32	20.00	Peralte	7.00		8.00	NO CUMPLE
03+920.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.77	2.50		CUMPLE
03+940.00	Tangente	20.00	Bombeo	20.50	2.50		CUMPLE
03+960.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.23	2.50		NO CUMPLE
03+980.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.29	2.50		NO CUMPLE
04+000.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.92	2.50		CUMPLE
04+020.00	C33	20.00	Peralte	7.56		7.95	NO CUMPLE
04+040.00	C33	20.00	Peralte	8.00		7.95	CUMPLE
04+060.00	C33	20.00	Peralte	5.65		7.95	NO CUMPLE
04+080.00	Tangente	20.00	Bombeo	1.61	2.50		NO CUMPLE
04+100.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.43	2.50		NO CUMPLE
04+120.00	C34	20.00	Peralte	6.46		8.00	NO CUMPLE
04+140.00	C34	20.00	Peralte	6.29		8.00	NO CUMPLE
04+160.00	Tangente	20.00	Bombeo	3.29	2.50		CUMPLE
04+180.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.28	2.50		NO CUMPLE
04+200.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.73	2.50		CUMPLE
04+220.00	Tangente	20.00	Bombeo	5.73	2.50		CUMPLE
04+240.00	C35	20.00	Peralte	7.64		8.00	NO CUMPLE
04+260.00	Tangente	20.00	Bombeo	4.00	2.50		CUMPLE
04+280.00	Tangente	20.00	Bombeo	0.37	2.50		NO CUMPLE
04+300.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+320.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+340.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+360.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+380.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+400.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+420.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+440.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+460.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+480.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+500.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+520.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+540.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+560.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+580.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
04+600.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+620.00	C36	20.00	Peralte	5.60		6.70	NO CUMPLE
04+640.00	C36	20.00	Peralte	5.60		6.70	NO CUMPLE
04+660.00	C36	20.00	Peralte	4.96		6.70	NO CUMPLE
04+680.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+700.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.27	2.50		NO CUMPLE
04+720.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+740.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+760.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+780.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+800.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+820.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+840.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+860.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+880.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+900.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+920.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+940.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+960.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
04+980.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+000.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+020.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+040.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+060.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+080.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+100.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+120.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+140.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+160.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+180.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+200.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+220.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+240.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+260.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+280.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+300.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+320.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+340.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+360.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+380.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+400.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+420.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+440.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+460.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+480.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	% existente	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
05+500.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+520.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+540.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+560.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+580.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+600.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+620.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+640.00	Tangente	20.00	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE
05+663.50	Tangente	23.50	Bombeo	2.50	2.50		CUMPLE

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 26, relacionado con los peraltes y bombeos de la vía en estudio.

Figura 22

Cumplimiento de bombeos en la vía de estudio.

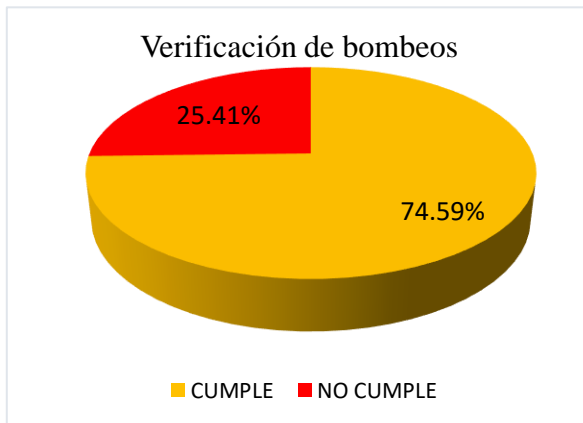
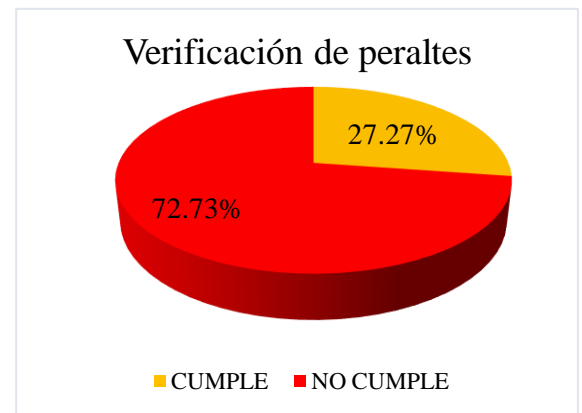


Figura 23

Cumplimiento de peraltes en la vía de estudio.



Del gráfico 22 se puede observar que existe un 74.59% de secciones que cumplen con el bombeo mínimo de 2.5% indicado por la norma; sin embargo, existe un 25.41% que se encuentra en un rango inferior lo que es inadecuado para la precipitación existente en la zona de influencia de la carretera y del gráfico 31 se observa que existe un 27.72% de secciones que cumplen con los peraltes calculados y expresados en la tabla N° 23 para cada uno de sus radios; sin embargo, existe pequeño porcentaje que representa el 72.73% que se encuentra en un rango inferior a lo indicado.

E. Análisis de consistencia: este análisis se presenta en dos partes que se detallan a continuación.

- **Perspectiva de la velocidad:**

Tabla 27

Análisis de la consistencia según el enfoque de la velocidad.

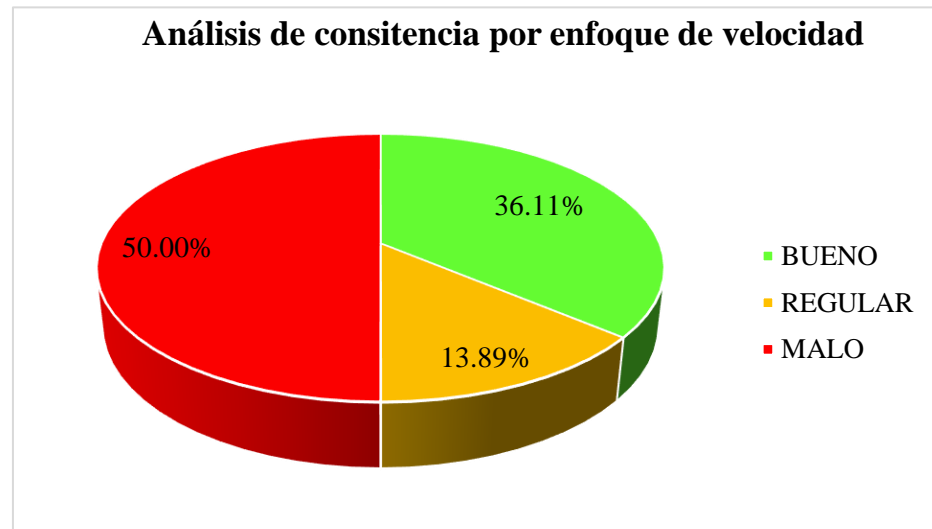
N° C	Progresivas		Δ°	Radio (m)	Longitud Curva (m)	TCC (Grad/km)	Δ TCC	DISEÑO
	PI	PF						
C1	0+107.650	0+158.390	116.29611	25.00	50.740	2292.00		BUENO
C2	0+251.800	0+302.480	92.70917	31.32	50.680	1829.30	462.70	MALO
C3	0+302.480	0+344.360	75.50111	31.78	41.880	1802.80	26.51	BUENO
C4	0+436.300	0+493.500	26.21833	125.00	57.200	458.36	1344.43	MALO
C5	0+569.460	0+630.410	27.93778	125.00	60.950	458.37	0.01	BUENO
C6	0+739.010	0+771.460	14.30417	130.00	32.450	440.81	17.57	BUENO
C7	0+826.460	0+864.260	43.31667	50.00	37.800	1145.94	705.14	MALO
C8	0+916.350	0+961.370	101.63722	25.38	45.020	2257.60	1111.66	MALO
C9	0+961.370	1+005.880	100.47611	25.38	44.510	2257.38	0.22	BUENO
C10	1+061.670	1+091.360	13.08333	130.00	29.690	440.66	1816.72	MALO
C11	1+173.420	1+262.950	51.29472	100.00	89.530	572.93	132.27	BUENO
C12	1+311.180	1+369.060	26.53056	125.00	57.880	458.37	114.56	BUENO
C13	1+434.180	1+502.730	157.09417	25.00	68.550	2291.67	1833.30	MALO
C14	1+580.770	1+618.420	43.14833	50.00	37.650	1146.04	1145.63	MALO
C15	1+662.330	1+694.350	22.93389	80.00	32.020	716.24	429.80	MALO
C16	1+745.180	1+799.780	25.22722	124.00	54.600	462.04	254.20	REGULAR
C17	1+852.210	1+907.530	100.03833	31.69	55.320	1808.36	1346.32	MALO
C18	1+907.530	1+959.070	92.49250	31.93	51.540	1794.58	13.78	BUENO
C19	2+045.230	2+121.240	33.50222	130.00	76.010	440.76	1353.82	MALO
C20	2+188.330	2+245.140	82.93444	39.25	56.810	1459.86	1019.10	MALO
C21	2+245.140	2+315.720	105.57694	38.30	70.580	1495.85	35.99	BUENO
C22	2+358.950	2+381.410	25.73500	50.00	22.460	1145.81	350.03	REGULAR
C23	2+559.840	2+620.930	28.00528	125.00	61.090	458.43	687.39	MALO
C24	2+674.960	2+757.060	37.93556	124.00	82.100	462.07	3.64	BUENO
C25	2+849.730	2+911.910	28.50167	125.00	62.180	458.37	3.69	BUENO
C26	2+996.680	3+077.440	45.30833	102.14	80.760	561.02	102.65	BUENO
C27	3+077.440	3+161.090	47.43306	101.03	83.650	567.04	6.02	BUENO
C28	3+235.360	3+320.500	81.30667	60.00	85.140	954.98	387.93	MALO
C29	3+489.060	3+608.500	85.54083	80.00	119.440	716.18	238.79	REGULAR
C30	3+687.600	3+725.380	86.59889	25.00	37.780	2292.19	1576.01	MALO
C31	3+778.710	3+795.130	10.45389	90.00	16.420	636.66	1655.53	MALO
C32	3+854.470	3+914.990	26.67194	130.00	60.520	440.71	195.94	REGULAR
C33	4+007.760	4+063.000	39.56500	80.00	55.240	716.24	275.53	REGULAR
C34	4+113.970	4+142.280	40.54611	40.00	28.310	1432.22	715.98	MALO

N° C	Progresivas		Δ°	Radio (m)	Longitud Curva (m)	TCC (Grad/km)	ΔTCC	DISEÑO
	PI	PF						
C35	4+220.410	4+252.680	23.11250	80.00	32.270	716.22	716.00	MALO
C36	4+608.900	4+666.780	16.58139	200.00	57.880	286.48	429.74	MALO

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 31, relacionado el análisis de consistencia en cuanto a la velocidad de la vía en estudio.

Figura 24

Verificación del análisis de la consistencia respecto a la velocidad.



De la figura 33 se puede observar que 18 de las curvas analizadas tienen un diseño malo ya que su $\Delta TCC > 360 \text{ Grad/km}$, representando un 50% del total de la carretera analizada; 5 tramos se encuentran en un diseño regular siendo su $180 \text{ Grad/km} < \Delta TCC < 360 \text{ Grad/km}$, representando un 13.89% y existen 13 tramos que se encuentran en un diseño bueno ya que su $\Delta TCC < 180 \text{ Grad/km}$, representando un 13.89%.

- **Enfoque de las expectativas:**

Tabla 28

Análisis de consistencia por el enfoque de las expectativas.

N° C	Progresivas		Radio (m)	LC LT (m)	V ₈₅	V ₈₅ - V _d	Criterio I	K	ÄV ₈₅	Criterio II		p	fra	frd	Δ cf	DISEÑO
	Inicial	Final								Bavkov	Lam					
T1	0+000.000	0+107.650		107.650	48.65	11.35	REGULAR					2.5				
C1	0+107.650	0+158.390	25	50.740	42.00	18.00	REGULAR	0.86	6.65	BUENO	BUENO	7.79	1.06	0.48	- 0.58	MALO
T2	0+158.390	0+251.800		93.410	48.00	12.00	REGULAR	1.14	6.00	BUENO	BUENO	2.5				
C2	0+251.800	0+344.360	31.6	92.560	42.65	17.35	REGULAR	0.89	5.35	BUENO	BUENO	7.04	0.83	0.38	- 0.44	MALO
T3	0+344.360	0+436.300		91.940	64.00	4.00	BUENO	1.50	21.35	BUENO	MALO	2.5				
C3	0+436.300	0+493.500	125	57.200	65.65	5.65	BUENO	1.03	1.65	BUENO	BUENO	6.44	0.16	0.21	0.04	BUENO
T4	0+493.500	0+569.460		75.960	75.25	15.25	REGULAR	1.15	9.60	BUENO	BUENO	2.5				
C4	0+569.460	0+630.410	125	60.950	70.00	10.00	REGULAR	0.93	5.25	BUENO	BUENO	6.73	0.16	0.24	0.08	BUENO
T5	0+630.410	0+739.010		108.600	69.00	9.00	BUENO	0.99	1.00	BUENO	BUENO	2.5				
C5	0+739.010	0+771.460	130	32.450	73.42	13.42	REGULAR	1.06	4.42	BUENO	BUENO	5.79	0.16	0.27	0.11	BUENO
T6	0+771.460	0+826.460		55.000	74.24	14.24	REGULAR	1.01	0.82	BUENO	BUENO	2.5				
C6	0+826.460	0+864.260	50	37.800	48.00	12.00	REGULAR	0.65	26.24	REGULAR	MALO	6.88	0.50	0.29	- 0.20	MALO
T7	0+864.260	0+916.350		52.090	42.00	18.00	REGULAR	0.88	6.00	BUENO	BUENO	2.5				
C7	0+916.350	1+005.880	25.4	89.530	32.65	27.35	MALO	0.78	9.35	REGULAR	BUENO	7.28	1.04	0.26	- 0.79	MALO
T8	1+005.880	1+061.670		55.790	47.82	12.18	REGULAR	1.46	15.17	BUENO	REGULAR	2.5				
C8	1+061.670	1+091.360	130	29.690	58.15	1.85	BUENO	1.22	10.33	BUENO	REGULAR	7.24	0.15	0.13	- 0.01	REGULAR
T9	1+091.360	1+173.420		82.060	61.00	1.00	BUENO	1.05	2.85	BUENO	BUENO	2.5				
C9	1+173.420	1+262.950	100	89.530	63.65	3.65	BUENO	1.04	2.65	BUENO	BUENO	7.31	0.21	0.25	0.04	BUENO
T10	1+262.950	1+311.180		48.230	72.40	12.40	REGULAR	1.14	8.75	BUENO	BUENO	2.5				

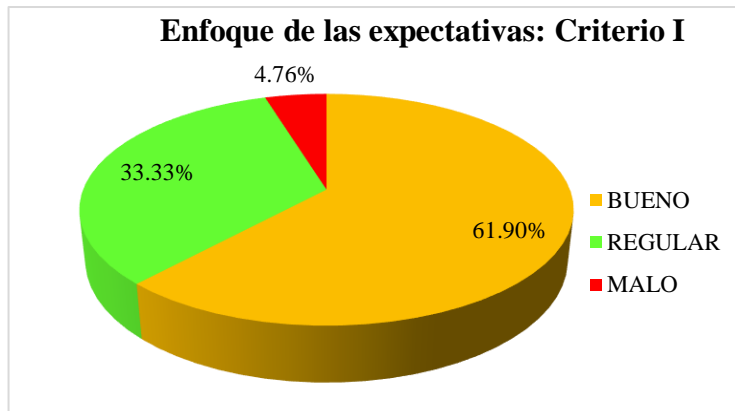
N° C	Progresivas		Radio (m)	LC LT (m)	V ₈₅	V ₈₅ - V _d	Criterio I	K	ÄV ₈₅	Criterio II		p	fra	frd	Δ cf	DISEÑO
	Inicial	Final								Bavkov	Lam					
C10	1+311.180	1+369.060	125	57.880	70.51	10.51	REGULAR	0.97	1.89	BUENO	BUENO	7.02	0.16	0.24	0.09	BUENO
T11	1+369.060	1+434.180		65.120	48.00	12.00	REGULAR	0.68	22.51	REGULAR	MALO	2.5				
C11	1+434.180	1+502.730	25	68.550	38.65	21.35	MALO	0.81	9.35	BUENO	BUENO	7.53	1.06	0.40	- 0.66	MALO
T12	1+502.730	1+580.770		78.040	46.12	13.88	REGULAR	1.19	7.47	BUENO	BUENO	2.5				
C12	1+580.770	1+618.420	50	37.650	62.00	2.00	BUENO	1.34	15.88	BUENO	REGULAR	8.00	0.49	0.53	0.04	BUENO
T13	1+618.420	1+662.330		43.910	63.87	3.87	BUENO	1.03	1.87	BUENO	BUENO	2.5				
C13	1+662.330	1+694.350	80	32.020	65.48	5.48	BUENO	1.03	1.61	BUENO	BUENO	7.94	0.27	0.34	0.07	BUENO
T14	1+694.350	1+745.180		50.830	72.47	12.47	REGULAR	1.11	6.99	BUENO	BUENO	2.5				
C14	1+745.180	1+779.780	124	34.600	58.30	1.70	BUENO	0.80	14.17	BUENO	REGULAR	7.00	0.16	0.15	- 0.01	REGULAR
T15	1+779.780	1+852.210		72.430	54.65	5.35	BUENO	0.94	3.65	BUENO	BUENO	2.5				
C15	1+852.210	1+959.070	31.8	106.860	52.00	8.00	BUENO	0.95	2.65	BUENO	BUENO	7.79	0.81	0.59	- 0.22	MALO
T16	1+959.070	2+045.230		86.160	52.65	7.35	BUENO	1.01	0.65	BUENO	BUENO	2.5				
C16	2+045.230	2+121.240	130	76.010	55.30	4.70	BUENO	1.05	2.65	BUENO	BUENO	7.51	0.14	0.11	- 0.03	MALO
T17	2+121.240	2+188.330		67.090	54.30	5.70	BUENO	0.98	1.00	BUENO	BUENO	2.5				
C17	2+188.330	2+315.720	38.8	127.390	42.00	18.00	REGULAR	0.77	12.30	REGULAR	REGULAR	8.00	0.65	0.28	- 0.37	MALO
T18	2+315.720	2+358.950		43.230	48.65	11.35	REGULAR	1.16	6.65	BUENO	BUENO	2.5				
C18	2+358.950	2+381.410	50	22.460	56.21	3.79	BUENO	1.16	7.56	BUENO	BUENO	6.01	0.51	0.44	- 0.07	MALO
T19	2+381.410	2+559.840		178.430	66.65	6.65	BUENO	1.19	10.44	BUENO	REGULAR	2.5				
C19	2+559.840	2+620.930	125	61.090	61.65	1.65	BUENO	0.92	5.00	BUENO	BUENO	5.95	0.17	0.18	0.01	REGULAR
T20	2+620.930	2+674.960		54.030	64.54	4.54	BUENO	1.05	2.89	BUENO	BUENO	2.5				
C20	2+674.960	2+757.060	124	82.100	45.65	14.35	REGULAR	0.71	18.89	REGULAR	REGULAR	6.65	0.16	0.07	- 0.10	MALO
T21	2+757.060	2+849.730		92.670	62.31	2.31	BUENO	1.36	16.66	BUENO	REGULAR	2.5				
C21	2+849.730	2+911.910	125	62.180	65.00	5.00	BUENO	1.04	2.69	BUENO	BUENO	6.77	0.16	0.20	0.04	BUENO

N° C	Progresivas		Radio (m)	LC LT (m)	V ₈₅	V ₈₅ - V _d	Criterio I	K	ÄV ₈₅	Criterio II		p	fra	frd	Δ cf	DISEÑO
	Inicial	Final								Bavkov	Lam					
T22	2+911.910	2+996.680		84.770	67.54	7.54	BUENO	1.04	2.54	BUENO	BUENO	2.5				
C22	2+996.680	3+161.090	102	164.410	53.95	6.05	BUENO	0.80	13.59	REGULAR	REGULAR	7.16	0.21	0.15	- 0.05	MALO
T23	3+161.090	3+235.060		73.970	54.65	5.35	BUENO	1.01	0.70	BUENO	BUENO	2.5				
C23	3+235.060	3+320.500	60	85.440	57.00	3.00	BUENO	1.04	2.35	BUENO	BUENO	7.18	0.40	0.35	- 0.05	MALO
T24	3+320.500	3+489.060		168.560	61.00	1.00	BUENO	1.07	4.00	BUENO	BUENO	2.5				
C24	3+489.060	3+608.500	80	119.440	57.00	3.00	BUENO	0.93	4.00	BUENO	BUENO	7.74	0.28	0.24	- 0.03	MALO
T25	3+608.500	3+687.600		79.100	58.65	1.35	BUENO	1.03	1.65	BUENO	BUENO	2.5				
C25	3+687.600	3+725.380	25	37.780	57.65	2.35	BUENO	0.98	1.00	BUENO	BUENO	6.79	1.07	0.98	- 0.09	MALO
T26	3+725.380	3+778.710		53.330	68.00	8.00	BUENO	1.18	10.35	BUENO	REGULAR	2.5				
C26	3+778.710	3+795.130	90	16.420	68.34	8.34	BUENO	1.01	0.34	BUENO	BUENO	7.62	0.24	0.33	0.09	BUENO
T27	3+795.130	3+854.470		59.340	67.55	7.55	BUENO	0.99	0.79	BUENO	BUENO	2.5				
C27	3+854.470	3+914.990	130	60.520	57.65	2.35	BUENO	0.85	9.90	BUENO	BUENO	6.50	0.15	0.14	- 0.02	REGULAR
T28	3+914.990	4+007.760		92.770	62.00	2.00	BUENO	1.08	4.35	BUENO	BUENO	2.5				
C28	4+007.760	4+063.000	80	55.240	47.65	12.35	REGULAR	0.77	14.35	REGULAR	REGULAR	7.07	0.28	0.15	- 0.13	MALO
T29	4+063.000	4+113.970		50.970	56.47	3.53	BUENO	1.19	8.82	BUENO	BUENO	2.50				
T30	4+113.970	4+142.280	40	28.310	47.65	12.35	REGULAR	0.84	8.82	BUENO	BUENO	6.38	0.64	0.38	- 0.26	MALO
T30	4+142.280	4+220.410		78.130	56.95	3.05	BUENO	1.20	9.30	BUENO	BUENO	2.50				
C30	4+220.410	4+252.680	80	32.270	57.00	3.00	BUENO	1.00	0.05	BUENO	BUENO	7.64	0.28	0.24	- 0.03	MALO
T31	4+252.680	4+608.900		356.220	65.24	5.24	BUENO	1.14	8.24	BUENO	BUENO	2.50				
C31	4+608.900	4+666.780	200	57.880	52.00	8.00	BUENO	0.80	13.24	REGULAR	REGULAR	5.39	0.09	0.05	- 0.04	MALO
T32	4+666.780	5+663.500		996.720	98.54	38.54	MALO	1.90	46.54	BUENO	MALO	2.50				

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 28, relacionado el análisis de las diferentes expectativas en cuanto a los criterios.

Figura 25

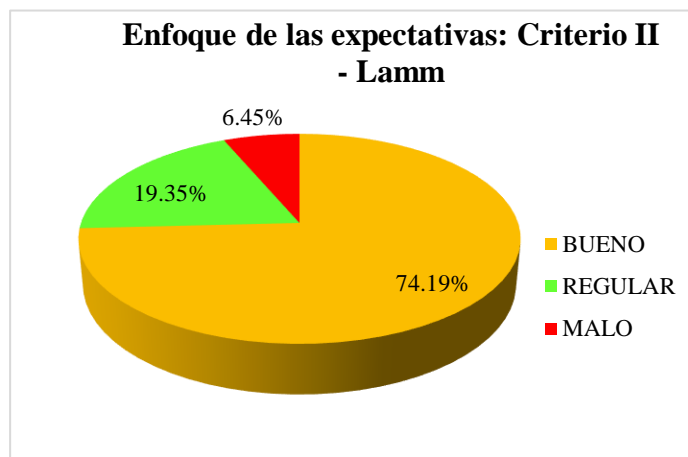
Análisis del criterio I - Lamm



De la figura 25 se puede observar que para el análisis del criterio I - Lamm se obtuvo que 3 tramos se encuentran en un diseño malo, representando un 4.76%; 21 se encuentran en un diseño regular, representando un 33.33% y 39 se encuentran cumpliendo un diseño bueno representando un 61.90% del total analizado.

Figura 26

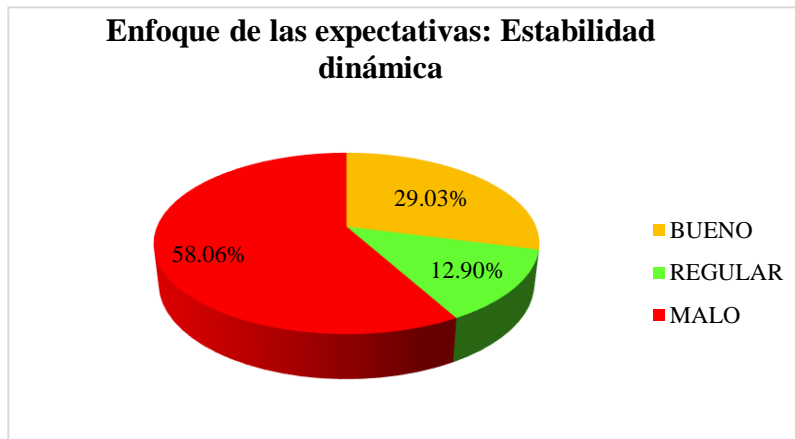
Análisis del criterio II - Lamm



Del gráfico 26 se puede observar que según el análisis de consistencia mediante el criterio II para elementos sucesivos según Lamm, se obtuvo que un total de 4 tramos se encuentran en un diseño malo, representando un 6.75%; 12 se encuentran clasificados dentro de un diseño regular representando un 19.35% y 46 se encuentran dentro de un diseño bueno, representando un 87.10% del total.

Figura 27

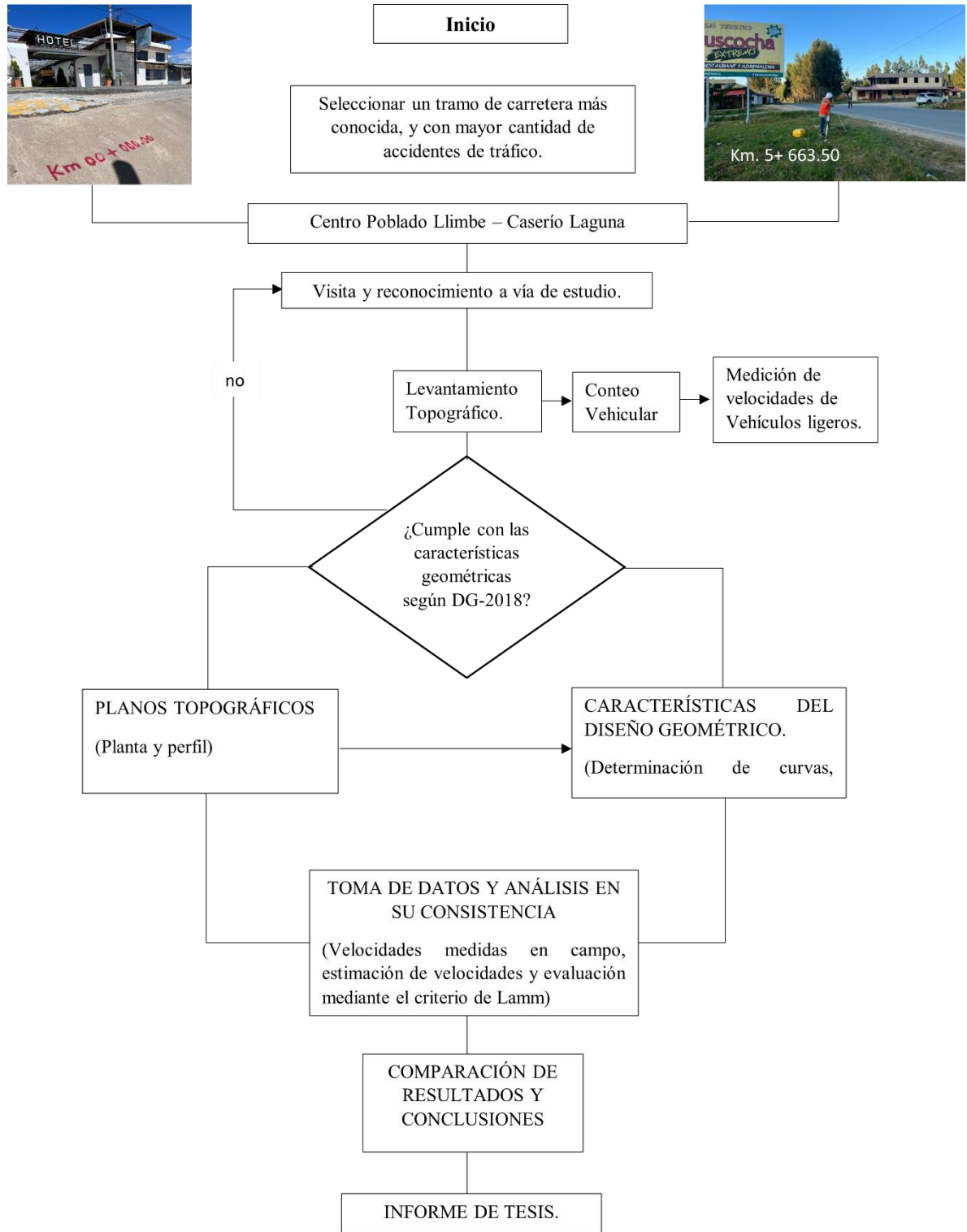
Cumplimiento de la estabilidad dinámica en la vía de estudio.



De la figura 27 se puede observar que, según el análisis de consistencia por el criterio de estabilidad dinámica del total de 31 curvas analizadas, 18 se encuentran dentro de un diseño malo, representando un 58.06%; 4 curvas se encuentran dentro de un diseño regular, representando un 12.90% y finalmente se tiene que 9 curvas se encuentran en un estado de diseño bueno, representando el 29.03% del total de curvas analizadas.

Figura 28

Flujograma de procedimiento de tratamiento de análisis de datos.



Aspectos éticos: En la presente investigación se ha hecho referencia a cada uno de los autores mediante la cita de la norma APA, con la finalidad de respetar sus derechos los datos obtenidos no serán manipulados o adulterados y serán tomados con responsabilidad, respeto y total transparencia para concluir buenos resultados conforme a lo investigado y tomarse la libertad de dar recomendaciones. Además, se buscó obtener información, sin manipular o realizar experimentos que puedan afectar la salud del autor, seres vivos y medio ambiente.

OBJETIVIDAD: El análisis de las situaciones encontradas se basan en criterios técnicos.

CONFIDENCIALIDAD: De esta manera se asegura la protección de la identidad de los autores que participan como informantes de la investigación.

VERACIDAD: La información mostrada será totalmente transparente y verdadera, cuidando la confidencialidad de los autores.

ORIGINALIDAD: Con el fin de demostrar la inexistencia del plagio intelectual, se ha considerado las fuentes bibliográficas de la información mostrada.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan diferentes resultados, cada una con diferente análisis.

1. **Clasificación de la carretera:** El tramo en estudio, presenta las características geométricas que corresponden a una carretera de I clase tipo II, pero según las DG-2018 con las necesidades de hoy en día este tramo de estudio debe de ser clasificada como carretera de primera clase Tipo III, RVN.
2. **Distancia de visibilidad**

Tabla 29

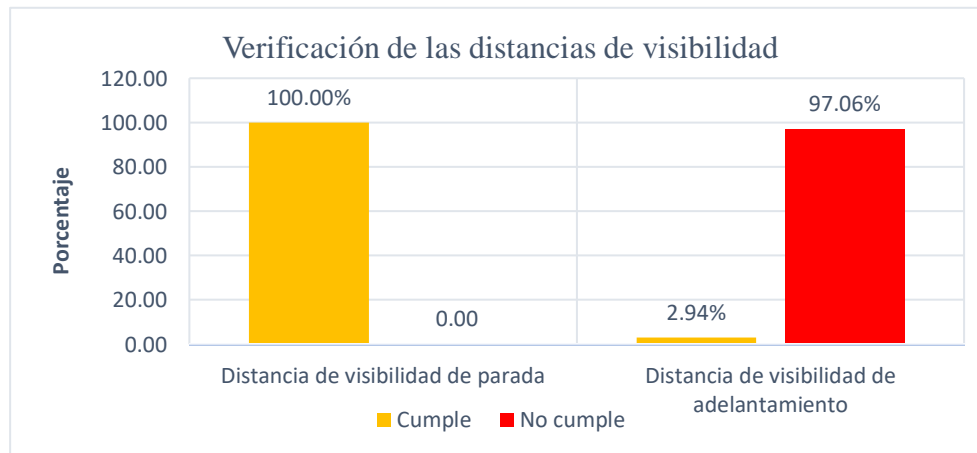
Resumen de la distancia de visibilidad de la vía de estudio.

Características Geométricas	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Distancia de visibilidad de parada	7	100.00	0	0.00
Distancia de visibilidad de adelantamiento	2	2.94	66	97.06

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 29, se muestra la siguiente gráfica.

Figura 29

Verificación de las distancias de visibilidad en la vía de estudio.



En la Figura 29, se puede observar que el 100.00 % cumplen con las distancias mínimas de visibilidad de parada indicada en las DG– 2018, mientras que en las distancias de visibilidad de adelantamiento el 97.06% del total de la carretera en estudio es inseguro. Por lo tanto, con un 48.53% se demuestra que las distancias de visibilidad de la carretera de C.P. Llimbe – Cas. Laguna Sulluscocha es insegura.

3. Diseño geométrico en planta:

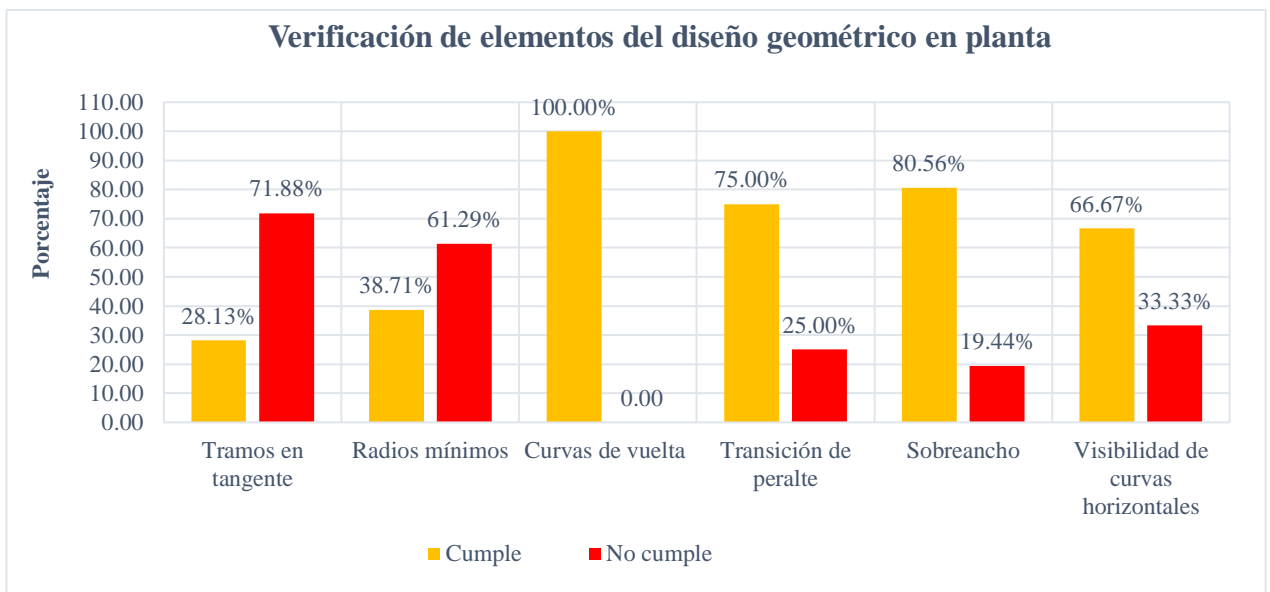
Tabla 30

Resumen del diseño geométrico en planta de la vía de estudio.

Características Geométricas	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Tramos en tangente	9	28.13	23	71.88
Radios mínimos	12	38.71	19	61.29
Curvas de vuelta	36	100.00	0.00	0.00
Transición de peralte	24	75.00	8.00	25.00
Sobreechancho	29	80.56	7	19.44
Visibilidad de curvas horizontales	24	66.67	12	33.33

Figura 30

Resultados de las características geométricas en planta.



En la figura 30, se observa los elementos del diseño geométrico en planta, los cuales presentan cierto porcentaje de inseguridad de la carretera, como primer elemento se tiene a tramos en tangente que presenta un 71.88%, el segundo corresponde a radios mínimos que presenta un 61.29%, el tercero corresponde a transición de peralte que presenta un 25.00 %, en relación al sobreancho se tiene un 19.44% y finalmente con un 33.33% se demuestra la inseguridad en consideración la visibilidad de curvas horizontales. Por lo tanto; según los elementos del diseño geométrico en planta, con un promedio de 35.16% se demuestra que la carretera de C.P. Llimbe – Cas. Laguna Sulluscocha es insegura.

4. *Diseño geométrico en perfil*

Tabla 31

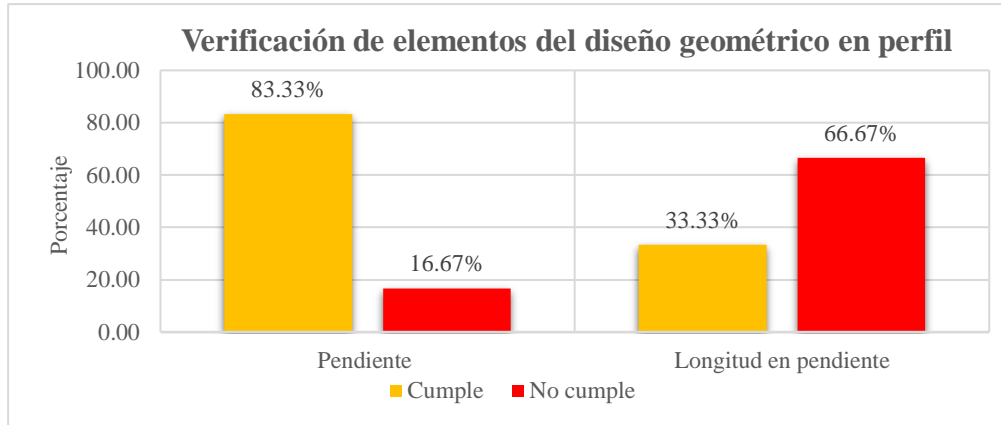
Resumen del diseño geométrico en perfil de la vía de estudio.

Elementos verticales	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Pendiente	5	83.33	1	16.67
Longitud en pendiente	2	33.33	4	66.67

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 31, se muestra la siguiente gráfica.

Figura 31

Resultados de las características geométricas en perfil.



En la figura 31, se observa la verificación de los elementos del diseño geométrico en perfil, donde se identifica que las pendientes de la carretera tienen un 16.67% de inseguridad y las longitudes en pendiente tienen un 66.67% de inseguridad. Por lo tanto, analizando ambas pendientes se presenta un promedio de 41.67% de inseguridad en la carretera de C.P. Llimbe – Cas. Laguna Sulluscocha.

5. *Diseño geométrico de la sección transversal*

Tabla 32

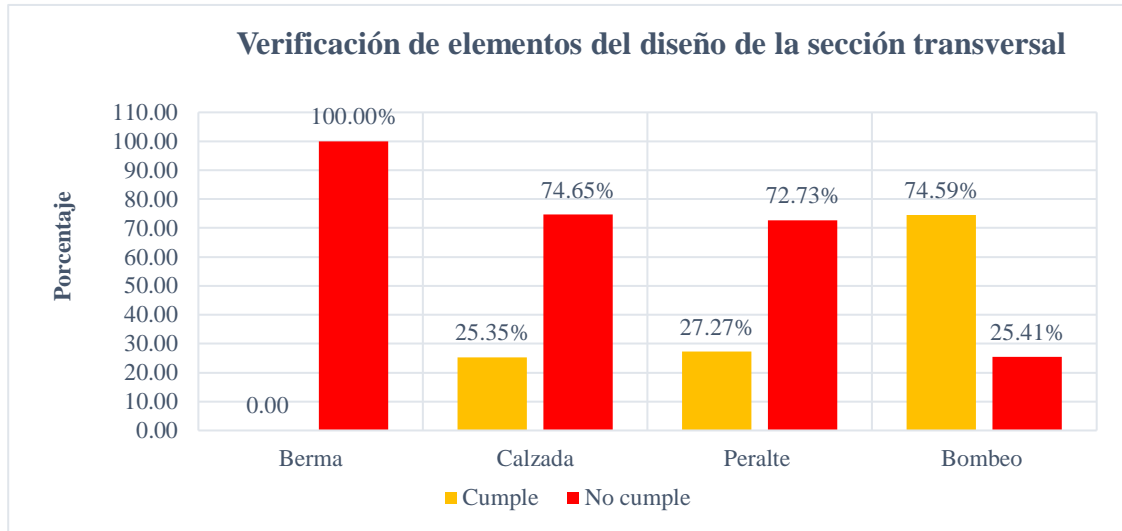
Resumen del diseño geométrico de sección transversal de la vía de estudio.

Elementos verticales	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Berma	0	0.00	284	100.00
Calzada	72	25.35	212	74.65
Peralte	27	27.27	72	72.73
Bombeo	138	74.59	47	25.41

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 32, se muestra la siguiente gráfica.

Figura 32

Resultados del diseño geométrico de la sección transversal.



De la figura 32, se observa que la evaluación del tramo de carretera en estudio realizada respecto a las bermas un 100% no cumplen con las medidas según las DG-2018, en cuanto a la calzada con un 74.65%, los peraltes con un 72.73% y los bombeos con un 25.41% muestran inseguridad. Por lo tanto, en cuestión de los elementos del diseño de sección transversal un promedio de 68.20% la carretera es insegura, es decir estos resultados incrementan el riesgo para la ocurrencia de accidentes como consecuencia de la disminución de visibilidad, estacionamiento de vehículos y tránsito peatonal.

6. Análisis de la consistencia

Tabla 33

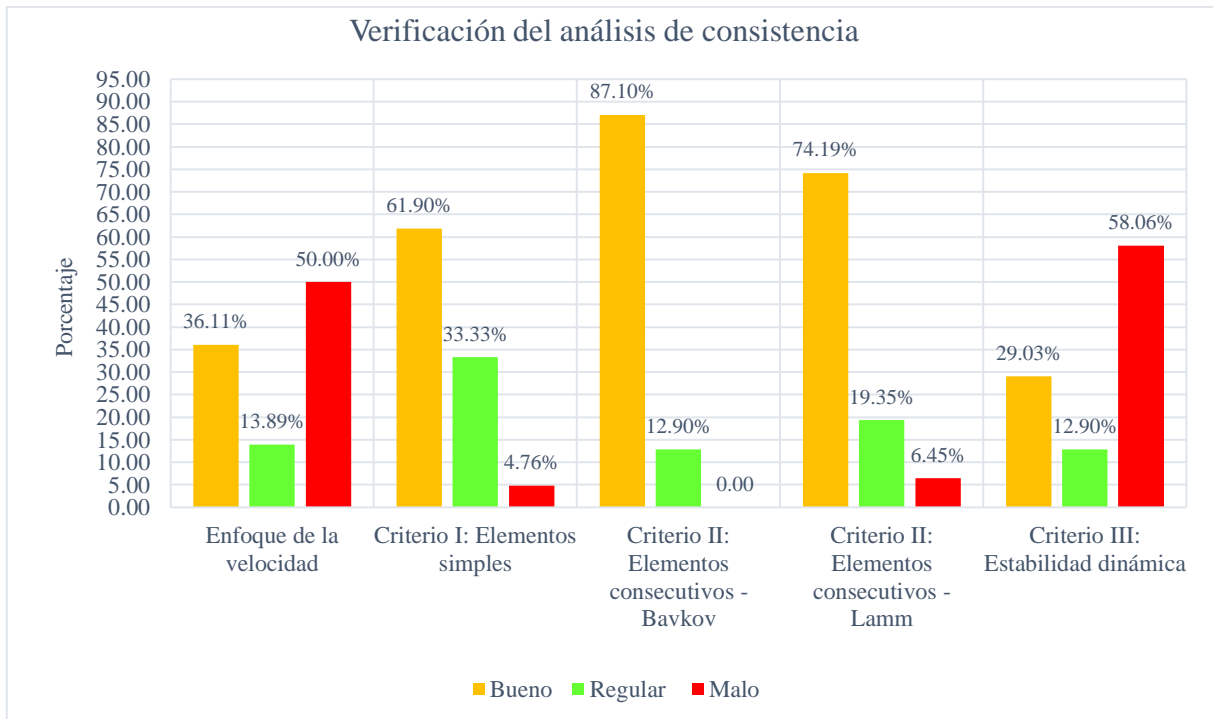
Resumen del análisis de consistencia de la vía de estudio.

CRITERIOS	Bueno		Regular		Malo	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Enfoque de la velocidad	13	36.11	5	13.89	18	50.00
Enfoque de las expectativas						
Criterio I: Elementos simples	39	61.90	21	33.33	3	4.76
Criterio II: Elementos consecutivos - Bavkov	54	87.10	8	12.90	0	0.00
Criterio II: Elementos consecutivos - Lamm	46	74.19	12	19.35	4	6.45
Criterio III: Estabilidad dinámica	9	29.03	4	12.90	18	58.06

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 33, se muestra la siguiente gráfica.

Figura 33

Resultado del análisis de la consistencia de la vía de estudio.



En la Figura 33, del criterio I se observa que la velocidad de operación excede en los tramos con más de 10 km/h respecto a la velocidad de diseño. Del criterio II se observa que las velocidades de operación en tramos adyacentes exceden los 10 km/h, esto sucede ya que los conductores seleccionan la velocidad a la que transitan sin tomar en cuenta las longitudes de tramos en tangentes y radios de curvas existentes y del criterio III con respecto a la estabilidad dinámica que presenta el vehículo, analizados en función al coeficiente de fricción, se resalta que los coeficientes de fricción existentes son menores que los requeridos. Estos resultados implican que la geometría de la vía incide en la velocidad de operación, por cuanto el conductor selecciona la velocidad en función a la lectura que realiza de la vía, pues en la vía se observa tramos con longitudes mayores de 200 m seguidas de curvas con radios menores o iguales a 20 m; lo que obliga a reducir la velocidad. Del presente análisis de consistencia se puede deducir que existen tramos que si presentan riesgos para la accidentabilidad y que son inseguros.

Tabla 34

Tramos con mayor número de accidentes en el tramo de estudio.

Tramos con mayor número de accidentes	Progresiva inicial	Progresiva final	Porcentaje de incumplimiento					
			R	Pf	Sa	Visibilidad de parada	Ancho de calzada	Berma
1	0+300.00	0+400.00	25.78%	100%	100%	100%	100%	100%
2	0+600.00	0+700.00	0%	0%	100%	100%	100%	100%
4	1+400.00	1+600.00	30.42%	100%	100%	100%	100%	100%
5	5+200.00	5+663.5	x	0%	0%	50%	100%	100%

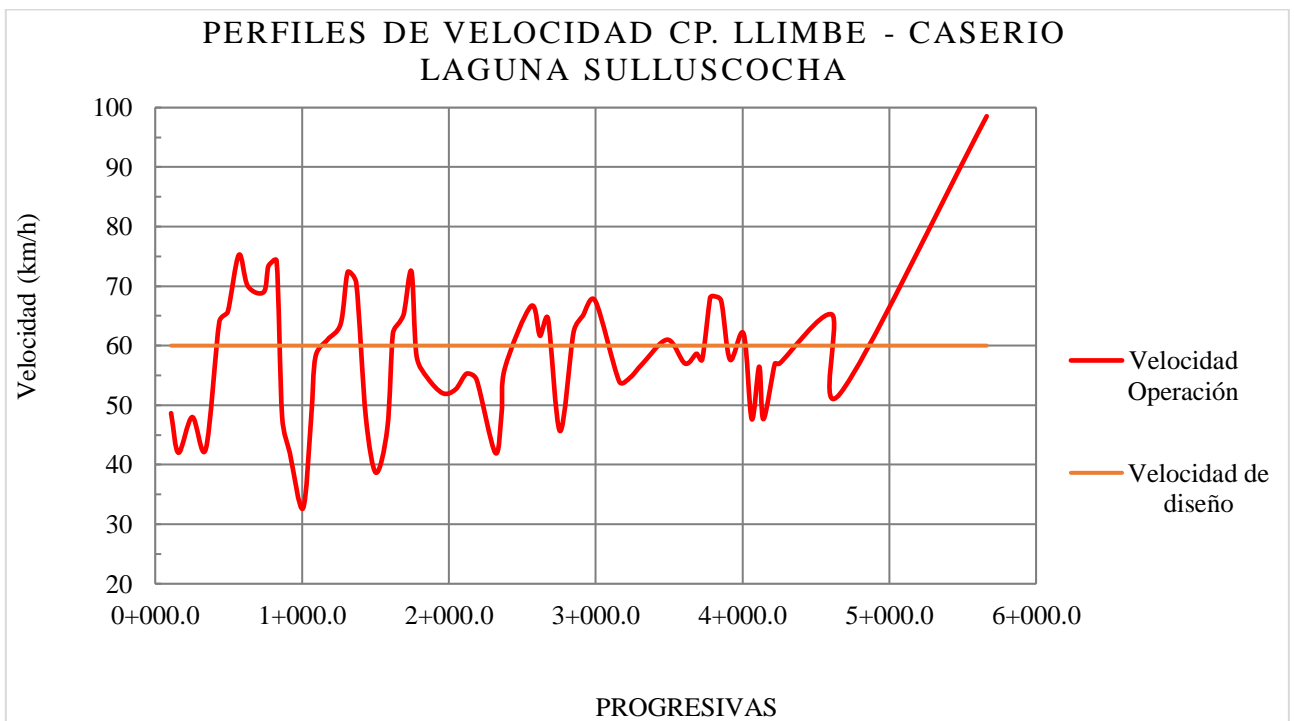
En la tabla 1 se muestran los tramos con mayores accidentes de tráfico en los años 2017 al 2022, así mismo el análisis muestra que en estos kilómetros las características geométricas no satisfacen con los parámetros mínimos requerido para este tipo de carretera; a partir de

esto podemos deducir que las características geométricas influyen en la accidentalidad y por ende en la seguridad vial.

La siguiente gráfica se presenta de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 14, relacionado con el perfil de velocidad de la carretera en estudio.

Figura 34

Perfiles de velocidad de la vía en estudio



En la figura 32 se observa que el perfil de velocidades muestra que prácticamente en toda la vía las velocidades de operación son mayores que las velocidades de diseño y en algunos tramos, el exceso de velocidad supera los 10 Km/h, entonces se puede deducir que en estos tramos los vehículos operan en condiciones de inseguridad, puesto que las características geométricas no cumplen para la velocidad de diseño de 60 Km/h. Además, según el diagrama

de velocidades se deduce que debido a las características geométricas de la vía en estudio aceleran y frenan, lo que implica de una u otra manera los accidentes de tránsito.

PROPUESTA DE MEJORA

Dado el análisis de resultados obtenidos, donde se determina que las características geométricas de la carretera Llimbe - Laguna Sulluscocha influyen en la seguridad vial, se plantean propuestas de mejora incluyendo dos gráficos:

Tabla 35

Propuestas de mejora.

Adecuar las características geométricas de la carretera a las de una carretera de primera clase tipo III	Adecuar los peraltes de acuerdo al radio de curvatura y velocidad de operación.
	Aumentar el ancho de calzada a 7.20 m
	Aumentar el ancho de bermas a 2.60m.
	Aumentar los radios de curvatura.
	Implementar con una adecuada señalización de tránsito
	Profundizar en el tema de seguridad vial, evaluando la consistencia de diseño, con el uso de los umbrales de aceleración y desaceleración para curvas.
	Implementar plazoletas de estacionamientos.
	Implementar banquetas de visibilidad

Figura 35

Proyección de radio de curvas real y según norma.

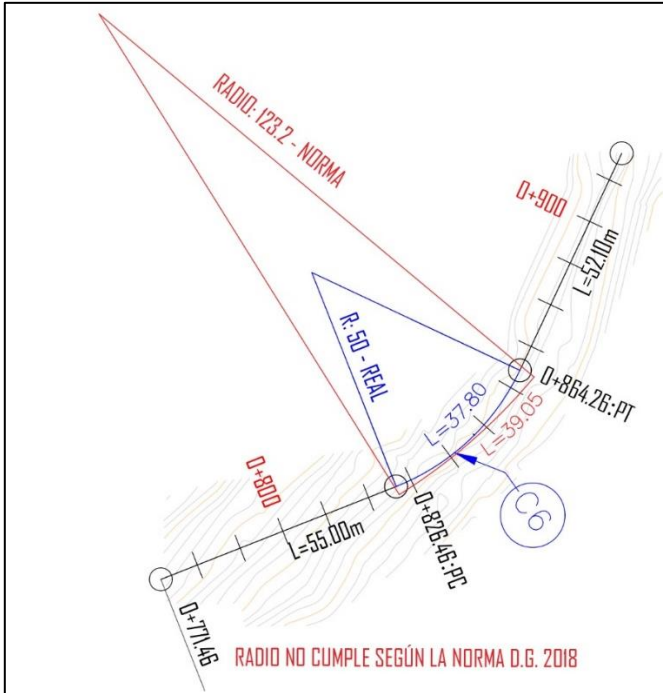


Figura 36

Proyección de berma existente y según norma



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación presenta diferentes **limitaciones**; la principal limitación del presente estudio fue no contar con un modelo de estimación de velocidad de operación y es por esto que se optó por tomar los datos de otro país por recomendación del Manual de Carreteras - Diseño Geométrico DG-2014, el cual propone usar el modelo de Fitzpatrick que se realizó en EE.UU., si bien es cierto un contexto internacionalmente aceptado pero no acorde a la realidad peruana por lo que esta limitación supone que los resultados de estudio deben ser interpretados con cautela.

Otras limitaciones tales como los datos o información de la estación de peaje para calcular el Fce es restringida, por este motivo se tomaron de una tesis, lo mismo pasó con los datos de la precipitación anual del lugar de estudio puesto que la información de ésta, es restringida de tal manera que se acudió a tomar los datos de una tesis con previas citas. Así como también, conseguir la estadística de accidentes de tránsito de C.P. Llimbe – Cas. Laguna Sulluscocha, no ha sido nada fácil, después de un arduo trabajo de dos meses la comisaría de Namora – Cajamarca me brindó dicho documento. Así mismo el calor, lluvia y neblina se toman como limitaciones ya que interfirieron en el momento de realizar el levantamiento topográfico y la toma de datos con el eclímetro y cinemómetro.

Interpretación comparativa

Los resultados obtenidos en esta investigación guarda relación con lo que sostienen los autores a nivel internacional (García García & Pérez Zuriaga, 2015) ya que menciona que el enfoque de consistencia permite evaluar la seguridad en las carreteras, identificando la variación de la velocidad de operación respecto a la de diseño, además mencionan que se presentan grandes reducciones de velocidad cuando existen tramos tangentes de considerable longitud seguidos por curvas, es decir reduce más del 20% de velocidad; sin embargo en la presente investigación de este tramo de carretera de km 0+000 hasta km 5+663.50 se identificó que la variación de la velocidad de operación depende de los conductores ya que aun teniendo un tramo tangente de 400.00 m seguido por una curva no se presenta una reducción de velocidades.

A nivel local guarda coherencia con lo indicado por el autor (Villena Herrera , 2021), ya que en su investigación analizan una carretera con similar configuración geométrica determinando que existen tramos con cierto grado de inconsistencia, determinándose que según el enfoque de las velocidades la vía el 70.18% se encuentra en un diseño malo y según el enfoque de las expectativas corresponde al 15.91% por lo tanto estos tramos son inseguros. Además, que en el 13.91% se debe de colocar señalizaciones preventivas ya que tampoco son seguros, mientras que en la Tabla 37 de la presente investigación en cuanto al enfoque de velocidad la vía se encuentra en un diseño malo con el 50%, y según el enfoque de las expectativas corresponde al 34.95% , esto indica que cada tramo de vía es diseñado con diferentes actualizaciones de la DG, es por esto que los resultados

arrojan diferentes datos a pesar que se encuentran en la misma ruta de red vial nacional 3N.

En lo que respecta al cumplimiento de los parámetros establecido en el manual de carreteras los autores (García García, Camacho Torregrosa, Pérez Zuriaga, & Moreno Chou, 2013) y (Echaveguren Navarro & Saenz Cardenas, 2001), concuerdan que la aplicación de las normas de diseño geométrico no garantizan tener como resultado un diseño con una buena seguridad vial; según sus resultados presentan los elementos geométricas de su carretera con incumplimiento de la norma: los radios de curvatura con un 60%, los tramos en tangente con un 75% y las bermas con un 82%, es por esto que recomiendan implementar con señales de tránsito para reducir las velocidades sobre todo en las curvas y al mismo tiempo ampliar cuando antes las bermas y colocar plazoletas de estacionamiento, mientras los resultados del tramo de estudio presenta los siguientes incumplimientos según las DG-2018: radios mínimos con un 61.29%, los tramos en tangente con un 71.88% , las bermas con un 100%, verificando también el incumplimiento de la norma.

Además, (Gómez Allende & Quispe Mejía, 2017), en su tesis “Evaluación de la seguridad vial - nominal de la carretera Enaco - Abra corao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico”, analiza una carretera de un expediente técnico demostrando que la velocidad de diseño del expediente técnico no tiene relación con las velocidades de operación medidas en campo, debido a que las Normas peruanas olvidan enlazar las ecuaciones con la realidad, quiere decir que en la etapa de diseño de los elementos geométricos no consideran las expectativas del conductor, es de vital importancia

seleccionar un adecuado vehículo de diseño, ya que en el año 2005 para realizar la construcción vial Cajamarca, - San Marcos el diseño se realizó con el vehículo C2, un camión de dos ejes, sin embargo, hoy en día de acuerdo con la norma vigente, el vehículo de diseño debe de ser un B3, cuya longitud entre ejes es mucho más mayor. Tal y como se aprecia en la figura 7, además según los cálculos realizados en la tabla 6, se necesita 2.52m de radio en curvas que se encuentran en el tramo de estudio.

A partir de esto podemos deducir que las características geométricas de la carretera no están acondicionadas para la circulación de vehículos acorde a la composición del tráfico actual y lo que lo convierte en una vía de riesgos de accidentabilidad.

Implicancias de la investigación

- La importancia de esta investigación radica que en nuestro país no existen criterios de evaluación para la clasificación de una vía de acuerdo a su consistencia de diseño, por ello al utilizar estos métodos se aportará a la evaluación de nuevos proyectos en carreteras rurales de nuestra zona identificando tramos inseguros y mejorando la seguridad de los que lo transiten.
- El estudio de esta investigación beneficiará directamente a los estudiantes de ingeniería Autodesk Civil 3D 2022, diseñadores y evaluadores, mediante un enfoque científico, ya que permitirá conocer los distintos modelos de consistencia del diseño geométrico de una carretera y así detectar rápidamente las faltas de coherencia en tramos o puntos críticos, la cual se verá reflejada en la mejora de la seguridad vial, así como la comodidad del usuario y el vehículo.

- Con la verificación de los resultados respecto al análisis de la seguridad vial del tramo en estudio, con respecto al elemento analizado denominado bermas, estos anchos deben de ampliar según la norma debe ser 2.60 m, en caso de haber accidentes o cualquier falla técnica de vehículos, haría falta tener este aumento.

Conclusiones de la investigación

- Se analizó y determinó el nivel de la seguridad vial de la carretera Centro Poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha en función a la consistencia. Por lo tanto, del criterio de estabilidad dinámica se obtuvo un 58.06% como diseño malo mientras que el criterio I y II de Lamm solo obtuvo un promedio de 3.74% como diseño malo.
- Se realizó la clasificación del tramo de la carretera Centro Poblado el Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha, la cual presenta las características geométricas que corresponden a una carretera de primera clase tipo II, pero según las DG-2018 con las necesidades de hoy en día este tramo de estudio debe de ser clasificada como carretera de primera clase Tipo III, RVN.
- Se evaluó el nivel de seguridad vial a través de las características de los elementos geométricos de la carretera Centro Poblado Llimbe – Caserío Laguna Sulluscocha, por lo tanto, se tiene que dichos elementos no cumplen el 31.92% en planta, el 41.67% en perfil y el 68.20 % en sección transversal, y según estos porcentajes se concluye que no se garantiza una seguridad vial ya que mas de el 50% de tramos son inseguros.
- Se realizó la medición de las velocidades de operación estimadas en 17 tangentes y 24 curvas en el tramo Km +0.000 hasta el km 5+663.5 y se evaluó la

consistencia geométrica obteniéndose que el 36.11% es bueno, el 13.89% es regular y el 50% es malo, y de acuerdo a estos porcentajes la carretera tiene una geometría inconsistente que lo hace insegura.

- Se identificó cinco puntos de riesgo y se determinó los índices de accidentabilidad del tramo en estudio. (0+300.00 - 0+400.00; 0+600.00 - 0+700.00; 1+400.00 - 1+600.00 y 5+200.00 - 5+663.5).
- Con el propósito de mejorar las condiciones del tramo de carretera y al mismo tiempo de evitar accidentes de tráfico se elaboró una propuesta de mejora mencionando ampliación de radios, bermas, sobreechanos, plazoletas de estacionamiento, banquetas de visibilidad.
- Se acepta la hipótesis para su demostración se utilizó el criterio II propuesto por Lamm y el perfil de velocidades, identificando 18 puntos de riesgo con diseño malo, a partir del cual se pudo evaluar el cumplimiento de su seguridad vial - nominal respecto a los parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras DG – 2018.

Además, se verificó que la seguridad vial dependerá significativamente de la evaluación de la consistencia de diseño geométrico, mediante los criterios de Lamm y perfil de velocidades, además la evaluación de la consistencia de diseño se puede usar para proyectos de nuevos trazados, porque durante la etapa de diseño el proyectista puede modificar los tramos inconsistentes.

REFERENCIAS

- Aquino Durán, E. (2014). *Estudio de la seguridad vial para caminos vecinales de la provincia de Huánuco*. Huánuco.
- Argueta Mayorga, D. (2014). *Análisis de Consistencia del Trazado en Caminos de Montaña en la República de Guatemala*. Universidad de San Carlos De Guatemala - Facultad de Ingeniería, Guatemala.
- Arias Meza, J. I., & Remolina Tirado, I. C. (2018). *Análisis de consistencia del diseño geométrico en una carretera de dos carriles en terreno llano desde km(12+938) vía la fortuna hasta el KM(19+473) via la Lizama en ambos sentidos en el departamento de Santander*. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Bolivia.
- Bautista Paico, J. (2021). *Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque - Huancabamba*. Huancabamba, Perú.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la Investigación para ingeniería Autodesk Civil 3D 2022*. Chiclayo, Perú.
- Cárdenas Grisales , J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá, Colombia.
- Carrera Terrones , J. (2019). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera La Shita - Atumpata km 00 + 00 - km 05 + 00 en función a sus parámetros de diseño geométrico*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Choconta Rojas , P. A. (2015). *Diseño Geométrico de Vías*. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, Colombia.
- Cubas Becerra, A. (2021). *Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén en la seguridad vial-Cajamarca*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- DG. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Perú.

(s.f.).*Diccionario*. Real Academia Española.

Diseño de investigación. (26 de Febrero de 2018). Obtenido de
<https://es.slideshare.net/Anglismoreno/diseo-de-investigacin-89012765>

Durán Aquino, J. (2019). *Evaluación de la seguridad vial mediante el análisis de la consistencia del trazado en caminos vecinales de la provincia de Pachitea - 2019*. Universidad Nacional Hermilo Valdizán, Huánuco, Perú.

Echaveguren Navarro, T., & Saenz Cardenas, J. (2001). *Indicadores de Consistencia en el diseño Geométrico de Carreteras*. Universidad de Concepción - Departamento de Ingeniería Autodesk Civil 3D 2022, Chile.

Echeveguren Navarro, T., & Saez Cardenas, J. (2001). *Indicadores de consistencia en el diseño geométrico de carreteras*. Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Autodesk Civil 3D 2022, Castilla.

Espinales Cedeño, R. (2011). *Revisión de la Seguridad Vial en el camino rural Tutumbe - Río Meriano mediante la aplicación del software IHSDM*. Universidad Técnica de Manabí.

Fernández Collado, C., & Baptista Luio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill Education., 2014, Perú.

García García, A., Camacho Torregrosa, F. J., Pérez Zuriaga, A. M., & Moreno Chou, A. T. (2013). *Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras*. Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC), Valencia, España.

García García, A., & Pérez Zuriaga, A. M. (2015). *Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento*. Escuela Técnica de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Valencia.

Gomez Allende, G. R., & Quispe Mejía, J. L. (2017). *Evaluación de la seguridad vial - nominal de la carretera Enaco - abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño*

geométrico. Universidad Andina del Cuzco. Universidad Andina del Cuzco, Cuzco, Perú.

Gómez Allende, G. R., & Quispe Mejía, J. L. (2017). *Evaluación de la seguridad vial - nominal de la carretera enaco-abra ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico. Universidad Andina del Cuzco, Cuzco, Perú.*

Invias. (22 de Julio de 2022). *GOV.CO*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/>

Manual de transportes y comunicaciones. (2018). *Manual de Dispositivos de control y de tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, Perú.

MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Lima.

Navarro González, M. (2016). *Aseguramiento Metrológico a instrumentos medidores de la velocidad de los medios de transporte*. Lima.

Ospina, J. J. (2020). *Diseño Geométrico de Vías*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Medellín.

Provias Nacional. (15 de Julio de 2018). Obtenido de <https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/memoria-anual-2018-aprobada.pdf>

Ramirez Muñoz, J. E. (2013). *Características de los accidentes de tránsito en la región Callao*. Medicina Legal de Costa Rica, Lima, Perú.

Sánchez Ordoñez, J. F. (2011). *Sánchez Ordoñez, J. F. (2011). "Metodología para la evaluación de la consistencia del trazado de carreteras interurbanas de dos carriles*. Universidad Politécnica de Madrid E.T.S.I. C, Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Sánchez Sánchez, J. A. (2017). *Aplicación del análisis de consistencia como complemento al diseño geométrico para la seguridad vial de la carretera conucocha - Huaraz, tramo Km 510+000 al km+000 Ancash*. Universidad Nacional Santiago Antuán de Mayolo, Huaráz, Perú.

Torres Calderón , D. A., & Aranda Jiménez, F. (2015). *Inspecciones de la Seguridad Vial*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Vias, I. N. (2008). *Manual de Diseño Geométrico* . Colombia.


Villena Herrera , M. F. (2021). *Análisis de la Consistencia de la Carretera Centro Poblado Huambocancha Alta - Centro Poblado Porcón Bajo y su Relación con la seguridad Vial*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

ANEXOS

ANEXO N°1. Vista del tramo en estudio km +0.000 hasta km 5 663.5



ANEXO N° 3. Formato de recolección de datos velocidad de operación.

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
	TESIS:				
	TESISTA:		ASESOR:		FECHA: N° FICHA:
I DATOS INFORMATIVOS					
NOMBRE DE FICHA: TIPO DE ELEMENTO: CARRETERA:					
TANGENTE VEHÍCULO LIGERO (BAJADA)			CURVA VEHÍCULO LIGERO (BAJADA)		
N° Medición	Vehículo	Velocidad (km/h)	N° Medición	Vehículo	Velocidad (km/h)
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
17			17		
18			18		
19			19		
20			20		
21			21		
22			22		
23			23		
24			24		
25			25		
26			26		
27			27		
28			28		
29			29		
30			30		
TESISTA			ASESOR		
NOMBRE: Marcelina Santos Avila Risco			NOMBRE: Ing. Tulio Guillén Sheen		
FECHA:			FECHA:		

ANEXO N° 4. Estadísticas de accidentes de tránsito de C.P. Llimbe – C. Laguna Sulluscocha.
ESTADISTICA DE ACCIDENTES DE TRANSITO DEL AÑO 2017 AL 2022

NRO.	TIPO DE ACCIDENTE	FECHA DEL ACCIDENTE
01	Choque con lesiones personales y daños materiales	26/01/2017
02	Atropello con subsecuente fatal	26/02/2017
03	Despiste con lesiones personales	01/03/2017
04	Fuga en accidente de tránsito – con lesiones personales	04/03/2017
05	Atropello con lesiones personales	25/12/2017
06	Choque con daños materiales	28/01/2017
07	Despiste con lesiones personales y daños materiales	07/07/2017
08	Choque con lesiones personales y daños materiales	10/07/2018
09	Despiste seguido con atropello con lesiones personales y daños materiales	26/07/2018
10	Choque con lesiones personales y daños materiales	26/01/2019
11	Despiste con lesiones personales y daños materiales	11/05/2019
12	Choque múltiple con daños materiales	30/05/2019
13	Despiste con daños materiales y lesiones	06/07/2019
14	Choque con lesiones personales y daños materiales	28/08/2019
15	Atropello seguido de lesiones personal	01/09/2019
16	Atropello seguido de lesiones personal y daños materiales	31/10/2019
17	Caída de pasajeros con lesiones personales	20/11/2019
18	Choque con daños materiales	24/11/2019
19	Choque con subsecuente lesiones personales y daños materiales	25/11/2019
20	Despiste con daños materiales	24/01/2020
21	Choque con daños materiales	07/02/2020
22	Choque con daños materiales	16/02/2020
23	Choque con daños materiales	27/05/2020
24	Despiste con subsecuente lesiones personales y daños materiales	24/10/2020
25	Despiste con lesiones personales y daños materiales	07/11/2020
26	Choque con lesiones personales y daños materiales	29/11/2020
27	Despiste con daños materiales	08/02/2021
28	Choque lateral con daños materiales	11/02/2021
29	Choque con daños materiales	15/05/2021
30	Atropello fatal	25/05/2021

31	Atropello con lesiones personales	17/01/2022
32	Choque con daños y lesiones	23/01/2022
33	Choque con lesiones personales y daños materiales	26/02/2022
34	Choque con daños materiales	06/06/2022
35	Choque con subsecuente fatal – lesiones personales y daños materiales	03/07/2022
36	Volcadura con resultado fatal y lesiones	27/03/2022
37	Despiste con lesiones personales y daños materiales.	22/04/2022
38	Despiste con daños materiales.	22/04/2022
39	Choque por alcance	24/04/2022
40	Choque con daños materiales y lesiones	21/06/2022

Namora 06 de Julio del 2022.



04-174741-
Marlon ERIC VILLEGAS CORDOVA
ACTE FNP
COMISARIO CPNP NAMORA

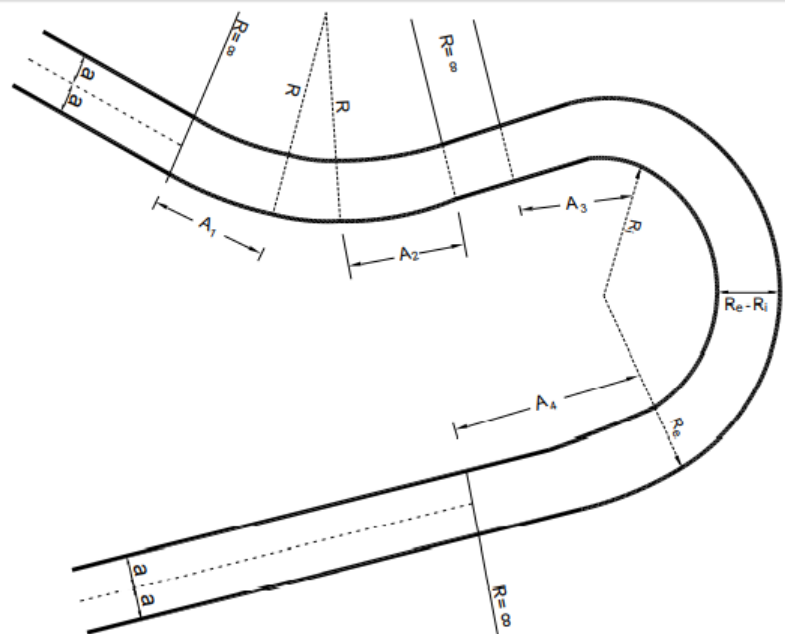
ANEXO N° 5. Tabla de radios mínimos y peraltes máximos.

Tabla 302.02
Radio mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
130	8.00	0.08	831.7	835	

ANEXO N° 6. Presentación de curva de vuelta.

Figura 302.13

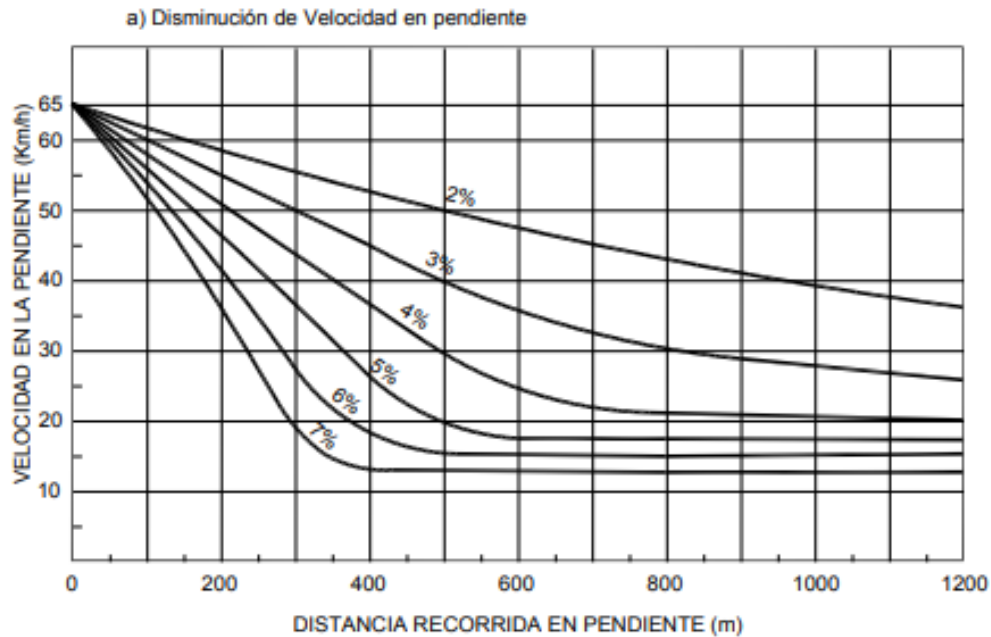


ANEXO N° 7. Pendientes máximas

Tabla 303.01
Pendientes máximas (%)

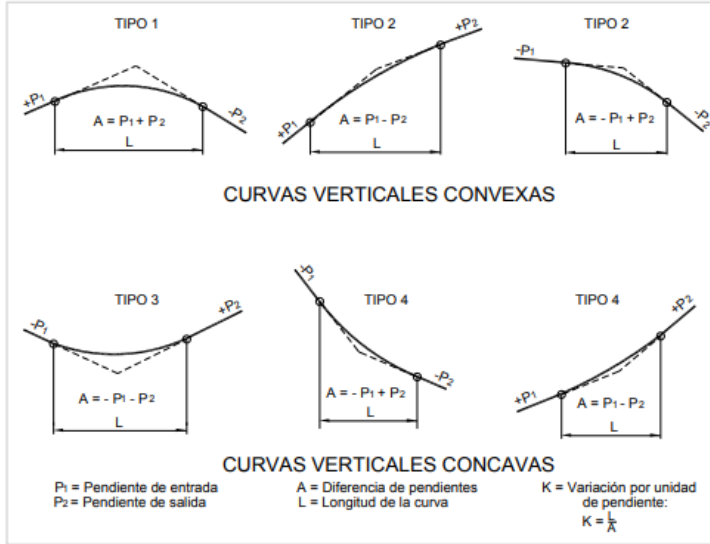
Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400							
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase							
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase							
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00		
40 km/h																					9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00					8.00	9.00	8.00	8.00	8.00			
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00					
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00			7.00	7.00					
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00						
90 km/h	4.50	4.50	5.00	5.00	5.00	6.00			5.00	5.00			6.00					6.00	6.00					
100 km/h	4.50	4.50	4.50	5.00	5.00	6.00			5.00				6.00											
110 km/h	4.00	4.00		4.00																				
120 km/h	4.00	4.00		4.00																				
130 km/h	3.50																							

ANEXO N° 8. Valor de disminución de velocidad en pendiente.



ANEXO N° 9. Tipos de curvas verticales.

Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



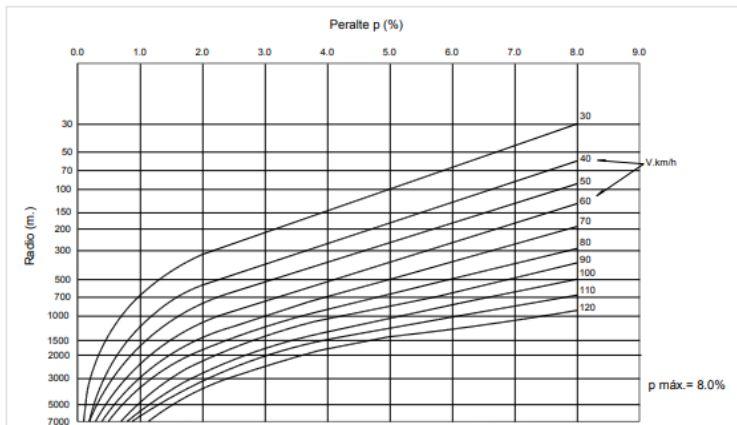
ANEXO N° 10. Valores de bombeo de calzada.

Tabla 304.03
Valores del bombeo de la calzada

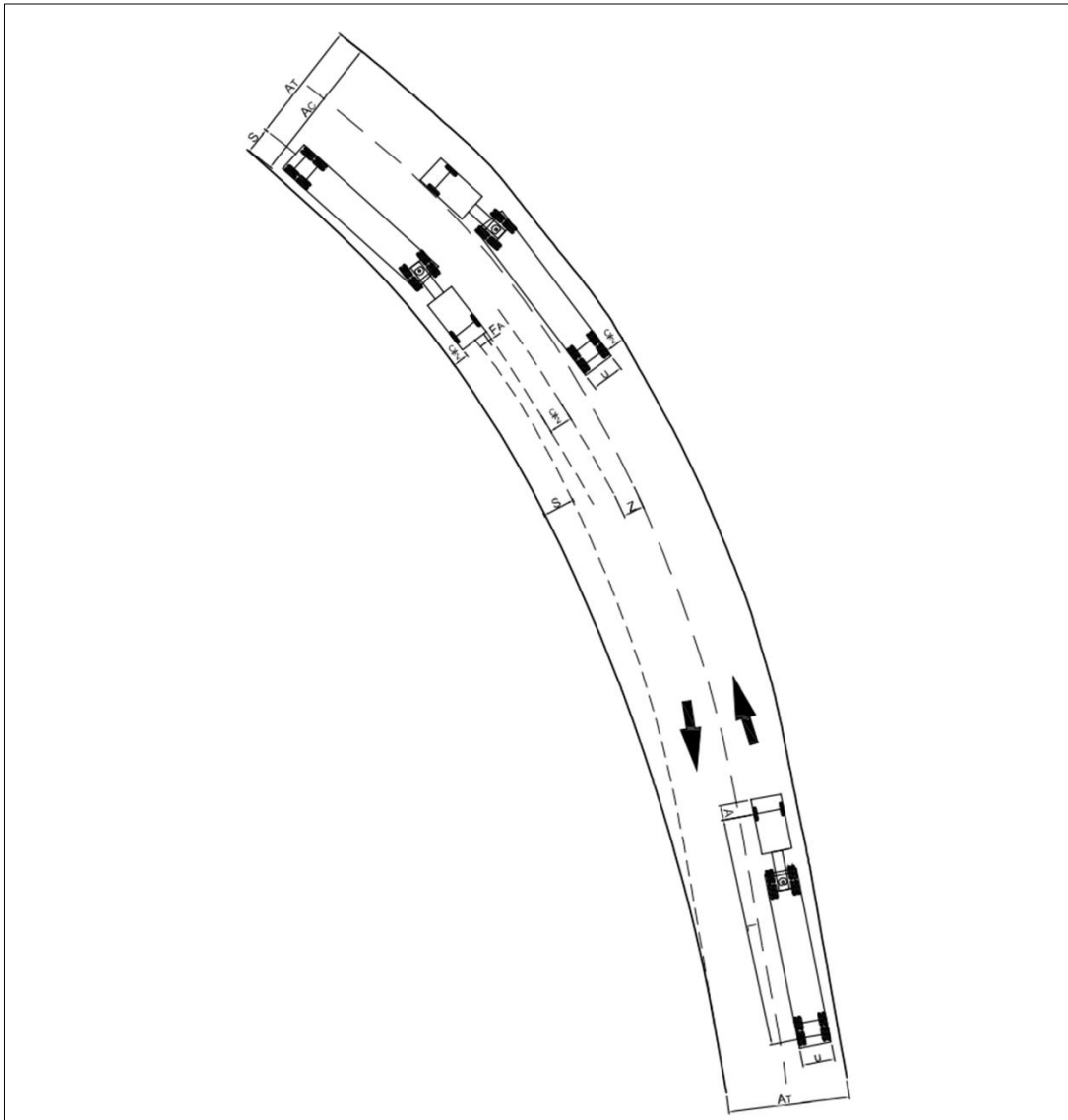
Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

ANEXO N° 11. Valor de peralte de carreteras.

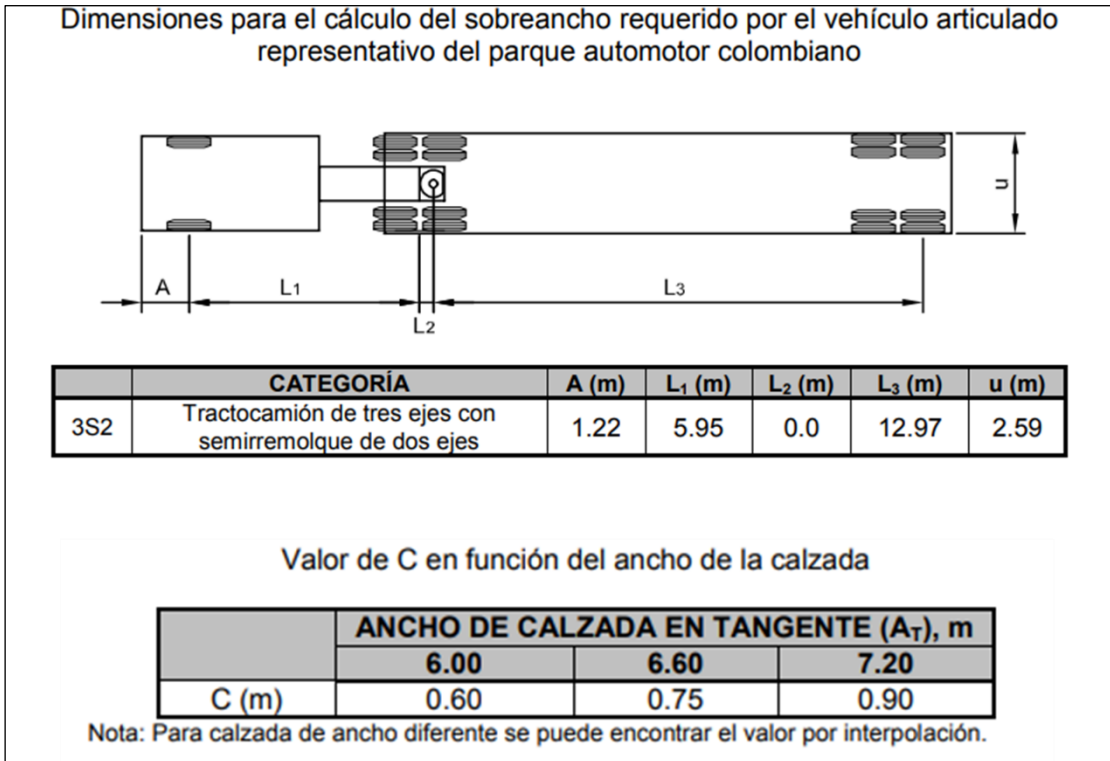
Figura 302.03
Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)



ANEXO N° 12. Sobreancho requerido para una curva al ser recorrida por un vehículo articulado categoría 3S2.



ANEXO N° 13. Valores para vehículos articulados.



ANEXO N° 14. Estación de peaje de Ciudad de Dios para índices medios diarios mensuales.

MES	TRÁFICO		IMDM
	Livianos	Pesados	
Enero	18957	13424	1,044.55
Febrero	12939	11437	870.57
Marzo	14512	11693	845.32
Abril	12793	11615	813.6
Mayo	16611	12578	941.58
Junio	16852	12963	993.83
Julio	22334	13467	1,154.87
Agosto	23705	13985	1,215.81
Septiembre	0	0	0
Octubre	0	0	0
Noviembre	0	0	0
Diciembre	0	0	0
Total del año	138703	101162	985.02