

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN FUNCIÓN A LAS  
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA  
CARRETERA CAJAMARCA – BAMBAMARCA EN EL  
TRAMO DEL KM 10 + 000 HASTA KM 20 + 000  
UTILIZANDO LA NORMA DG 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autoras:**

Rosa Andrea Lescano Narro  
Kelly Rossana Rodriguez Cortez

**Asesor:**

Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

<https://orcid.org/0000-0002-4644-063X>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Italo David Bendezú Checcllo</b>	<b>47050486</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Tulio Edgar Guillen Sheen</b>	<b>26676774</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Lane Alvarez Llanos</b>	<b>26704582</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

### **Tabla de contenido**

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1    Realidad Problemática.	13
1.1.    Formulación del problema.	54
1.2.    Objetivos.	54
1.3.    Hipótesis.	54
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	55
CAPÍTULO III: RESULTADOS	62
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS	100
ANEXOS	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Accidentes de tránsito por año, según departamento. periodo 2011 - 2021.	18
Tabla 2 Accidentes de tránsito por clase, según departamento. año 2021.	20
Tabla 3 Causas que originan los accidentes de tránsito, según departamento. año 2021.	22
Tabla 4 Accidentes ocurridos entre los años 2015 – 2022.	56
Tabla 5 Formato de conteo vehicular.	57
Tabla 6 Coordenadas UTM, Datum WGS 84, Zona 17S de las progresivas inicial y final del tramo de estudio.	62
Tabla 7 Resumen del conteo vehicular.	64
Tabla 8 IMDS e IMDA por tipo de vehículo.	64
Tabla 9 Distribución por tipo de vehículo de acuerdo al IMDA.	65
Tabla 10 Pesos y medidas máximas permitidas.	67
Tabla 11 Clasificación por orografía	68
Tabla 12 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.	69
Tabla 13 Características geométricas de la carretera en planta, perfil y sección transversal.	70
Tabla 14 Radios mínimos y peraltes máximos para diseños de carreteras.	71
Tabla 15 Resumen de la verificación de radio mínimo	72
Tabla 16 Resumen de la verificación de radio mínimo en curvas de volteo.	72
Tabla 17 Resumen de la verificación de radio mínimo en zona urbana..	73
Tabla 18 Resumen de la verificación de radio mínimo en zona rural.	73
Tabla 19 Longitud de tramos en tangente.	74
Tabla 20 Resumen de la evaluación de longitud de tramos en tangente.	74
Tabla 21 Resumen de la verificación de sobreebanco.	75
Tabla 22 Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo.	76
Tabla 23 Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada.	76
Tabla 24 Resumen de la evaluación de la distancia de adelantamiento.	77

Tabla 25 Resumen de la evaluación de ancho máximo requerido para distancia de visibilidad de parada	78
Tabla 26 Resumen de evaluación de las longitudes mínimas en curvas verticales cóncavas y convexas..	79
Tabla 27 Pendientes máximas (%)	80
Tabla 28 Resumen de la evaluación de pendientes.	81
Tabla 29 Anchos mínimos de calzada en tangente.	82
Tabla 30 Resumen de la evaluación de anchos mínimos de calzada.	83
Tabla 31 Resumen de la evaluación de ancho de berma.	83
Tabla 32 Ancho de bermas.	84
Tabla 33 Resumen de la evaluación del peralte.	86
Tabla 34 Valores del bombeo de la calzada.	87
Tabla 35 Resumen de evaluación de bombeo.	87
Tabla 36 Incumplimiento de las características geométricas de la carretera asociadas a los accidentes de tránsito.	88
Tabla 37 Tabla resumen.	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Determinación gráfica de distancias de visibilidad en curvas en planta casos I y II	39
Figura 2 Simbología de la curva circular.	41
Figura 3 Caso en que los alineamientos de entrada y salida de la curva de vuelta presentan una configuración compleja.	43
Figura 4. Tipo de curvas verticales convexas y cóncavas.	46
Figura 5. Tipo de curvas verticales simétricas y asimétricas.	46
Figura 6. Elementos de la curva vertical simétrica.	47
Figura 7 Elementos de la curva vertical asimétrica.	47
Figura 8 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada	49
Figura 9 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.	50
Figura 10 Casos de bombeo.	52
Figura 11 Etapas realizadas en la investigación.	59
Figura 12 Ubicación del punto de inicio y fin del tramo de estudio.	62
Figura 13 Dimensión lateral de vehículo tipo B3-1.	67
Figura 14 Ancho máximo hallado para la curva 1.	78
Figura 15 Peralte en cruce de áreas urbanas.	85
Figura 16 Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4).	86
Figura 17 Toma de coordenadas (WGS-84) con gps navegador para orientación de la estación total.	179
Figura 18 Monumentación de la estación 12	179
Figura 19 Estacionamiento con estación total Trimble M3.	180
Figura 20 Visado de puntos topográficos.	180
Figura 21 Colocación de primas sobre fin de ancho de calzada.	181
Figura 22 Colocación de prima sobre cuneta.	181
Figura 23 Medición de la longitud de la vía con odómetro.	182
Figura 24 Ubicación de la progresiva con odómetro para medir el bombeo con eclímetro.	182
Figura 25 Medición de peralte con eclímetro en curva horizontal.	183

Figura 26 Lectura del eclímetro.	183
Figura 27 Medición de calzada con Cinta métrica.	184
Figura 28 Medición de berma	184
Figura 29 Conteo Vehicular en horas de la mañana.	185
Figura 30 Conteo vehicular en horas de la noche	185
Figura 31 Invasión de carril	186
Figura 32 Vehículos pesados que transitan por la vía.	186
Figura 33 Vehículos livianos que transitan por la vía.	187
Figura 34 Evaluación de material en los taludes.	187
Figura 35 Falta de visibilidad de los vehículos que ingresan a la curva.	188
<i>Figura 36 Kilómetro 20+000 de la vía Cajamarca – Bambamarca.</i>	<i>188</i>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Accidentes ocurridos en el tramo Cajamarca – Dv Yanacocha (Km 00+000 – Km 35+000)	24
Gráfico 2 Accidentes ocurridos en el tramo Cajamarca – Dv Yanacocha (Km 00+000 – Km 35+000)	24
Gráfico 3 Distribución de vehículos livianos y pesados de acuerdo al IMDA.	66
Gráfico 4 Distribución de vehículos pesados según el IMDA.	66
Gráfico 5. Causas de accidentes de tránsito ocurridos en la carretera Cajamarca - Dv Yanacocha (km 10+000 - Km 20+000)	89
Gráfico 6 Factores que intervienen en accidentes viales en el tramo Cajamarca – Dv Yanacocha (Km 10+000 – Km 20+000).	89
Gráfico 7 Análisis de las características geométricas sobre los accidentes ocurridos en el tramo de estudio.	90

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de índice medio diario anual.	35
Ecuación 2. Cálculo de índice medio diario semanal.	36
Ecuación 3. Distancia de visibilidad de adelantamiento.	37
Ecuación 4. Cálculo de D1.	37
Ecuación 5. Cálculo de D2.	38
Ecuación 6. Cálculo de D3.	38
Ecuación 7. Cálculo de D4.	38
Ecuación 8. Distancia de parada	38
Ecuación 9. Ancho máximo requerido	40
Ecuación 10. Longitud mínima (m) para trazados en “S”	40
Ecuación 11. Longitud mínima (m) para el resto de los casos.	40
Ecuación 12. Longitud máxima deseable (m).	40
Ecuación 13. Cálculo de radios mínimos.	41
Ecuación 14. Cálculo de sobreancho	44
Ecuación 15. Curvas convexas $D_p < L$	48
Ecuación 16. Curvas convexas $D_p > L$	48
Ecuación 17. Curvas cóncavas $D_p < L$	49
Ecuación 18. Curvas cóncavas $D_p > L$	49

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal efectuar el análisis de seguridad vial en función a las características geométricas de la carretera Cajamarca – Bambamarca en el tramo Km 10 + 000 hasta el Km 20 + 000, la metodología empleada es descriptiva, por Jerarquización vial la carretera pertenece a la red nacional 3N y de acuerdo al IMDA se clasifica como una carretera de primera clase, la orografía es accidentada, estos resultados nos permitirán determinar los valores mínimos y máximos indicados en la DG-2018 para los elementos geométricos comprendidos en el diseño en planta, perfil y secciones transversales, que serán comparados con los datos obtenidos en campo. Los resultados obtenidos arrojaron que de las 83 curvas horizontales evaluadas 24% no cumplen con el radio mínimo, 98% no cumplen con el sobreechancho y el 84% no cumple con el peralte, de las 82 longitudes de tramos en tangente 66% no cumplen con la longitud mínima y 100% no cumple con la distancia de adelantamiento, de los 71 valores analizados para distancia de visibilidad de parada 44% no cumple, de las 30 curvas verticales evaluadas 67% no cumple. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que las características geométricas de la carretera afecta negativamente a la seguridad vial.

**PALABRAS CLAVES:** Seguridad vial, seguridad nominal, diseño geométrico, carretera.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Agudelo, J J. (2002). *Diseño geométrico de vías* (tesis de pregrado). Universidad de Colombia, Medellín, Colombia.
- Araujo, B J. (2020). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Celendín – El Suro de acuerdo con las normas de diseño geométrico DG – 2013* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Bautista, J. (2021). *Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba* (Tesis de pregrado). Universidad de Piura.
- Cárdenas, G. J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras (2a. ed.)*. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://tiposdetecnologia.online/wp-content/uploads/2020/10/Dise%C3%B1o-geom%C3%A9trico-de-carreteras-2da-Edici%C3%B3n-James-C%C3%A1rdenas-Grisales.pdf
- Carmona, G., Bonilla, C., Caballero, P., Carreño, R., Anaya, E., Huamán, K. y Reyes, N. (2018). Políticas e intervenciones para reducir lesiones por accidentes de tránsito: De la evidencia a la práctica. *Anales de la Facultad de Medicina*, 79(3), 244-51. Recuperado de <https://doi.org/10.15381/anales.v79i3.15313>
- Cordero, L., & Huapaya, H. (2020). *Propuesta de implementación de alternativas de seguridad vial, mediante el análisis comparativo de manuales de diseño geométrico y/o seguridad vial de América (Perú, Chile, Bolivia, México y*

USA) – Aplicado a cuatro distritos del cono sur de Lima metropolitana (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Correa, K Y. (2017). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca – Gavilán (km 173 – km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Defensoría del pueblo. (2021). *Reporte de accidentes de tránsito* (N° 01-2021), Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2021/12/Reporte-de-Adjunt%C3%ADa-de-seguridad-vial-j.pdf](https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2021/12/Reporte-de-Adjunt%C3%ADa-de-seguridad-vial-j.pdf)

Díaz, R. (2021). *Análisis de la influencia del diseño geométrico en los accidentes de tránsito de la carretera Chiclayo-Chongoyape en los años 2015-2019* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Dirección de seguridad vial. (2021). *Boletín estadístico de siniestralidad vial*. Recuperado de <https://www.onsv.gob.pe/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-2021/>

Dirección de Tecnología de la Información y Comunicaciones de la Policía Nacional del Perú. (2021). *Anuario estadístico policial 2021*. Recuperado de [https://web.policia.gob.pe/anuario\\_estadistico/documentos/ANUARIO%20PNP%202021.pdf](https://web.policia.gob.pe/anuario_estadistico/documentos/ANUARIO%20PNP%202021.pdf)

D.S N° 017- 2007 – MTC. *Aprueban Reglamento de Jerarquización Vial*. Diario oficial El Peruano (2007). Recuperado de

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf)

D.S N° 037- 2019 – MTC. *Autorización de Uso del Derecho de Vía de la Red Vial Nacional*. Diario oficial El Peruano (2019). Recuperado de [https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-procedimiento-para-la-autoriz-decreto-supremo-n-037-2019-mtc-1838601-4/#:~:text=a\)%20Derecho%20de%20V%C3%ADa,de%20seguridad%20para%20el%20usuario](https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-procedimiento-para-la-autoriz-decreto-supremo-n-037-2019-mtc-1838601-4/#:~:text=a)%20Derecho%20de%20V%C3%ADa,de%20seguridad%20para%20el%20usuario).

García, R., Delgado, D., Díaz, E. (2012). Seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles. Provincia de Villa Clara, Cuba. *Ingeniería*, 16(1),21-32. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46724109002>

Gomes, M. (2017). *Relación entre seguridad vial, accidentalidad y lineamientos de diseño geométrico. Estudio de caso: Vía Manizales – Neira (Colombia)* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.

Hauer, E. (2009, 30 de diciembre). La seguridad en las normas de trazado. Parte 1: Tres anécdotas. *Rutas* 21. Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglefindmkaj/http://www.carreteros.org/bl-og/pdfs/laseguridad.pdf](http://www.carreteros.org/bl-extension://efaidnbmnnnibpajpcglefindmkaj/http://www.carreteros.org/bl-og/pdfs/laseguridad.pdf)

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F, México: Mexicana, Reg. Núm. 736

Huamán, J E. (2019). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 00+000 – km 14+000 Porcón Bajo, en función a sus*

*parámetros de diseño* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Instituto nacional de vías (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras 2008*.

Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>

Meléndez, M. (2019). *Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016). *Manual de seguridad vial*.

Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/8524.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8524.pdf)

Ministerio de transporte. (2018). *Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018*. Recuperado de

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

Ministerio de transporte. (2022). *Índice medio diario anual*. Recuperado de

<http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>

MTC y MINEDU. (2008). *Guía de educación en seguridad vial*. Recuperado de

<https://es.calameo.com/read/000363514991e959a9f69>

Organización mundial de la salud. (2018). *Accidentes de tránsito*. Recuperado de

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Ortiz, F R. (2018). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Otuzco en función a sus parámetros de diseño* (tesis de pregrado).

Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Pico; M E., Gonzáles, R E. y Noreña, O P. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Hacia la promoción de la salud*,

16(2), 190-204. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309126696014>

Reglamento Nacional de Tránsito. (2014). *Reglamento Nacional de Tránsito*.

Recuperado de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/http://transparencia.mtc.gob.

pe/idm\_docs/normas\_legales/1\_1\_56.pdf

Sagástegui, F., (2010). Supervisando la seguridad vial en el Perú. *Peruana de medicina experimental y salud pública*, 27(2), 255-259. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36319368015>

Secretaria de comunicaciones y transportes. (2003). *Seguridad vial en carreteras* (224)

Recuperado de

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt224.pdf>

Universidad de Costa Rica. (4 de septiembre de 2017). Tipos de investigación:

Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. *Universia*. Recuperado de

<https://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos->

[investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html](https://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html)

Vera & Moreno S.A. (2011). *Estudio definitivo del proyecto de rehabilitación y mejoramiento de la carretera Rio Seco – El Ahorcado – Sayan*. Recuperado

de

<http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2012/LPI001/COMPONENTE%20DE%20INGENIERIA%20.TRAFICO,%20SE%20C3%91ALIZACION%20Y%20SEGURIDAD%20VIAL.pdf>

Villena, 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* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Zepeda, I E., Castro, G A. y Carrillo, D G. (2019). Infraestructura carretera y crecimiento económico en México. *Problemas del Desarrollo*, 50(198),145–168. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.198.66383>