

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA
GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL,
CARRETERA FERNANDO BELAÚNDE TERRY**

Autor: Bach. Luis Wilder Aguilar Ruíz

Asesores: Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Ing. Jorge Chávez Guivin

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

Dedicatoria

Con mucho afecto extiendo los reconocimientos de esta investigación a mis Maestros, debido a que han sido los portavoces del conocimiento que ha dado lugar a que pueda incluirme en el grupo de los profesionales de excelencia.

Agradecimiento

Agradezco de corazón a las personas que han sido fundamentales en mi vida y en la realización de esta tesis:

A mi madre, Esperanza Ruiz Lozano, quien ha sido la pieza fundamental en mi formación y crecimiento personal y profesional. Su amor, apoyo y sacrificio han sido la base para alcanzar mis metas.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERNANDO BELLAUNDE TERRY; del egresado Bach. LOIS WILDER AGUILAR RUIZ de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 10 de setiembre de 2024


Firma y nombre completo del Asesor
Edwin Adolfo Díaz Ortiz

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL (CARRETERA FERNANDO BELAÜNDE TERRA); del egresado Bach. Luis Wilder Aguilar Ruiz de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 10 de SEPTIEMBRE de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Jorge Chávez Gurin.



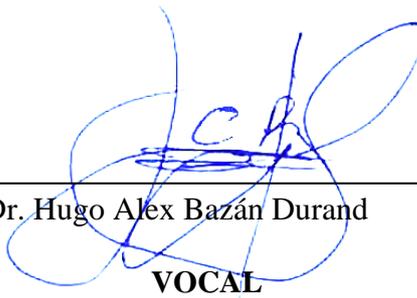
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina
PRESIDENTE



Ing. John Hilmer Saldaña Núñez
SECRETARIO



Dr. Hugo Alex Bazán Durand
VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

INGENIERIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRIA Y
DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERROVIARIA BELLAUNDE TORAY

presentada por el estudiante (egresado) LUIS WILBER ADELOR RUIZ
de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL

con correo electrónico institucional luisruizca_25@hotmail.com

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 8 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (/ igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM,
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 22 de AGOSTO del 2024


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITIN

TESIS DE LUIS.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Internet	762 palabras — 4%
2	tesis.usat.edu.pe Internet	113 palabras — 1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Internet	90 palabras — < 1%
4	repositorio.untrm.edu.pe Internet	77 palabras — < 1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Internet	57 palabras — < 1%
6	upc.aws.openrepository.com Internet	43 palabras — < 1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Internet	36 palabras — < 1%
8	repositorio.unheval.edu.pe Internet	33 palabras — < 1%
9	dspace.ueb.edu.ec Internet	30 palabras — < 1%
10	www.uv-damage.org Internet	

Luis Vergara
Gina Vergara
Vergara Heclona

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 06 de SEPTIEMBRE del año 2024, siendo las 17:00 horas, el aspirante: LUIS WILDER AGUILAR RUIZ, asesorado por DR. EDWIN ADOLFO DÍAZ ORTIZ, ING. JOLLE CHÁNEZ GUVINA defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERNANDO BELAÚNDE TERRY, para obtener el Título Profesional de INGENIERIA CIVIL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: M. SC. GINO ALFREDO VÉLGARA MEDINA

Secretario: ING. JOHN HILMER SALDAÑA NUÑEZ

Vocal: DR. HUGO ALEX BAZAN DURAND

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 18:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

Índice General

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas	iv
Visto Bueno del Asesor de la Tesis	v
Visto Bueno del Asesor de la Tesis	vi
Jurado Evaluador de la Tesis	vii
Constancia de Originalidad de la Tesis	viii
Reporte Turnitin	ix
Acta de Sustentación de la Tesis	x
Índice General	xi
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS	41
III. RESULTADOS	49
IV. DISCUSIÓN	72
V. CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. REFERENCIAS	78
ANEXOS	83

Índice de Tablas

Tabla 1.	Matriz de operacionalización de variables	39
Tabla 2.	División del instrumento para el logro de los objetivos de la investigación científica Incidencia de accidentes de tránsito por la geometría y dispositivos de control, Carretera Fernando Belaúnde Terry	46
Tabla 3.	Validez de contenido del instrumento para medir las variables de la investigación científica Incidencia de accidentes de tránsito por la geometría y dispositivos de control, Carretera Fernando Belaúnde Terry	48
Tabla 4.	Cálculo de la incidencia en base al periodo 2010 – 2024, como expresión del número de accidentes entre el periodo analizado	49
Tabla 5.	Fechas de los accidentes reportados anualmente	50
Tabla 6.	Horarios de los accidentes reportados anualmente	56
Tabla 7.	Resultados de los dispositivos de control de tránsito y el diseño geométrico de carreteras.	65
Tabla 8.	Cantidad de vehículos en la carretera (en miles)	68

Índice de Figuras

Figura 1.	Frecuencia absoluta de accidentes según horario en el periodo 2010-2024	55
Figura 2.	Frecuencia relativa de accidentes según horario en el periodo 2010-2024	55
Figura 3.	Vista en planta de los dispositivos de control tramo km 343-344 de la carretera Fernando Belaúnde Terry.	61
Figura 4.	Diseño de planta del diseño geométrico del tramo km 343-344 de la carretera Fernando Belaúnde Terry	62
Figura 5.	Plano de planta	63
Figura 6.	Plano de perfil	64
Figura 7.	Leyenda del plano de planta	64
Figura 8.	Punto exacto de los accidentes de tránsito	67

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

La metodología empleada consistió en el enfoque cuantitativo; tipo aplicado; diseño no experimental; corte transversal; nivel explicativo; método hipotético-deductivo; técnicas de la observación y del análisis documental; lista de verificación, como instrumentos; muestra intencional constituida por el tramo de concentración de accidentes de tránsito (TCA) km. 343+000 al km. 344+000 de la carretera Fernando Belaúnde Terry.

Los resultados mostraron que tanto la geometría de la carretera como los dispositivos de control de tránsito son factores determinantes en la ocurrencia de accidentes de tránsito en el tramo estudiado de la Carretera Fernando Belaúnde Terry. La alta incidencia de accidentes, especialmente en el km. 343+000 al km. 344+000, destaca la importancia de considerar ambos elementos en el diseño vial. La evidencia presentada es suficiente para aceptar la hipótesis alternativa que establece que la combinación de estos factores contribuye significativamente a la incidencia de accidentes, lo cual es respaldado por las investigaciones científica de Galante et al. (2022); Jima y Sipos, (2022) y Lemena et al. (2020).

Se concluyó que la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Palabras clave: geometría de la carretera, dispositivos de control, accidentes de tránsito.

Abstract

The aim of this research was to determine the influence of road geometry and traffic control devices on the incidence of traffic accidents on the Fernando Belaúnde Terry Highway.

The methodology used consisted of the quantitative approach; applied type; non-experimental design; cross-section; explanatory level; hypothetical-deductive method; observation and documentary analysis techniques; checklist, as instruments; intentional sample consisting of the traffic accident concentration section (TCA) km. 343+000 to km. 344+000 of the Fernando Belaúnde Terry Highway.

The results showed that both the road geometry and the traffic control devices are determining factors in the occurrence of traffic accidents on the studied section of the Fernando Belaúnde Terry Highway. The high incidence of accidents, especially at km. 343+000 to km. 344+000, highlights the importance of considering both elements in road design. The evidence presented is sufficient to accept the alternative hypothesis that the combination of these factors contributes significantly to the incidence of accidents, which is supported by the scientific research of Galante et al. (2022); Jima and Sipos, (2022) and Lemena et al. (2020).

It was concluded that the geometry of the road and the traffic control devices significantly influence the incidence of traffic accidents on the Fernando Belaúnde Terry Highway.

Keywords: road geometry, control devices, traffic accidents.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, en el Perú, la problemática de la incidencia de accidentes de tránsito en Perú es alarmante y se ha intensificado en los últimos años, especialmente tras la pandemia de COVID-19. Desde el 2021, el país ha experimentado un notable aumento en los accidentes de tránsito, alcanzando cifras cercanas a las de la época pre-pandémica. En 2022, se registraron aproximadamente 83,881 accidentes, con 3,312 fallecidos y 53,544 heridos, lo que representa un incremento significativo en comparación con los años anteriores. Lima es el epicentro de esta problemática, concentrando más del 50% de los accidentes de tránsito en el país entre 2017 y 2022. En el cierre de 2022, la capital reportó 41,095 accidentes, siendo la región con el mayor número de siniestros. Otras regiones con alta incidencia incluyen La Libertad, Arequipa y Cusco. Los factores humanos son responsables de aproximadamente el 74% de los accidentes de tránsito, destacándose la imprudencia del conductor y el exceso de velocidad como las principales causas. Además, el mal estado de la infraestructura vial y la permisividad en la circulación de vehículos sin criterios de seguridad contribuyen a esta problemática. Solo un 5% de los accidentes son atribuibles a factores relacionados con el vehículo o la infraestructura. El aumento en la incidencia de accidentes de tránsito ha tenido graves repercusiones en la salud pública y en la economía del país. Las cifras de heridos y fallecidos han aumentado considerablemente, lo que genera un impacto negativo en la calidad de vida de los ciudadanos y en los costos asociados a la atención médica y la pérdida de productividad. La Defensoría del Pueblo ha destacado la urgencia de crear una Agencia Nacional de Seguridad Vial que se encargue de supervisar y monitorear las políticas de seguridad vial en el país. Esta agencia debería tener la capacidad de implementar medidas concretas para mejorar la infraestructura vial y establecer estándares más rigurosos para la emisión de licencias de conducir. En resumen, la problemática de la incidencia de accidentes de tránsito en Perú es compleja y multifacética, requiriendo un enfoque integral que incluya la mejora de la infraestructura, la educación vial y la regulación efectiva del tránsito para garantizar la seguridad de todos los usuarios de las vías (Defensoría del Pueblo, 2023).

La Carretera Fernando Belaúnde Terry es una importante vía de comunicación en el departamento de San Martín, en Perú. Conecta diversas localidades y ciudades importantes. Esta carretera es de vital importancia para el transporte de mercancías y

personas en la región. La Carretera Fernando Belaúnde Terry, conocida oficialmente como Ruta Nacional PE-5N, es una importante vía en Perú que se extiende por aproximadamente 1,546 kilómetros. Esta carretera forma parte del Corredor Vial Interoceánico Norte y conecta diversas regiones del país, incluyendo Loreto, Ucayali, Huánuco, La Libertad, San Martín, Amazonas y Cajamarca. Su diseño incluye una variante y varios ramales, lo que la convierte en una arteria crucial para el transporte y la economía regional. Sus características son: (a) longitud de 1,546.057 km, (b) tipo autopista.

El diseño geométrico de la carretera influye en la seguridad vial. Aspectos como el radio de curvas, pendientes, anchos de carril, señalización y visibilidad afectan la probabilidad de accidentes. Los dispositivos de control, como señales de tráfico, señalización horizontal, semáforos y badenes, también influyen en la seguridad (Aguilar, 2023).

Una investigación científica sobre la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry, enfocada en la geometría y dispositivos de control de la vía, sería de gran relevancia para mejorar la seguridad vial en la zona. La geometría de una carretera, como curvas pronunciadas, pendientes excesivas o ausencia de señalización, puede influir en la probabilidad de accidentes de tránsito. Además, la presencia de dispositivos de control como semáforos, reductores de velocidad o señales informativas también juegan un papel importante en la prevención de accidentes. Una investigación en esta temática podría analizar estadísticamente la relación entre la geometría y los dispositivos de control de la Carretera Fernando Belaúnde Terry y la incidencia de accidentes de tránsito, identificando los puntos críticos donde se producen más accidentes y proponiendo medidas preventivas para reducirlos (Rojas, 2018). Un estudio realizado en 2018 por Lévano y Santillán encontró que en la Carretera Fernando Belaúnde Terry se producen un promedio de 20 accidentes de tránsito por mes, siendo las principales causas la falta de señalización adecuada y el exceso de velocidad. Este tipo de investigaciones científicas son fundamentales para guiar políticas públicas enfocadas en la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes en las carreteras.

Por tanto, el propósito de esta investigación es analizar cómo la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

El problema general de esta investigación es ¿cuál es la influencia de la geometría de la carretera en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry?

Los problemas específicos son: (a) ¿cuál es la influencia de la geometría de la carretera en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry?; (b) ¿cuál es la influencia de los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry?

La justificación teórica de esta investigación se basa en la importancia de la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito en la seguridad vial. Según Aguilar (2023), factores como el diseño geométrico de la carretera y la presencia de dispositivos de control pueden influir en la probabilidad de accidentes de tránsito. Por lo tanto, es relevante estudiar cómo estos elementos afectan la incidencia de accidentes en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Desde una perspectiva metodológica, esta investigación se enfocará en analizar estadísticamente la relación entre la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito, y la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. Se utilizarán datos recopilados sobre la frecuencia de accidentes, así como información sobre la geometría de la carretera y la presencia de dispositivos de control, para identificar los puntos críticos donde se producen más accidentes y proponer medidas preventivas.

En cuanto a la justificación práctica, esta investigación tiene como objetivo proporcionar información relevante para mejorar la seguridad vial en la Carretera Fernando Belaúnde Terry y reducir la incidencia de accidentes. Según el estudio realizado por Lévano y Santillán (2018), la falta de señalización adecuada y el exceso de velocidad son las principales causas de accidentes en esta vía. Por lo tanto, identificar cómo la geometría de la carretera y los dispositivos de control influyen en la seguridad vial puede orientar la toma de decisiones y la implementación de medidas preventivas para reducir los accidentes de tránsito en la zona.

El objetivo general es determinar la influencia de la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Los objetivos específicos son: (a) determinar la influencia de la geometría de la carretera en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry; y (b) determinar la influencia de los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

La hipótesis general es la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Las hipótesis específicas son: (a) la geometría de la carretera influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito la Carretera Fernando Belaúnde Terry; y (b) los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Se cuentan con los siguientes antecedentes internacionales.

Galante et al. (2022), en su artículo científico *Efectos de los dispositivos de control de tráfico en la posición lateral de las curvas rurales*, establecieron como objetivo investigar el comportamiento de los usuarios de la carretera en las curvas de las autopistas rurales de dos carriles, en relación con diferentes señales de advertencia anticipada, medidas perceptuales y tratamientos de delineación, con el fin de mejorar el control del vehículo y el mantenimiento del carril. La metodología empleada consistió en un experimento utilizando un simulador de conducción dinámica, donde se analizaron cinco medidas sustitutas de seguridad que evalúan el desempeño en la posición lateral del vehículo. Estas medidas incluyeron la desviación estándar de la posición lateral, la máxima invasión en el hombro, la máxima invasión en el carril contrario, la longitud relativa de la invasión en el hombro y la longitud relativa de la invasión en el carril contrario. El análisis se dividió en tres fases: la primera consistió en la preprocesación de los datos para comprobar supuestos de normalidad y homocedasticidad; en la segunda se evaluó el efecto general de las alternativas mediante análisis de varianza y la prueba de Kruskal-Wallis; y en la tercera se aplicaron las pruebas de t de Student y de Mann-

Whitney para identificar las alternativas que mostraron efectos estadísticamente significativos. Los resultados demostraron que las medidas perceptuales, específicamente las franjas transversales coloreadas, las marcas de dientes de dragón y la isla mediana coloreada, fueron los tratamientos más efectivos en la mejora del comportamiento del conductor en las curvas. En conclusión, se recomienda llevar a cabo pruebas en campo para establecer la efectividad de las medidas perceptuales en carreteras reales. Además, la implementación de las medidas probadas en el simulador de conducción debe realizarse en autopistas rurales similares para validar los resultados obtenidos.

Jima y Sipos (2022), en su artículo científico *El impacto de la formación geométrica de la carretera en los accidentes de tránsito y su nivel de gravedad*, establecieron como objetivo analizar el impacto de la formación geométrica de las carreteras en los accidentes de tráfico. Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron datos de accidentes de tráfico en la ciudad de Budapest entre 2017 y 2021, seleccionando la información en función de su naturaleza, conveniencia y disponibilidad. La metodología incluyó el uso de herramientas como Microsoft Excel, el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) y el Sistema de Información Geográfica Cuántico para organizar, analizar y modelar los datos. Se aplicó una combinación de estadísticas inferenciales y descriptivas, utilizando distribución de frecuencias relativa, regresión logística multinomial, red neuronal artificial de perceptrón multicapa y el Índice de Severidad para evaluar los resultados. Se llevaron a cabo pruebas de multicolinealidad, p-valor, sobredispersión y porcentajes de error incorrecto, entre otras, para evaluar la significancia de los datos y las variables en el análisis. Los resultados indicaron que se registraron un gran número de accidentes en formaciones geométricas de carreteras rectas y de un solo carril. Sin embargo, la severidad de los accidentes fue mayor en las curvas horizontales y en formaciones de tres carriles. El modelo de regresión mostró que las condiciones de luz, el tipo de colisión, la geometría de la carretera y la velocidad tenían un efecto significativo en los accidentes de tráfico, con un p-valor de 0,05. Las colisiones más comunes fueron entre vehículos (colisiones por alcance) y entre vehículos y peatones. La red neuronal artificial de perceptrón multicapa reveló que la geometría de curva horizontal tenía una relación positiva y fuerte con las fatalidades en accidentes de tráfico. Las principales causas de accidentes en intersecciones, curvas horizontales y carreteras rectas se asociaron con el uso inadecuado de señales de tráfico, las condiciones del pavimento y los problemas de distancia de visibilidad al parar. Además, el análisis de

distribución horaria mostró que el intervalo de tiempo de 16:01 a 17:00 era el de mayor frecuencia para la ocurrencia de accidentes de tráfico. Por último, el estudio concluyó que el conductor desempeña un papel crucial y es el principal responsable de los accidentes en todas las formaciones geométricas evaluadas.

Paikun et al. (2021), en su artículo científico *Viabilidad geométrica de la carretera en la carretera Sagaranten – Tegalbuleud km.bdg 175 + 100*, establecieron lo siguiente. El objetivo de este estudio fue mejorar el diseño geométrico de la carretera Sagaranten-Tegalbuleud para aumentar la accesibilidad en la zona. La metodología implicó realizar una nueva encuesta para obtener datos sobre la geometría de la carretera existente que no cumplía con los estándares, seguida de una nueva planificación para implementar los cambios necesarios. Los resultados del análisis identificaron tres curvas que requirieron ajuste, con recomendaciones específicas para el tipo Espiral-Círculo-Espiral y una pendiente determinada para el alineamiento vertical de la vía. La conclusión de esta investigación es que, al mejorar el diseño geométrico de la carretera, se puede aumentar la accesibilidad general entre regiones. Se descubrió que la geometría adecuada de la carretera es crucial para la comodidad de conducción y el flujo del tráfico, y al implementar los cambios recomendados, la carretera Sagaranten-Tegalbuleud puede cumplir sus funciones básicas de manera más efectiva. Estos hallazgos pueden servir como una referencia valiosa para futuros proyectos de mejora de carreteras.

Álvarez et al. (2020), en su artículo científico *Factores geométricos del diseño vial que afectan el riesgo de accidentes por escorrentía urbana. Un estudio de casos y controles*, establecieron como objetivo detectar factores de riesgo geométricos del diseño de las carreteras que caracterizan los lugares donde pueden ocurrir accidentes por escorrentía urbana. Se realizó un estudio de casos y controles en el área urbana de Valladolid (España) con datos correspondientes a un período de cuatro años. Se utilizaron modelos de regresión logística para analizar los datos, considerando diferentes variables relacionadas con los parámetros de diseño en los modelos: tipo de intersección, radio de curvatura, ancho de la acera, ancho del carril de circulación, número de carriles para el tráfico en el mismo sentido, sentido del tráfico, longitud del tramo recto anterior, distancia al semáforo anterior, pendiente y, finalmente, regulación de la prioridad. Se investigaron dos escenarios diferentes: intersecciones y curvas. Los resultados mostraron que el Odds-Ratio Ajustado de accidente por salida de vía fue cinco veces mayor en vías de doble

sentido con mediana que en vías urbanas de sentido único, tanto en curvas como en intersecciones, y casi nueve veces mayor en tramos de vía con rectas previas de longitud superior a 500 metros. Los factores de riesgo específicos para las intersecciones son número de carriles para el tráfico en el mismo sentido (las probabilidades de un accidente por salida de vía son más de cinco veces mayores en una vía con dos o más carriles), longitud de la recta precedente (las probabilidades en tramos de vía con longitudes superiores a 500 metros son más de nueve veces mayores que en tramos de vía con una longitud inferior a 150 metros). Para las curvas, los factores específicos son ancho del carril de tráfico (las probabilidades de un accidente por salida de vía en curvas con carriles de ancho superior a 3,75 m son más de seis veces mayores) y regulación prioritaria (las probabilidades de un accidente por salida de vía aumentan más de doce veces en tramos de vía con regulación semafórica respecto a los que no la tienen). Se concluyó que se hubo identificado configuraciones viales urbanas que podrían requerir un rediseño con el objetivo de disminuir las probabilidades de un accidente por salida de vía, o la implementación de sistemas de protección pasiva para mitigar sus consecuencias. En particular, las intersecciones en vías de doble sentido con franja central, más de dos carriles por sentido y un largo tramo recto previo, así como las curvas con carriles anchos y regulación semafórica, eran los lugares que requerían atención.

Lemena, Quezon y Durga (2020), en su artículo científico *Influencia de los dispositivos de control de acceso al tráfico y las características geométricas de la carretera en los accidentes de tráfico en carreteras rurales de dos carriles: estudio de caso en la zona de Gedeo, Etiopía*, establecieron como objetivo examinar la influencia de los dispositivos de control de acceso al tráfico y las características geométricas de las carreteras en la reducción de accidentes de tráfico en la zona de Gedeo, en la región de las Naciones del Sur (SNNPR), Etiopía. Se buscó identificar los factores clave que contribuyen a la reducción de accidentes mediante una evaluación de las deficiencias en la infraestructura vial y el control del tráfico. La metodología utilizada incluyó una técnica de muestreo intencionado, combinando la recolección de datos primarios, a través de observaciones directas en el campo, y datos secundarios provenientes de registros de la policía de tráfico. Se realizó un estudio de campo para registrar las características geométricas existentes en las carreteras y se llevaron a cabo análisis de agrupamiento para clasificar los segmentos de carretera según sus características geométricas. Los resultados indicaron que los elementos geométricos de las carreteras, como el ancho de la calzada,

la super elevación, la longitud de las curvas y el volumen de tráfico diario promedio, eran factores significativos relacionados con la ocurrencia de accidentes, tanto fatales como no fatales. Además, se identificaron secciones de carretera peligrosas mediante el análisis de datos de la policía de tráfico, resaltando la correlación entre los dispositivos de control de acceso y las características geométricas de las vías en áreas propensas a accidentes. Las conclusiones del estudio subrayan la necesidad urgente de mejorar los dispositivos de control de tráfico y abordar las deficiencias geométricas en las carreteras de la zona de Gedeo. Se recomienda implementar una infraestructura vial más robusta y realizar acciones de mantenimiento para mitigar los riesgos de accidentes. A través del modelado de redes neuronales artificiales (ANN) utilizando MATLAB, se pudo determinar el peso relativo de los accidentes en segmentos de carreteras específicos, proporcionando una herramienta útil para los responsables de la planificación y gestión de la seguridad vial en la región.

Se cuentan con los siguientes antecedentes nacionales.

Muñoz (2023), en su tesis *Evaluación de la influencia del diseño geométrico en los accidentes de la carretera Pomalca - Saltur - Sipán Pampagrande – distritos de Pomalca – Zaña - Chongoyape, 2021*, estableció El objetivo fue evaluar el impacto del diseño de ingeniería en los accidentes en la carretera Pomalca-Saltur-Sipán-Pampagrande, que presentaba una tasa de accidentes de tráfico notablemente alta. Se aplicó una metodología que incluyó cuatro fases: la recolección de información, estudios básicos, evaluación del diseño geométrico de la carretera conforme al manual de carreteras DG - 2018, y finalmente, la formulación de conclusiones y recomendaciones. Los resultados mostraron que la carretera no cumplía en su totalidad con los requisitos especificados en el manual, lo que se correlacionó con la alta tasa de accidentes. Se sugirieron diversas precauciones y modificaciones en el diseño para mejorar la seguridad vial. En conclusión, el estudio demostró la necesidad urgente de implementar mejoras en el diseño de la carretera para reducir los accidentes y aumentar la seguridad de los usuarios.

Guerra y Vazquez (2022), en su tesis *Influencia de dispositivos de control de tránsito en la seguridad vial de la carretera departamental JU-108, tramo: Vilcacoto – Abra Huaytapallana, Huancayo- 2022*, establecieron como objetivo evaluar la influencia de los dispositivos de control de tránsito en la seguridad vial de la Carretera

Departamental JU-108, en el tramo de Vilcacoto a Abra Huaytapallana, Huancayo, en 2022. Se formuló la hipótesis de que dichos dispositivos influían directa y positivamente en la seguridad vial, proponiendo que ayudarían a reducir los problemas de transitabilidad vehicular y peatonal. Se aplicó un diseño no experimental y se utilizó una técnica de observación estructurada con listas de cotejo para recopilar datos sobre la implementación de los dispositivos a lo largo del tramo estudiado, que abarcó desde el km 12+200 hasta el km 19+000. Los resultados mostraron que la implementación de los dispositivos de control de tránsito fue deficiente, con una adecuada solamente en un 30%. Se concluyó que una implementación adecuada de estos dispositivos es fundamental para prevenir accidentes en el tránsito peatonal y vehicular, contribuyendo a la preservación de la vida de la población en la zona estudiada.

Llanos (2022), en su tesis *Niveles de riesgo derivados por la inobservancia de los parámetros geométricos en la concentración de accidentes en 5 km de la carretera Fernando Belaúnde Terry, provincia Bongará, departamento Amazonas*, estableció que el Perú ocupó la novena posición entre los países más inseguros en carreteras de transporte, con una frecuencia del 78.4% de fallecidos debido a accidentes viales, siendo el diseño geométrico de las carreteras una de las principales causas. En la investigación se determinó los niveles de riesgo ocasionados por la inobservancia de los parámetros geométricos en la concentración de accidentes a lo largo de 5 km de la carretera Fernando Belaunde Terry, en la provincia de Bongará, departamento de Amazonas. La metodología empleada fue de tipo aplicada y cuantitativa, centrada en la cuantificación, recopilación y evaluación de los datos obtenidos in situ, los cuales fueron verificados conforme a la Norma DG - 2018. Se determinaron los parámetros geométricos que más influyeron en la concentración de accidentes. En el análisis comparativo entre los valores obtenidos y los estándares de la Norma, se constató que el 59% de los parámetros geométricos influían directamente en la concentración de accidentes como resultado de su inobservancia, clasificándose con un nivel de riesgo alto. A partir de los resultados, se logró analizar la problemática de la realidad vial en el país, evidenciando la falta de detección de las deficiencias en el diseño geométrico y la construcción de carreteras, lo cual representó un peligro latente para la población.

Tinuco (2022), en su tesis *Influencia del diseño geométrico sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera Fernando Belaunde Terry tramo km 21+000 al*

km 31+000, año 2020, estableció como objetivo evaluar si el diseño geométrico actual de la carretera Fernando Belaunde Terry influía en la ocurrencia de accidentes de tránsito en un tramo específico. Se aplicó una metodología que incluyó estudios de accidentabilidad, tráfico y topografía del tramo crítico, permitiendo determinar los parámetros y elementos geométricos existentes, y contrastarlos con la normativa vigente. Los resultados indicaron que el deficiente diseño geométrico del tramo efectivamente influía en la ocurrencia de accidentes de tránsito, observándose mayores inconsistencias en dimensiones como longitudes de curva, sobreechamientos y radios mínimos, además de identificar que el tipo de accidente más frecuente fue el despiste y volcadura. Se concluyó que era necesaria una revisión y mejora del diseño geométrico de la carretera para reducir la accidentabilidad y mejorar la seguridad vial en el tramo analizado.

Franco y Huamantlica (2021), en su tesis *Planteamiento de mejoras y análisis del diseño geométrico, dispositivos de control de tránsito y flujo vehicular de la accidentabilidad de la Carretera Nacional Pe-3s del tramo Cusco – Urcos, estimado mediante la aplicación del manual de seguridad vial peruano (MSV 2017) y la metodología del HSM (2010)*, establecieron como objetivo determinar la influencia de las características geométricas, dispositivos de control e intensidad de tránsito en la accidentabilidad, mediante un análisis exhaustivo de 38.347 km de la carretera Nacional PE-3S, segmentando la investigación según las características de la vía y evaluando la incidencia de accidentes derivados de deficiencias en la infraestructura. Se utilizó el Manual de Seguridad Vial y una Lista de Chequeo para identificar problemas, encontrando que el 99% de los radios mínimos cumplían con normativa y que el 85% de los dispositivos de control estaban en buen estado. Mediante el método predictivo del HSM, se calculó la frecuencia promedio de accidentes esperados, que permitió aplicar el método de Bayes empírico para obtener un factor de calibración de $C=0.48$. Se realizó un análisis considerando mejoras para reducir accidentes, comparando los resultados actuales de la vía con propuestas y hallazgos del Manual de Seguridad Vial. Se concluyó que la metodología peruana era cualitativa y proporcionaba un análisis general, mientras que la metodología HSM, aunque poco conocida en el país, ofrecía un análisis cuantitativo adecuado para predecir accidentes, recomendándose su implementación en la construcción de vías para mejorar la seguridad vial.

Las bases teóricas de la variable independiente Geometría de la carretera son las que vienen a continuación.

La geometría de la carretera se refiere al diseño y configuración de los elementos físicos que componen una vía, incluyendo su alineación horizontal y vertical, secciones transversales, pendientes y características de intersección. Este diseño es crucial para garantizar la seguridad, funcionalidad y comodidad de los usuarios (García, Camacho y Pérez, s/f).

Sus elementos de diseño son: (a) alineación horizontal, la cual se refiere a la disposición de la carretera en un plano horizontal, que incluye tramos rectos y curvas; la correcta alineación es esencial para la seguridad y la fluidez del tráfico; (b) alineación vertical, la cual involucra las pendientes y elevaciones de la carretera, que deben ser diseñadas para facilitar el movimiento de los vehículos y minimizar el riesgo de accidentes; y (c) sección transversal, la cual incluye el ancho de la calzada, la disposición de los carriles, y las cunetas, que son vitales para el drenaje y la seguridad del tráfico (García et al., s/f).

Los factores a considerar son: (a) características del vehículo, que implica el diseño debe considerar el tipo de vehículos que utilizarán la carretera, incluyendo su tamaño y peso, (b) comportamiento del conductor, lo que implica la psicología y las expectativas del conductor influyen en el diseño, ya que los conductores adaptan su velocidad y comportamiento según las características de la vía; y (c) condiciones ambientales, que implican aspectos como el clima y la topografía del terreno, que también afectan el diseño geométrico, ya que pueden influir en la seguridad y el mantenimiento de la carretera (García et al., s/f).

Un diseño geométrico adecuado contribuye a la reducción de accidentes al minimizar las sorpresas para los conductores y proporcionar una experiencia de conducción más predecible y segura. Por ejemplo, la consistencia en el diseño ayuda a que los conductores mantengan una velocidad adecuada y eviten maniobras bruscas que podrían resultar en accidentes (García et al., s/f).

Los proyectos viales se dividen en tres categorías para efectos del diseño geométrico: (a) proyectos de nuevo trazo, los cuales involucran la creación de una nueva

infraestructura vial en la red, como una carretera o vía de evitamiento; los puentes y túneles representan un nuevo emplazamiento en este caso; estos proyectos requieren estudios definitivos en sus ubicaciones; (b) proyectos de mejoramiento puntual de trazo, los cuales se enfocan en la rehabilitación de la geometría de la vía para mejorar la seguridad vial, sin alterar el estándar general de la vía, y (c) proyectos de mejoramiento de trazo, los cuales involucran mejoras significativas en el trazo en planta y/o perfil de una vía existente, mediante rectificaciones del eje de la vía, introducción de variantes en el entorno o rediseño general de la geometría y drenaje para adaptarla a un nuevo nivel de servicio. En el caso de ampliación de calzadas en plataforma única, el trazo se basa en la planta y perfil de la calzada existente. Los proyectos de segundas calzadas con plataformas independientes se consideran como nuevos trazos para todos los efectos prácticos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El diseño geométrico de carreteras se realizará de acuerdo con las características de los diferentes tipos de vehículos, como dimensiones, pesos y otras especificaciones, establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos. Es importante considerar la composición del tráfico que utiliza la vía al seleccionar el vehículo de diseño, que generalmente será un vehículo comercial rígido, como camiones o autobuses. Las características de los vehículos influyen en el diseño geométrico y estructural de la carretera, como el ancho de los carriles, la distancia entre ejes y la relación de peso/potencia. Según el Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran vehículos ligeros a aquellos con menos de cuatro ruedas y vehículos pesados a aquellos diseñados para el transporte de pasajeros o mercancías. La clasificación de los tipos de vehículos utilizada para el costo de operación vehicular incluye vehículos de pasajeros como jeeps, autos, autobuses y camiones, y vehículos de carga como camiones pick-up, C2, C3, etc. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

La financiación, la calidad de los terrenos, la disponibilidad de materiales, el costo del derecho de vía, entre otros aspectos, tienen un impacto significativo en el diseño de una carretera. Sin embargo, el volumen de tráfico es un factor clave que determina la necesidad de mejoras y afecta directamente las características geométricas del diseño, como el número de carriles, anchos y alineaciones. Además, al seleccionar el tipo de vehículo para el proyecto, es importante considerar la composición del tráfico actual y futuro en la vía. Esto se logra a través de estudios de tráfico y proyecciones que tomen en

cuenta el desarrollo futuro de la zona y la forma en que cada tramo de la carretera será utilizado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Se debe realizar un análisis de la capacidad de la vía y los niveles de servicio esperados, considerando el volumen de demanda y las condiciones reales del proyecto. Esto permitirá evaluar las características de tránsito, geométricas, ambientales y de calidad del servicio que ofrecerá la vía a los usuarios, con el fin de ajustar los factores y parámetros del diseño geométrico. A continuación, se presentan los conceptos generales de capacidad y niveles de servicio a tener en cuenta para el diseño geométrico (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

La teoría de Capacidad de Carreteras, desarrollada por el Transportation Research Board (TRB), a través del Comité de Capacidad de Carreteras y Calidad del Servicio de los Estados Unidos y el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual - HCM vigente), es una herramienta para analizar la calidad del servicio en una carretera. Se presentan principios básicos y tablas para ilustrar la capacidad y nivel de servicio en situaciones particulares (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Se detalla el tratamiento según el tipo de vía, ya sea de dos carriles con tránsito bidireccional, de varios carriles sin control de accesos o de dos o más carriles unidireccionales con control de accesos. Se establecen las condiciones ideales o de referencia, que incluyen flujo de tránsito continuo, carriles y alineamientos adecuados, entre otros (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

La capacidad de la vía se define como el número máximo de vehículos que pueden pasar por una sección en un tiempo dado, bajo las condiciones actuales. Se presentan valores de capacidad ideales según la clase de vía y el sentido de tránsito. Los niveles de servicio, que van de A a F, se definen en función del volumen de demanda en relación con la capacidad de la vía, afectando la velocidad de operación y la calidad del servicio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El diseño geométrico de una carretera debe asegurar una circulación fluida de vehículos, manteniendo una velocidad de operación constante y adecuada. Esto se logra mediante una correcta relación entre la planta, el perfil y la sección transversal, así como estableciendo una velocidad de diseño óptima, curvaturas y peraltes cómodos. La

geometría de la carretera influye en el movimiento de los vehículos, la visibilidad y la capacidad de reacción del conductor. Las normas establecen los valores mínimos de diseño, que pueden ser superados si el costo adicional es justificado. En casos excepcionales, se pueden diseñar proyectos con características geométricas por debajo de lo especificado, previa autorización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En zonas urbanas, también se pueden hacer excepciones a las normas debido a restricciones de velocidad y otras condiciones (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal consiste en líneas rectas, curvas circulares y curvas con diferente grado de curvatura, que permiten una transición fluida entre distintos tipos de alineamientos. El objetivo es mantener una velocidad constante en la mayor extensión posible de la carretera para garantizar la circulación continua de los vehículos. El relieve del terreno influye en el radio de las curvas y en la velocidad de diseño, así como en la distancia de visibilidad. En proyectos de carreteras con calzadas separadas, se puede considerar la posibilidad de trazar las calzadas a diferentes alturas o con ejes distintos, adaptándose a las características del terreno. En cuanto a la definición del trazo en planta, se establece un eje que define un punto en cada sección transversal, generalmente siguiendo el centro del separador central en autopistas o el borde interior de la vía en el caso de carreteras de vía única (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical consiste en rectas conectadas por curvas verticales parabólicas tangentes entre sí. Las pendientes se definen según el avance del kilometraje, positivas para aumentar cotas y negativas para disminuir cotas. El objetivo es permitir la circulación de vehículos a una velocidad constante y garantizar la visibilidad necesaria. El relieve del terreno controla el radio de las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas, y la velocidad de diseño. Las transiciones suaves entre pendientes diferentes se logran con curvas verticales. El sistema de cotas se relaciona con los B.M. del Instituto Geográfico Nacional. El perfil longitudinal se ve influenciado por varios factores, como topografía, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, velocidad de diseño, seguridad, costos, categoría de la vía, aspectos estéticos y drenaje. Se deben considerar varios aspectos durante el diseño, como seguir las inflexiones del terreno en terreno ondulado, adaptar la rasante al terreno en terreno accidentado, ajustar el perfil a la divisoria de aguas en terreno escarpado y evitar rasantes

de lomo quebrado. Se recomienda evitar largas pendientes de bajada pronunciadas y considerar la inclusión de carriles de emergencia en estas secciones (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El diseño geométrico de la sección transversal de una carretera implica la descripción de los elementos de la carretera en un plano vertical perpendicular al alineamiento horizontal. Esto permite definir la disposición y dimensiones de los elementos en cada punto de la sección y su relación con el terreno natural. La sección transversal varía de un punto a otro de la vía y está compuesta por varios elementos como la superficie de rodadura, bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos adicionales. Se deben considerar secciones especiales para intersecciones, puentes, túneles, zonas de alta concentración de tránsito y centros comerciales adyacentes. Es importante proyectar la sección transversal de manera integral para garantizar la seguridad vial y el adecuado funcionamiento de la carretera. Los elementos que conforman la sección transversal incluyen carriles, calzada, bermas, cunetas, taludes y elementos adicionales como barreras de seguridad y ductos. En casos donde el tránsito de bicicletas sea relevante, se deben evaluar la inclusión de carriles especiales para ciclistas separados del tránsito vehicular y peatonal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Las dimensiones de la variable independiente Geometría de la carretera son: (a) diseño en planta, (b) diseño en perfil y (c) diseño de la sección transversal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Las bases teóricas de la variable independiente Dispositivos de control de tránsito son las que vienen a continuación.

Los dispositivos de control de tráfico son señales, señales, marcas en el pavimento y otros dispositivos colocados a lo largo de carreteras y calles para mover vehículos y peatones de manera segura y eficiente. Estos dispositivos se colocan en ubicaciones clave para guiar el movimiento del tráfico, controlar la velocidad de los vehículos y advertir sobre peligros potenciales. condiciones arduas. También proporcionan información importante a los conductores sobre desvíos y retrasos en el tráfico (Institute of Transportation Engineers, 2004).

Los dispositivos de control del tránsito son elementos físicos que se utilizan para regular, advertir y guiar a los usuarios de las vías de circulación. Tienen como función principal mejorar la seguridad y eficiencia del tránsito vehicular y peatonal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Las características de los dispositivos de control del tránsito son: (a) deben ser visibles, llamativos y ubicados de manera que capten la atención de los usuarios; (b) deben transmitir un mensaje claro y sencillo; (c) deben ser uniformes y estandarizados en todo el país; y (d) requieren un adecuado mantenimiento para conservar su eficacia (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El objetivo principal de un dispositivo de control de tráfico es proporcionar información a los conductores para que puedan operar sus vehículos de manera segura a lo largo de una carretera o calle. Los cinco criterios básicos de un dispositivo de control de tráfico son:

- (a) Satisfacer una necesidad;
- (b) Llamar la atención;
- (c) Transmitir un significado claro y simple;
- (d) Inspirar respeto por parte de los usuarios de la vía, y
- (e) Dar tiempo adecuado para responder (Institute of Transportation Engineers, 2004).

Las señales, señales, marcas en el pavimento, conos, barricadas y luces de advertencia están diseñadas con colores, formas y tamaños específicos en función de las diferentes funciones que cumplen. Regulan, guían y advierten al tráfico de vehículos y peatones sobre las condiciones de la carretera. La uniformidad del diseño (color, forma, tamaño y ubicación) ayuda a los conductores a comprender rápidamente los mensajes de los dispositivos de control de tráfico. La coherencia es importante para el respeto, el reconocimiento y la reacción adecuada del conductor ante los dispositivos (Institute of Transportation Engineers, 2004).

Las características de los dispositivos uniformes de control de tráfico son:

(a) Color. Ciertos colores se utilizan para provocar un reconocimiento y una reacción instantáneos; por ejemplo, las señales de PARE siempre son rojas. De manera similar, las señales en las intersecciones deben tener la misma secuencia de rojo/amarillo/verde para comunicar alto/advertencia/ir a conductores y peatones.

(b) Visibilidad nocturna. Los dispositivos de control de tráfico se hacen visibles en condiciones de operación nocturna al estar iluminados por separado o retrorreflectorizados de manera que la luz proveniente de los faros del vehículo rebota en las señales y otros dispositivos y regresa a los ojos de los conductores.

(c) Visibilidad diurna. Los dispositivos de control de tráfico están diseñados con colores muy visibles o un fuerte contraste de mensajes contra el fondo. A veces, los dispositivos de control de tráfico se encienden incluso durante el día para llamar la atención de los conductores sobre sus mensajes.

(d) Forma y tamaño. Los carteles tienen formas y tamaños estándar para provocar un reconocimiento y una reacción instantáneos. Por ejemplo, las señales de PARE tienen una forma octogonal de un tamaño particular que no se permite tener a ninguna otra señal. Existen especificaciones similares para las formas y tamaños de muchos otros dispositivos de control de tráfico, tanto para condiciones permanentes como temporales.

(e) Ubicación. Los dispositivos de control de tráfico deben colocarse en lugares que proporcionen tiempo suficiente para que todos los conductores realicen las maniobras seguras adecuadas, como entrar o salir de una carretera o detenerse y girar para evitar conflictos con otros vehículos y peatones.

(f) Mensajes. Los dispositivos de control de tráfico están diseñados con símbolos o mensajes de palabras cuidadosamente seleccionados de tamaños y contenidos específicos. Luego se seleccionan ubicaciones y funciones en relación con la cantidad de tiempo que los conductores necesitan para detectar, leer y comprender mensajes para realizar las maniobras adecuadas del vehículo (Institute of Transportation Engineers, 2004).

Los dispositivos de control de tráfico funcionan en conjunto con las reglas de tránsito básicas contenidas en las leyes y ordenanzas de tránsito, incluido el código uniforme de cada estado que regula los movimientos de vehículos. Un ejemplo es el

principio de derecho de paso que determina qué conductor tiene prioridad al acercarse o entrar a una intersección (Institute of Transportation Engineers, 2004).

Los dispositivos de control de tráfico han experimentado una larga evolución en sus criterios de diseño e instalación. Los diseños actuales y las normas para su uso son el resultado de varias décadas de investigación científica y la experiencia combinada de muchos ingenieros profesionales, investigadores del comportamiento humano y la visión y responsables de políticas de seguridad (Institute of Transportation Engineers, 2004).

Debido a limitaciones de recursos, muchas jurisdicciones no cuentan con ingenieros o técnicos de ingeniería de tránsito en su personal. Estas jurisdicciones pueden depender de personal que puede tener experiencia en ingeniería; sin embargo, es posible que no estén capacitados específicamente en ingeniería de tránsito. anillo. El conocimiento de las normas, orientaciones y aplicaciones es un elemento esencial en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de tramos e intersecciones de carreteras. A continuación se detallan algunos de los problemas comunes con la colocación e instalación de dispositivos de control de tráfico (Institute of Transportation Engineers, 2004):

(a) Uso de un dispositivo inadecuado. Colocar una señal de tránsito injustificada donde un control menos restrictivo sería más apropiado puede resultar en demoras innecesarias, infracciones excesivas, aumento de choques y desvíos hacia rutas menos deseables, como calles residenciales.

(b) Colocación inadecuada. Un dispositivo de control de tráfico en el lugar equivocado puede hacer que los conductores lo vean demasiado tarde para reaccionar de manera segura (por ejemplo, colocar una señal correctamente diseñada demasiado lejos en la curva de una curva cerrada).

(c) Color, forma o tamaño incorrectos. El uso de un color, forma o tamaño para una señal u otro dispositivo de control de tráfico que esté en conflicto con el MUTCD puede resultar en la incapacidad de los conductores para detectar y comprender la necesidad de realizar maniobras seguras y pueden causar falta de atención o problemas de visibilidad (es decir, No vi la señal de STOP).

(d) El uso del suelo, el tráfico y otros cambios pueden hacer que los dispositivos de control de tráfico existentes se vuelvan obsoletos. Por ejemplo, las señales de tránsito que pueden haber controlado el movimiento de vehículos y peatones durante años pueden ya no ser efectivas para hacerlo.

(e) Falta de señales u otros dispositivos para advertir a conductores y peatones sobre condiciones inesperadas y potencialmente peligrosas. Por ejemplo, no avisar con antelación de una próxima señal o de PARE en la cima de una colina empinada puede dar lugar a maniobras inadecuadas de frenado y dirección que pueden provocar colisiones.

(f) Mantenimiento deficiente. Las señales y marcas en el pavimento deben mantenerse periódicamente. Las señales y marcas en el pavimento descoloridas hacen que sean más difíciles de detectar para los usuarios de la vía y pueden dar lugar a situaciones potencialmente peligrosas. Por ejemplo, las señales de PARE descoloridas pueden hacer que los conductores entren a una intersección sin detenerse (Institute of Transportation Engineers, 2004).

La importancia de los dispositivos de control del tránsito reside en que: (a) contribuyen a reducir accidentes y mejorar la seguridad vial; (b) permiten una circulación más ordenada y eficiente; (c) son una herramienta fundamental en las diferentes etapas de un proyecto vial, (d) su uso es obligatorio y su instalación debe basarse en estudios de ingeniería vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Los principales tipos de dispositivos de control de tránsito se pueden clasificar en varias categorías clave (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018):

(a) Señales Verticales: Estas son elementos fundamentales que regulan y advierten a los conductores y peatones. Se dividen en:

- Señales Reguladoras: Indican normas que deben ser cumplidas, como límites de velocidad.

- Señales Preventivas: Alertan sobre condiciones peligrosas, como curvas o cruces peatonales.

- Señales de Información: Proporcionan información útil, como direcciones y servicios disponibles.

(b) Marcas en el Pavimento: Estas demarcaciones son cruciales para guiar el tránsito y se clasifican en:

- Líneas de Carril: Delimitan los carriles de circulación.

- Cruces Peatonales: Indican áreas designadas para el cruce de peatones.

- Símbolos y Leyendas: Proporcionan información adicional, como Pare o No Estacionar.

(c) Semáforos: Dispositivos que regulan el flujo de tráfico en intersecciones. Incluyen:

- Semáforos para Vehículos: Controlan el paso de vehículos.

- Semáforos para Peatones: Indican cuándo es seguro cruzar.

(d) Dispositivos Auxiliares: Incluyen elementos como barreras, conos y señalización temporal para situaciones especiales, como zonas de construcción o eventos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Estos dispositivos son esenciales para garantizar la seguridad vial, mejorar la fluidez del tránsito y reducir accidentes en las vías. Su correcta implementación y mantenimiento son fundamentales para el funcionamiento eficiente de las infraestructuras de transporte (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Las dimensiones de la variable independiente Dispositivos de control de tránsito son: (a) señales verticales, (b) marcas en el pavimento, (c) semáforos y (d) dispositivos auxiliares (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Las bases teóricas de la variable dependiente Incidencia de accidentes de tránsito son las que vienen a continuación.

La incidencia de accidentes de tránsito se refiere a la frecuencia y el impacto de los accidentes en las vías, representando un problema significativo a nivel global. A

continuación, se define, caracteriza, se destaca su importancia y se clasifica (Naciones Unidas, 2021).

La incidencia de accidentes de tránsito se refiere al número de accidentes que ocurren en un periodo determinado, junto con sus consecuencias, que incluyen lesiones y muertes. Estos datos son cruciales para entender la magnitud del problema y formular políticas de seguridad vial (Naciones Unidas, 2021).

Los accidentes de tránsito pueden ser caracterizados por varios factores, como (Naciones Unidas, 2021):

- (a) Tipo de accidente: Colisiones entre vehículos, atropellos, vuelcos, etc.
- (b) Ubicación: Intersecciones, carreteras, zonas urbanas o rurales.
- (c) Condiciones del entorno: Estado de la carretera, condiciones climáticas y hora del día.
- (d) Demografía: Edad y género de las víctimas (Naciones Unidas, 2021).

La incidencia de accidentes de tránsito es de gran relevancia por varias razones (Naciones Unidas, 2021):

- (a) Salud pública: Los accidentes son una de las principales causas de muerte y lesiones a nivel mundial, especialmente entre jóvenes de 5 a 29 años.
- (b) Impacto económico: Los accidentes generan costos significativos en atención médica, daños a la propiedad y pérdida de productividad.
- (c) Desarrollo de políticas: Los datos sobre la incidencia ayudan a los gobiernos y organizaciones a diseñar estrategias efectivas para mejorar la seguridad vial y reducir el número de accidentes (Naciones Unidas, 2021).

Los accidentes de tránsito se pueden clasificar según diferentes criterios (Naciones Unidas, 2021):

- (a) Por tipo de accidente:

- Colisiones entre vehículos.
- Atropellos de peatones.
- Accidentes de vehículos en solitario.

Por Gravedad:

Accidentes mortales.

Accidentes con lesiones.

Accidentes sin lesiones.

(b) Por ubicación:

- Urbanos.

- Rurales.

- Intersecciones.

(c) Por causas:

- Factores humanos (distracción, alcohol, velocidad).

- Factores vehiculares (mantenimiento inadecuado).

- Factores ambientales (mal estado de la carretera, condiciones climáticas adversas) (Naciones Unidas, 2021).

La recopilación y análisis de datos sobre la incidencia de accidentes de tránsito son esenciales para la implementación de medidas que reduzcan su ocurrencia y minimicen sus consecuencias en la sociedad (Naciones Unidas, 2021).

Las dimensiones de la variable Incidencia de accidentes de tránsito son: (a) frecuencia y tendencia, (b) ubicación geográfica, (c) causas de los accidentes, (d) Consecuencias y (e) población (Naciones Unidas, 2021; Defensoría del Pueblo, 2023).

Los indicadores de frecuencia y tendencia son (a) número total de accidentes en un periodo determinado y (b) evolución de los accidentes en el tiempo, identificando aumentos o disminuciones

Los indicadores de ubicación geográfica son: (a) concentración de accidentes por regiones o ciudades; y (b) diferencias en la incidencia entre zonas urbanas y rurales

Los indicadores de causas de los accidentes son: (a) factores humanos, como imprudencia del conductor, exceso de velocidad, ebriedad, etc.; (b) factores vehiculares, como fallas mecánicas, mal estado de los vehículos; (c) factores de infraestructura y ambiente, como vías en mal estado, señalización deficiente.

Los indicadores de consecuencias son: (a) número de heridos y fallecidos; y (b) impacto en la salud pública y la economía del país.

Los indicadores por población son: (a) accidentes por cada 100,000 habitantes; (b) heridos y fallecidos por cada 100,000 habitantes.

Tabla 1*Matriz de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores/Ítems	Escala de medición
X ₁ : Geometría de la carretera	Diseño y configuración de los elementos físicos que componen una vía, incluyendo su alineación horizontal y vertical, secciones transversales, pendientes y características de intersección (García et al., s/f).	La geometría de la carretera se dimensiona en: (a) diseño en planta, (b) diseño en perfil y (c) diseño de la sección transversal.	1. Diseño en planta 2. Diseño en perfil 3. Diseño de la sección transversal	1.1. Longitud y frecuencia de tramos rectos 1.2. Radio y frecuencia de curvas horizontales 1.3. Peralte en curvas horizontales 1.4. Distancia de visibilidad en curvas horizontales 2.1. Pendiente longitudinal en tramos rectos 2.2. Longitud y radio de curvas verticales cóncavas y convexas 2.3. Distancia de visibilidad en curvas verticales 3.1. Ancho de carriles 3.2. Ancho y tipo de bermas 3.3. Presencia y dimensiones de cunetas 3.4. Inclinación y altura de taludes 3.5. Presencia y tipo de elementos adicionales (barreras de seguridad, ductos, etc.)	Nominal Sí = 1 No = 0
X ₂ : Dispositivos de control de tránsito	Elementos físicos que se utilizan para regular, advertir y guiar a los usuarios de las vías de circulación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).	Los dispositivos de control de tránsito se dimensionan en: (a) señales verticales, (b) marcas en el pavimento, (c) semáforos y (d) dispositivos auxiliares.	1. Señales verticales 2. Marcas en el pavimento 3. Semáforos 4. Dispositivos auxiliares	1.1. Tipo, ubicación y estado de señales verticales (reguladoras, preventivas e informativas) 2.1. Tipo, ubicación y estado de marcas en el pavimento (líneas, flechas, leyendas, etc.) 3.1. Presencia y estado de dispositivos lumínicos (semáforos, luces de advertencia, etc.) 4.1. Presencia y estado de dispositivos complementarios (barreras, delineadores, atenuadores de impacto, etc.) 4.2. Visibilidad y legibilidad de los dispositivos en condiciones diurnas y nocturnas	Nominal Sí = 1 No = 0
Y: Incidencia	Número de accidentes que	La incidencia de accidentes de	1. Frecuencia y tendencia	1.1. Número total de accidentes por período (mensual, trimestral, anual).	Nominal

de accidentes de tránsito	ocurren en un periodo determinado, junto con sus consecuencias, que incluyen lesiones y muertes (Naciones Unidas, 2021).	tránsito se dimensiona en: (a) frecuencia y tendencia, (b) ubicación geográfica, (c) causas de los accidentes, (d) consecuencias y (e) población.	<p>2. Ubicación geográfica</p> <p>3. Causas de los accidentes</p> <p>4. Consecuencias</p> <p>5. Población</p>	<p>1.2. Evolución de la tasa de accidentes a lo largo del tiempo (alta/baja).</p> <p>2.1. Concentración de accidentes por tramos específicos y su relación con la geometría de la carretera.</p> <p>2.2. Análisis de diferencias de incidencia entre zonas urbanas y rurales.</p> <p>3.1. Porcentaje de accidentes causados por distracción, velocidad o alcohol.</p> <p>3.2. Diagrama de causas y su correlación con las infraestructuras de tránsito (diseños y señalizaciones).</p> <p>3.3. Número de accidentes reportados debido a fallas mecánicas o mal estado de la carretera.</p> <p>4.1. Número total de heridos y fallecidos por accidente en un periodo definido.</p> <p>4.2. Costos estimados en salud pública y daños a la propiedad resultantes de los accidentes.</p> <p>5.1. Accidentes por cada 100,000 habitantes en la zona de estudio.</p> <p>5.2. Heridos y fallecidos por cada 100,000 habitantes en relación a la geometría y dispositivos de tránsito.</p>	<p>Sí = 1</p> <p>No = 0</p>
---------------------------	--	---	---	---	-----------------------------

II. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología para esta investigación presentó los siguientes componentes:

(a) Enfoque cuantitativo

El enfoque de la investigación es fundamental en la construcción del conocimiento en cualquier disciplina, ya que determina la perspectiva desde la cual se aborda el objeto de estudio. Estos enfoques son marcos teóricos y metodológicos que guían el proceso investigativo y otorgan dirección y coherencia a la búsqueda de respuestas científicas. Pueden variar desde lo cuantitativo hasta lo cualitativo, e incluso integrar ambas perspectivas, siendo herramientas clave para el diseño y ejecución de investigaciones de calidad (Vizcaíno, Cedeño y Maldonado, 2023).

El enfoque cuantitativo se caracteriza por enfatizar la investigación mediante la medición y el análisis numérico de datos; incluye una recopilación sistemática de información que puede ser cuantificada, seguida de un riguroso análisis mediante técnicas estadísticas; se enfoca en obtener resultados cuantitativos que conllevan a relaciones causales y patrones de comportamiento a gran escala. Su fortaleza radica en su capacidad para generar resultados que pueden ser generalizados y comparados entre grupos o variables diferentes, lo cual lo convierte en herramienta valiosa especialmente en estudios que requieren mediciones objetivas y evaluación de efectos cuantificables (Vizcaíno et al., 2023).

(b) Tipo aplicado

El tipo de investigación es la clasificación del estudio considerando sus objetivos y aplicaciones prácticas (Fainete, 2023).

El tipo aplicado o investigación aplicada se centra en la aplicación práctica del conocimiento científico para resolver problemas concretos o mejorar situaciones existentes. Su objetivo es utilizar los resultados de la investigación para desarrollar soluciones prácticas y abordar necesidades específicas en diversos campos. Se basa en el conocimiento adquirido a través de la investigación básica y busca traducirlo en aplicaciones concretas (González, 2021).

(c) Diseño no experimental

El diseño de investigación es la base fundamental de todo el proceso investigativo, actuando como una guía que orienta la selección de métodos, la recolección de datos y la interpretación de resultados. Es esencial para garantizar la rigurosidad y efectividad en el abordaje de los objetivos de la investigación, proporcionando una estructura clara y precisa para la realización de la indagación. Su correcta formulación influye de forma significativa en la validez y relevancia de los resultados obtenidos, permitiendo a los investigadores abordar sus preguntas de manera ordenada y precisa (Vizcaíno et al., 2023).

El diseño de investigación no experimental es aquel que no incluye la aleatorización ni el control de variables. Se caracteriza por observar eventos o fenómenos tal como ocurren de forma natural, sin la manipulación activa de variables. Este tipo de diseño se utiliza cuando no es posible realizar un diseño experimental completo, pero se busca obtener información sobre la relación entre variables o fenómenos. Algunos ejemplos de diseños no experimentales son estudios descriptivos, estudios correlacionales y estudios explicativos (Vizcaíno et al., 2023).

(d) Corte transversal

En un diseño de corte transeccional o transversal se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Hernández y Mendoza, 2018).

En un diseño de corte transeccional o transversal se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Hernández y Mendoza, 2018).

(e) Nivel explicativo

Una investigación de alcance explicativo tiene por objetivo determinar la influencia de una variable en otra, en el diseño no experimental; o determinar si con la presencia de una variable se mejora otra, en el diseño experimental (Hernández et al., 2014; Hernández y Mendoza, 2018; Supo, 2020; Acosta Montedoro, 2023).

(f) Población constituida por toda la Carretera Fernando Belaúnde Terry

La población en investigación se refiere al conjunto total de individuos, eventos o elementos que comparten características comunes y son objeto de estudio (Arias y Covinos, 2021). Es fundamental delimitar y comprender adecuadamente este concepto, ya que no se trata simplemente de un conjunto numérico, sino de una entidad estructurada que requiere una identificación detallada y precisa (Hernández et al., 2014; Cerda, 2021). La correcta identificación de la población es crucial para determinar las técnicas estadísticas apropiadas, especialmente al trabajar con poblaciones finitas (Morillas, 2007), lo que garantiza la validez y confiabilidad de la investigación.

La población son unidades independientes a las cuales se orienta la investigación, y esta pueden ser conformada por: personas (lo más común), unidades de tiempo (años, meses, días, horas, minutos, segundos, etc.), lugares (viviendas, avenidas, calles, carreteras, tramos de una avenida, tramos de una carretera, etc.), animales, vegetales, muestras sanguíneas, etc. (Acosta Montedoro, 2023).

(g) Muestreo no probabilístico

El muestreo no probabilístico es la selección de elementos de la población considerando que dentro de ella hay ciertos elementos que tienen cero probabilidades de ser seleccionados o la probabilidad de selección no puede ser determinada, y la representatividad completa no es el objetivo primordial o es difícil acceder a la población total (Hernández, 2021).

(h) Muestra intencional constituida por el tramo de concentración de accidentes de tránsito (TCA) km. 343+000 al km. 344+000 de la carretera Fernando Belaúnde Terry

La muestra es un subconjunto seleccionado de la población total que se utiliza para hacer inferencias sobre esta última (Hernández y Mendoza, 2018). Por lo tanto, la correcta selección y delimitación de la población asegura que la muestra extraída sea representativa y que los resultados puedan generalizarse con un margen de error conocido (Vizcaíno et al., 2023).

En el muestreo intencional la muestra es seleccionada deliberadamente, considerando específicos individuos que cumplen con criterios preestablecidos determinados, ya que se considera que han de aportar valiosa información para la investigación (Vizcaíno et al., 2023).

(i) Método hipotético-deductivo

El método de investigación se define como el modo o la forma en que una actividad se organiza con el fin de alcanzar un objetivo. Es el medio de cognición utilizado para reflejar en el pensamiento el objeto de estudio. Los métodos de investigación son las diferentes maneras en que el investigador puede interactuar con el objeto de estudio, y son determinados por este último. Cada método contribuye a la búsqueda y mejora del conocimiento sobre la realidad, y cada uno tiene una forma particular de acercamiento al objeto de estudio, lo que puede dar lugar a diferentes criterios de clasificación (Rodríguez y Pérez, 2017).

El método hipotético-deductivo es un procedimiento en el cual se utilizan hipótesis como punto de partida para realizar deducciones. Se comienza con una hipótesis derivada de principios, leyes o datos empíricos, y mediante la aplicación de reglas de deducción, se llega a predicciones que luego son verificadas empíricamente. Si las predicciones se corresponden con los hechos, se confirma la veracidad de la hipótesis inicial, mientras que en caso de contradicciones se demuestra la inconsistencia lógica y se reformula la hipótesis (Rodríguez y Pérez, 2017).

(j) Técnica del análisis documental

La técnica de investigación es el procedimiento específico inmerso en un método que sirve para la recopilación, análisis e interpretación de los datos de forma más detallada (Arias, 2020).

El análisis documental es una técnica de investigación en la que el investigador recoge e interpreta información existente en documentos, ya sean físicos o virtuales (Acosta Montedoro, 2023).

(k) Instrumentos basados en listas de verificación

El instrumento de investigación es la herramienta específica usada para la recopilación de datos; y varía según el método y técnica de investigación (Arias, 2020).

La lista de verificación es una estructura de lista de datos que deben observarse o evaluarse. Con esta técnica, puede marcar la presencia o ausencia de criterios o puede anotarse comentarios breves sobre un tema (Softwaretestinghelp, 2022).

Instrumento para Incidencia de accidentes de tránsito por la geometría y dispositivos de control, Carretera Fernando Belaúnde Terry

Ficha técnica:

Nombre: Lista de Verificación para Incidencia de Accidentes de Tránsito por la Geometría y Dispositivos de Control, Carretera Fernando Belaúnde Terry

Autor: Dr. Marcos Walter Acosta Montedoro, Ingeniero CIP, Científico, Experto en creación, diseño y adaptación de instrumento de recojo de información científica de diversas áreas del conocimiento, Catedrático y Expositor

Año: 2024

Procedencia: Elaboración propia

Número de ítems: 28 ítems

Tiempo de aplicación: Indeterminado

Tipo de escala: Nominal

División: Se divide en tres (3) variables y cada variable con sus respectivos indicadores-ítems (ver tabla 2).

Validación: La validación se dio de acuerdo con el criterio de juicio de expertos.

Población objetivo: Carretera Fernando Belaúnde Terry, año 2024.

Tabla 2

División del instrumento para el logro de los objetivos de la investigación científica
Incidencia de accidentes de tránsito por la geometría y dispositivos de control, Carretera
Fernando Belaúnde Terry

Variables	Dimensiones	Indicadores/Ítems
X ₁ = Geometría de la carretera	1. Diseño en planta	1.1. Longitud y frecuencia de tramos rectos 1.2. Radio y frecuencia de curvas horizontales 1.3. Peralte en curvas horizontales 1.4. Distancia de visibilidad en curvas horizontales
	2. Diseño en perfil	2.1. Pendiente longitudinal en tramos rectos 2.2. Longitud y radio de curvas verticales cóncavas y convexas 2.3. Distancia de visibilidad en curvas verticales
	3. Diseño de la sección transversal	3.1. Ancho de carriles 3.2. Ancho y tipo de bermas 3.3. Presencia y dimensiones de cunetas 3.4. Inclinación y altura de taludes 3.5. Presencia y tipo de elementos adicionales (barreras de seguridad, ductos, etc.)
X ₂ = Dispositivos de control de tránsito	1. Señales verticales	1.1. Tipo, ubicación y estado de señales verticales (reguladoras, preventivas e informativas)
	2. Marcas en el pavimento	2.1. Tipo, ubicación y estado de marcas en el pavimento (líneas, flechas, leyendas, etc.)
	3. Semáforos	3.1. Presencia y estado de dispositivos lumínicos (semáforos, luces de advertencia, etc.)
	4. Dispositivos auxiliares	4.1. Presencia y estado de dispositivos complementarios (barreras, delineadores, atenuadores de impacto, etc.) 4.2. Visibilidad y legibilidad de los dispositivos en condiciones diurnas y nocturnas
Y = Incidencia de accidentes de tránsito	1. Frecuencia y tendencia	1.1. Número total de accidentes por período (mensual, trimestral, anual). 1.2. Evolución de la tasa de accidentes a lo largo del tiempo (alta/baja).
	2. Ubicación geográfica	2.1. Concentración de accidentes por tramos específicos y su relación con la geometría de la carretera. 2.2. Análisis de diferencias de incidencia entre zonas urbanas y rurales.
	3. Causas de los accidentes	3.1. Porcentaje de accidentes causados por distracción, velocidad o alcohol. 3.2. Diagrama de causas y su correlación con las infraestructuras de tránsito (diseños y señalizaciones). 3.3. Número de accidentes reportados debido a fallas mecánicas o mal estado de la carretera.
	4. Consecuencias	4.1. Número total de heridos y fallecidos por accidente en un periodo definido.

	4.2. Costos estimados en salud pública y daños a la propiedad resultantes de los accidentes.
5. Población	5.1. Accidentes por cada 100,000 habitantes en la zona de estudio.
	5.2. Heridos y fallecidos por cada 100,000 habitantes en relación a la geometría y dispositivos de tránsito.

Fuente: Autor del instrumento, 2024.

Objetivo: Medir las variables de la investigación científica Incidencia de accidentes de tránsito por la geometría y dispositivos de control, Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Calificación:

Sí = 1

No = 0.

Validez

La validez de un instrumento de investigación científica se asegura al garantizar que está diseñado para medir las variables planificadas. Por ejemplo, la validez de contenido se emplea comúnmente en tesis, siendo evaluada por expertos o jueces que examinan cada ítem del instrumento de recolección de datos. Estos expertos deben tener ciertas cualificaciones, como ser investigadores científicos con experiencia en la validación de instrumentos o poseer un profundo conocimiento en el tema, además de contar con una maestría o doctorado. El diseño del instrumento varía según el tipo de investigación y la libertad del investigador. Aunque el creador y validador del instrumento pueden ser la misma persona, no es ético que el investigador valide su propio instrumento. El validador puede sugerir correcciones o desaprobado el instrumento si lo considera necesario.

Tabla 3

Validez de contenido del instrumento para medir las variables de la investigación científica Incidencia de accidentes de tránsito por la geometría y dispositivos de control, Carretera Fernando Belaúnde Terry

Validador	Porcentaje	Resultado
Dr. Marcos Walter Acosta Montedoro	100%	Aplicables
Dr. Jenry Salazar Garcés	100%	Aplicables
Dra. Martha Rocío Gonzales Loli	100%	Aplicables

Nota: La fuente se obtuvo de los certificados de validez del instrumento.

Confiabilidad

Una lista de verificación (lista de chequeo o check list) adquiere confiabilidad cuando tiene validez, por lo que la validez por juicio de expertos puede ser considerada como la medida de su confiabilidad (DEC-CONEAU, 2017).

(I) Procedimiento

Por medio de registros, se hizo el llenado correspondiente del instrumento de recojo de información, para este cada, la lista de verificación que se encuentra en la sección Anexos.

Se acompañó con datos numéricos, dibujos geométricos, planos, etc. que sirvieron de aval de los resultados obtenidos.

Por medio de los cálculos estadísticos correspondientes se llevó a cabo las pruebas de hipótesis correspondientes, a fin de dar respuesta a los objetivos establecidos.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados descriptivos

Tabla 4

Cálculo de la incidencia en base al periodo 2010 – 2024, como expresión del número de accidentes entre el periodo analizado

Año	Número de accidentes
2010	41
2011	21
2012	77
2013	33
2014	40
2015	86
2016	120
2017	93
2018	56
2019	37
2020	7
2021	23
2022	0
2023	17
2024	11
Total	662
Incidencia	44.13

Nota: Los años de 2020 a 2022 corresponden a la pandemia por covid-19

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se observa que de un total registrado de accidentes en el tramo del km. 343+000 al km. 344+000 de la carretera Fernando Belaúnde Terry, se ha obtenido una incidencia de 44.13 accidentes por año aproximadamente, considerando la fórmula de la incidencia como la expresión del número de accidentes entre un periodo analizado.

En la tabla 5 se puede observar la base de cálculo para la tabla 4.

Tabla 5

Fechas de los accidentes reportados anualmente

Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020*	Año 2021*	Año 2022*	Año 2023	Año 2024**
07/08/2010	22/06/2011	04/02/2012	17/11/2013	08/08/2014	02/04/2015	03/01/2016	09/01/2017	04/04/2018	17/01/2019	18/07/2020	13/02/2021		06/02/2023	11/02/2024
29/11/2010	02/02/2011	04/02/2012	05/10/2013	08/08/2014	02/04/2015	03/01/2016	08/01/2017	13/03/2018	17/01/2019	18/07/2020	13/03/2021	-	06/02/2023	26/03/2024
11/11/2010	02/02/2011	04/02/2012	10/10/2013	20/04/2014	02/04/2015	03/01/2016	27/01/2017	13/03/2018	17/01/2019	18/07/2020	02/04/2021	-	06/02/2023	26/03/2024
17/01/2010	09/02/2011	04/02/2012	23/06/2013	20/04/2014	02/04/2015	06/01/2016	31/01/2017	13/03/2018	17/01/2019	18/07/2020	02/04/2021	-	06/02/2023	29/03/2024
17/01/2010	09/02/2011	04/02/2012	03/06/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	27/03/2017	13/03/2018	17/01/2019	18/07/2020	29/11/2021	-	24/02/2023	22/03/2024
17/01/2010	22/03/2011	04/02/2012	03/06/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	17/04/2017	15/04/2018	17/01/2019	01/11/2020	29/11/2021	-	24/02/2023	03/03/2024
17/01/2010	22/03/2011	04/02/2012	03/06/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	17/04/2017	13/05/2018	17/01/2019	14/11/2020	29/11/2021	-	24/02/2023	10/03/2024
07/03/2010	22/03/2011	04/02/2012	03/06/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	20/05/2017	13/07/2018	17/01/2019	-	29/11/2021	-	24/02/2023	04/03/2024
27/03/2010	22/01/2011	04/02/2012	30/06/2013	20/04/2014	20/04/2015	10/01/2016	07/06/2017	14/07/2018	17/01/2019	-	29/11/2021	-	24/02/2023	11/03/2024
27/03/2010	16/01/2011	04/02/2012	17/05/2013	20/04/2014	20/04/2015	10/01/2016	29/06/2017	14/07/2018	17/01/2019	-	29/11/2021	-	24/02/2023	11/03/2024
27/03/2010	16/01/2011	04/02/2012	12/02/2013	20/04/2014	20/04/2015	10/01/2016	29/06/2017	14/07/2018	17/01/2019	-	29/11/2021	-	24/02/2023	17/06/2024
27/03/2010	23/01/2011	04/02/2012	02/05/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	23/06/2017	14/07/2018	17/01/2019	-	29/11/2021	-	24/02/2023	-
05/06/2010	28/03/2011	04/02/2012	27/05/2013	18/04/2014	02/04/2015	24/01/2016	23/06/2017	14/07/2018	02/02/2019	-	29/11/2021	-	24/02/2023	-
05/06/2010	19/04/2011	04/02/2012	24/03/2013	20/04/2014	02/04/2015	24/01/2016	23/06/2017	06/08/2018	20/02/2019	-	29/11/2021	-	14/03/2023	-
05/06/2010	19/04/2011	04/02/2012	15/02/2013	18/04/2014	02/04/2015	24/01/2016	07/06/2017	06/08/2018	19/04/2019	-	29/11/2021	-	15/06/2023	-
05/06/2010	22/06/2011	12/02/2012	24/03/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	06/08/2018	19/05/2019	-	29/11/2021	-	15/06/2023	-
05/06/2010	31/07/2011	04/02/2012	22/05/2013	20/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	06/08/2018	12/05/2019	-	29/11/2021	-	15/06/2023	-
06/06/2010	15/08/2011	04/02/2012	18/05/2013	06/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	06/08/2018	13/06/2019	-	29/11/2021	-	-	-
24/06/2010	16/09/2011	04/02/2012	18/05/2013	06/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	13/06/2019	-	29/11/2021	-	-	-
24/06/2010	10/11/2011	12/02/2012	18/05/2013	03/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	21/06/2019	-	29/11/2021	-	-	-
05/06/2010	19/12/2011	04/02/2012	15/02/2013	02/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	25/06/2019	-	29/11/2021	-	-	-
05/06/2010	-	04/02/2012	17/04/2013	28/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	22/09/2019	-	29/11/2021	-	-	-
05/07/2010	-	04/02/2012	09/04/2013	28/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	22/09/2019	-	29/11/2021	-	-	-
16/07/2010	-	04/02/2012	24/01/2013	06/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	30/09/2019	-	-	-	-	-

12/10/2010	-	04/02/2012	05/04/2013	06/02/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	21/09/2019	-	-	-	-	-
24/11/2010	-	23/02/2012	24/01/2013	20/01/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	25/09/2019	-	-	-	-	-
24/11/2010	-	12/02/2012	30/03/2013	03/01/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	11/08/2018	25/09/2019	-	-	-	-	-
20/11/2010	-	04/02/2012	30/03/2013	18/01/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	25/10/2019	-	-	-	-	-
20/11/2010	-	04/02/2012	04/01/2013	23/06/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	25/10/2019	-	-	-	-	-
11/11/2010	-	04/02/2012	04/01/2013	15/06/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	13/10/2019	-	-	-	-	-
11/11/2010	-	04/02/2012	15/02/2013	08/06/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	07/10/2019	-	-	-	-	-
29/11/2010	-	04/02/2012	09/04/2013	09/06/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	07/10/2019	-	-	-	-	-
29/11/2010	-	04/02/2012	17/04/2013	13/05/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	09/11/2019	-	-	-	-	-
09/12/2010	-	04/02/2012	-	14/05/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	15/08/2018	07/12/2019	-	-	-	-	-
09/12/2010	-	04/02/2012	-	01/03/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	19/12/2019	-	-	-	-	-
09/12/2010	-	04/02/2012	-	24/04/2014	02/04/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	19/12/2019	-	-	-	-	-
09/12/2010	-	04/02/2012	-	24/04/2014	04/02/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	19/12/2019	-	-	-	-	-
04/12/2010	-	04/02/2012	-	23/03/2014	21/02/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
04/12/2010	-	04/02/2012	-	23/03/2014	21/02/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
04/12/2010	-	04/02/2012	-	23/03/2014	21/02/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	12/02/2012	-	-	20/01/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	20/01/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	20/01/2015	24/02/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	20/01/2015	10/01/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	20/01/2015	24/02/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	20/01/2015	24/02/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	20/01/2015	07/02/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	12/02/2012	-	-	13/01/2015	10/02/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	13/01/2015	12/03/2016	16/07/2017	13/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	13/01/2015	15/03/2016	16/07/2017	14/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	26/01/2012	-	-	13/01/2015	15/03/2016	16/07/2017	14/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	11/01/2012	-	-	21/06/2015	17/03/2016	16/07/2017	14/10/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	28/04/2012	-	-	21/06/2015	17/03/2016	16/07/2017	14/10/2018	-	-	-	-	-	-

-	-	26/04/2012	-	-	21/06/2015	04/04/2016	16/07/2017	15/12/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	26/04/2012	-	-	21/06/2015	04/04/2016	16/07/2017	15/12/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	26/04/2012	-	-	21/06/2015	08/04/2016	16/07/2017	31/12/2018	-	-	-	-	-	-
-	-	15/04/2012	-	-	21/06/2015	08/04/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	16/05/2012	-	-	21/06/2015	10/04/2016	31/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	16/05/2012	-	-	15/03/2015	10/04/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	16/05/2012	-	-	21/06/2015	17/04/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	24/05/2012	-	-	15/03/2015	04/05/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	23/05/2012	-	-	08/05/2015	12/05/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	12/08/2012	-	-	11/05/2015	13/05/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	20/09/2012	-	-	11/05/2015	13/05/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	12/08/2012	-	-	23/05/2015	29/05/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	20/09/2012	-	-	23/05/2015	30/05/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	23/06/2012	-	-	01/05/2015	03/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	12/08/2012	-	-	15/03/2015	03/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	29/09/2012	-	-	01/05/2015	03/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	09/08/2012	-	-	01/03/2015	03/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	20/09/2012	-	-	27/03/2015	18/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	20/09/2012	-	-	27/03/2015	16/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	14/08/2012	-	-	27/03/2015	16/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	20/09/2012	-	-	27/09/2015	27/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	15/10/2012	-	-	31/08/2015	27/06/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	26/10/2012	-	-	02/08/2015	04/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	04/02/2012	-	-	02/08/2015	04/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	18/09/2015	04/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	09/11/2015	07/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	01/06/2015	09/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	01/06/2015	11/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	04/06/2015	15/07/2016	14/08/2017	-	-	-	-	-	-	-

-	-	-	-	-	02/08/2015	30/07/2016	12/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	02/08/2015	25/07/2016	05/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	12/07/2015	30/07/2016	26/08/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	12/07/2015	30/07/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	01/08/2016	16/07/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	30/09/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	30/09/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	14/10/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	08/11/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	08/12/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	08/12/2017	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	02/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	10/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	10/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	10/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	08/11/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	08/11/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	08/11/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	14/11/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	21/11/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	31/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	31/10/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	06/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-

-	-	-	-	-	-	06/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	13/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	13/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	14/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	21/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	22/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	22/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	22/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	22/12/2016	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: * Años de pandemia; ** Reporte hasta el 17 de junio de 2024

Fuente: Elaboración propia

Figura 1

Frecuencia absoluta de accidentes según horario en el periodo 2010-2024

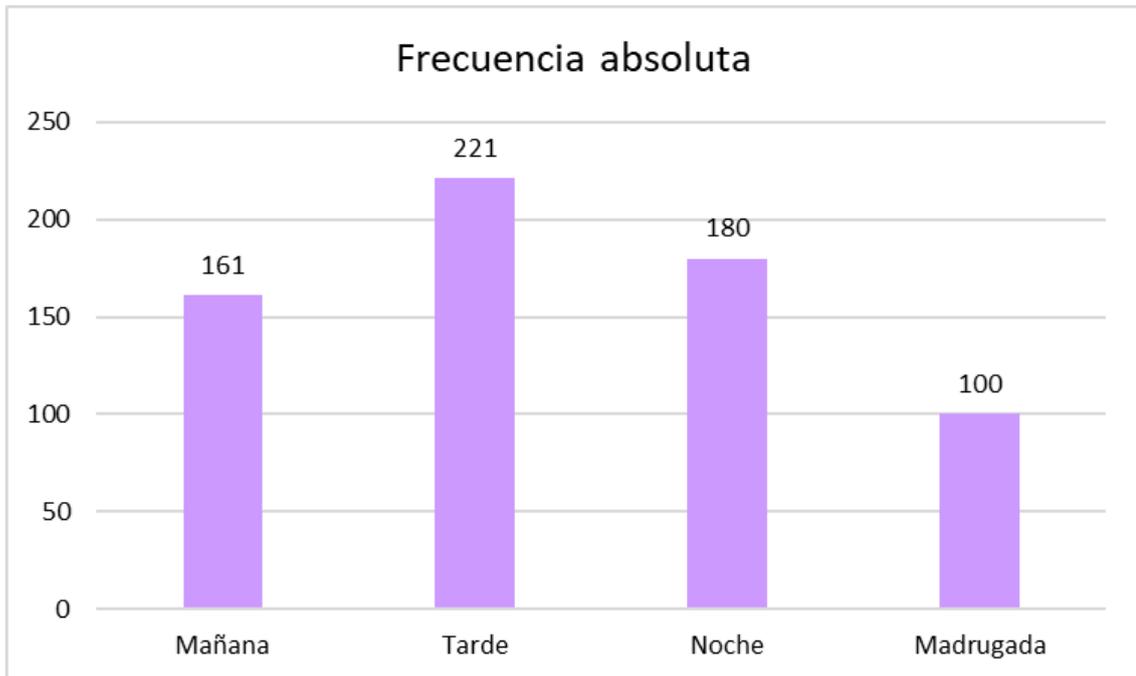


Figura 2

Frecuencia relativa de accidentes según horario en el periodo 2010-2024

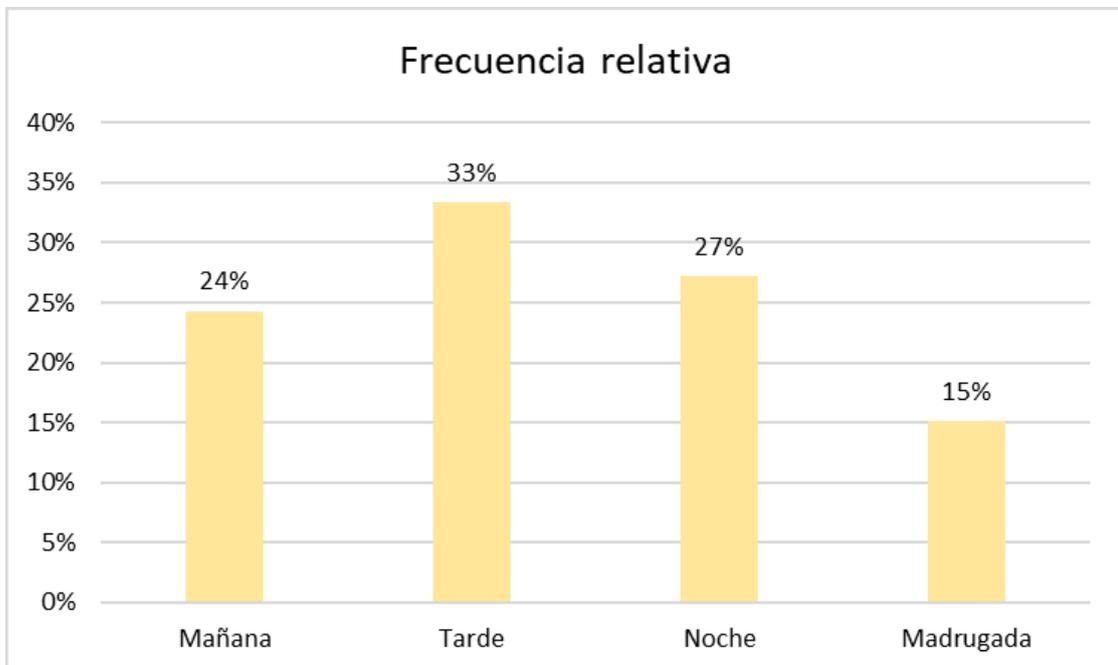


Tabla 6

Horarios de los accidentes reportados anualmente

Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020*	Año 2021*	Año 2022*	Año 2023	Año 2024**
Mañana	Noche	Noche	Noche	Mañana	Tarde	Tarde	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Noche	-	Tarde	Mañana
Noche	Tarde	Noche	Tarde	Mañana	Tarde	Tarde	Tarde	Tarde	Noche	Mañana	Noche	-	Tarde	Tarde
Tarde	Tarde	Noche	Tarde	Mañana	Tarde	Tarde	Tarde	Tarde	Noche	Mañana	Mañana	-	Tarde	Tarde
Madrugada	Noche	Noche	Mañana	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Tarde	Noche	Mañana	Mañana	-	Tarde	Madrugada
Madrugada	Noche	Noche	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	Noche	Mañana	Mañana	-	Mañana	Noche
Madrugada	Tarde	Noche	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Tarde	Madrugada	Noche	Mañana	Mañana	-	Mañana	Mañana
Madrugada	Tarde	Noche	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Noche	Mañana	-	Mañana	Noche
Tarde	Tarde	Noche	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Noche	Noche	Noche	-	Mañana	-	Mañana	Tarde
Noche	Mañana	Noche	Tarde	Mañana	Mañana	Noche	Mañana	Tarde	Noche	-	Mañana	-	Mañana	Mañana
Noche	Tarde	Noche	Tarde	Mañana	Mañana	Noche	Tarde	Tarde	Noche	-	Mañana	-	Mañana	Mañana
Noche	Tarde	Noche	Mañana	Mañana	Mañana	Noche	Tarde	Tarde	Noche	-	Mañana	-	Mañana	Mañana
Noche	Mañana	Noche	Mañana	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	Noche	-	Mañana	-	Mañana	-
Noche	Tarde	Noche	Tarde	Tarde	Tarde	Mañana	Madrugada	Tarde	Noche	-	Mañana	-	Mañana	-
Noche	Noche	Noche	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Madrugada	Mañana	Noche	-	Mañana	-	Noche	-
Noche	Noche	Noche	Tarde	Tarde	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	-	Mañana	-	Tarde	-
Noche	Noche	Tarde	Tarde	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Mañana	-	Mañana	-	Tarde	-
Noche	Mañana	Noche	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	-	Mañana	-	Mañana	-
Mañana	Tarde	Noche	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	-	Mañana	-	-	-
Tarde	Tarde	Noche	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Tarde	-	Mañana	-	-	-
Tarde	Tarde	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Tarde	-	Mañana	-	-	-
Noche	Noche	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Mañana	-	Mañana	-	-	-
Noche	-	Noche	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Mañana	-	Mañana	-	-	-
Tarde	-	Noche	Mañana	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Mañana	-	Mañana	-	-	-
Tarde	-	Noche	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Mañana	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	Madrugada	Madrugada	-	-	-	-	-	-
Mañana		Noche	Tarde	Tarde	Tarde	Noche		Noche	Mañana					

Tarde	-	Mañana	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Tarde	-	-	-	-	-
Tarde	-	Tarde	Tarde	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Noche	Tarde	-	-	-	-	-
Mañana	-	Noche	Tarde	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-
Mañana	-	Noche	Tarde	Noche	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-
Tarde	-	Noche	Tarde	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Madrugada	-	-	-	-	-
Tarde	-	Noche	Madrugada	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-
Noche	-	Noche	Mañana	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-
Noche	-	Noche	Noche	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Tarde	-	-	-	-	-
Tarde	-	Noche	-	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	Madrugada	-	-	-	-	-
Tarde	-	Noche	-	Madrugada	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	Madrugada	-	-	-	-	-
Tarde	-	Noche	-	Tarde	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	Madrugada	-	-	-	-	-
Tarde	-	Noche	-	Tarde	Noche	Noche	Madrugada	Tarde	Madrugada	-	-	-	-	-
Mañana	-	Noche	-	Tarde	Noche	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
Mañana	-	Noche	-	Tarde	Noche	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
Madrugada	-	Noche	-	Tarde	Noche	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
Madrugada	-	Tarde	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Tarde	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Tarde	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Tarde	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Tarde	-	-	Tarde	Mañana	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Madrugada	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Noche	-	-	Tarde	Madrugada	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Tarde	-	-	Tarde	Tarde	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Tarde	-	-	Tarde	Tarde	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Madrugada	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-
-	-	Madrugada	-	-	Tarde	Tarde	Madrugada	Tarde	-	-	-	-	-	-

-	Madrugada	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-
-	Tarde	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Tarde	Mañana	Tarde	-	-	-	-	-	-	-
-	Noche	-	-	Madrugada	Mañana	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Tarde	Mañana	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	Tarde	-	-	Madrugada	Mañana	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	Tarde	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	Mañana	-	-	Tarde	Noche	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Tarde	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Mañana	-	-	Madrugada	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Madrugada	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Mañana	-	-	Mañana	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Mañana	-	-	Madrugada	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Mañana	-	-	Mañana	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Madrugada	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Tarde	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Tarde	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Mañana	-	-	Tarde	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Madrugada	-	-	Madrugada	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Tarde	-	-	Tarde	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Tarde	-	-	Mañana	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	Noche	-	-	Mañana	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Tarde	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Noche	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Noche	Madrugada	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Noche	Tarde	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Tarde	Mañana	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Mañana	Tarde	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Mañana	Tarde	Tarde	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	Noche	Tarde	Tarde	-	-	-	-	-	-	-

-	-	-	-	-	Mañana	Tarde	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	Tarde	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	Tarde	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	Mañana	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Madrugada	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Tarde	-	-	-	-	-	-	-	-

-	-	-	-	-	-	Noche	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	Mañana	-	-	-	-	-	-	-	-

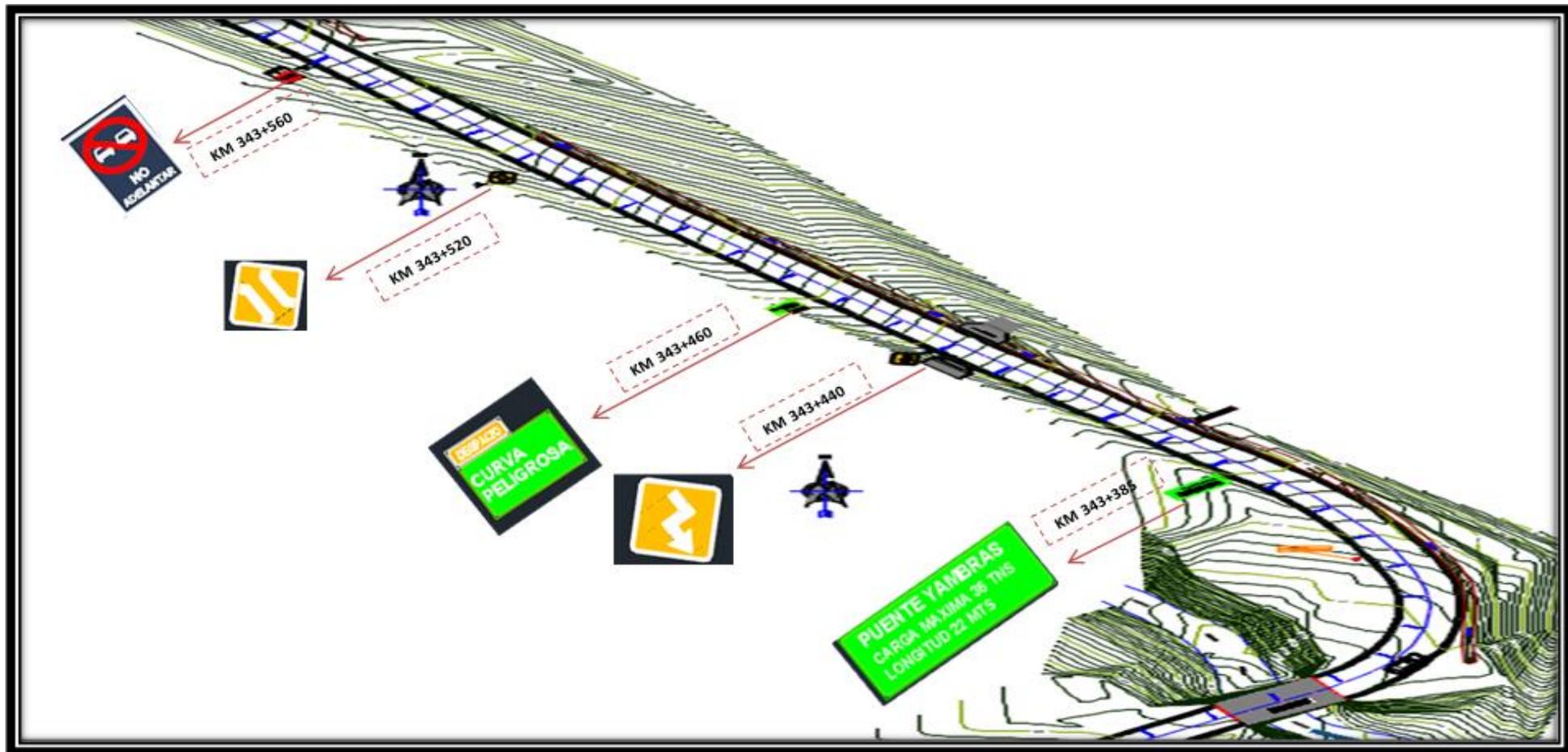
Nota: * Años de pandemia; ** Reporte hasta el 17 de junio de 2024

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 1 y 2, basadas en cálculos realizados en Excel con los datos de la tabla 5, se observa que de un total de 662 accidentes reportados en el periodo 2010-2024 en el tramo del km. 343+000 al km. 344+000 de la carretera Fernando Belaúnde Terry, la mayoría, el 33%, se reportó en el horario de la tarde; seguido del 27% que se reportó en horario de la noche; 24% en horario de la mañana; y 15% en horario de la madrugada.

Figura 3

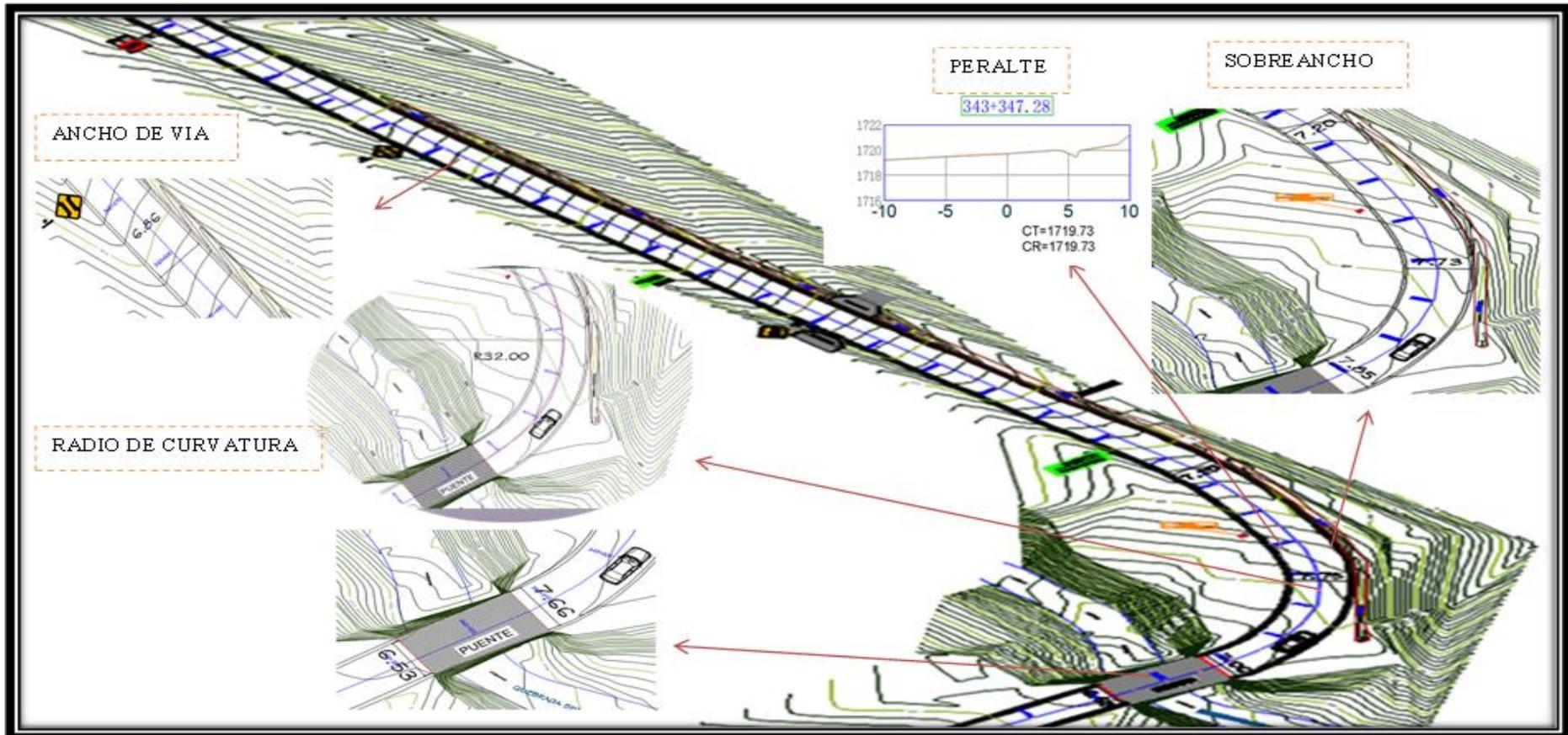
Vista en planta de los dispositivos de control tramo km 343-344 de la carretera Fernando Belaúnde Terry



Fuente: Civil 3D, 2024.

Figura 4

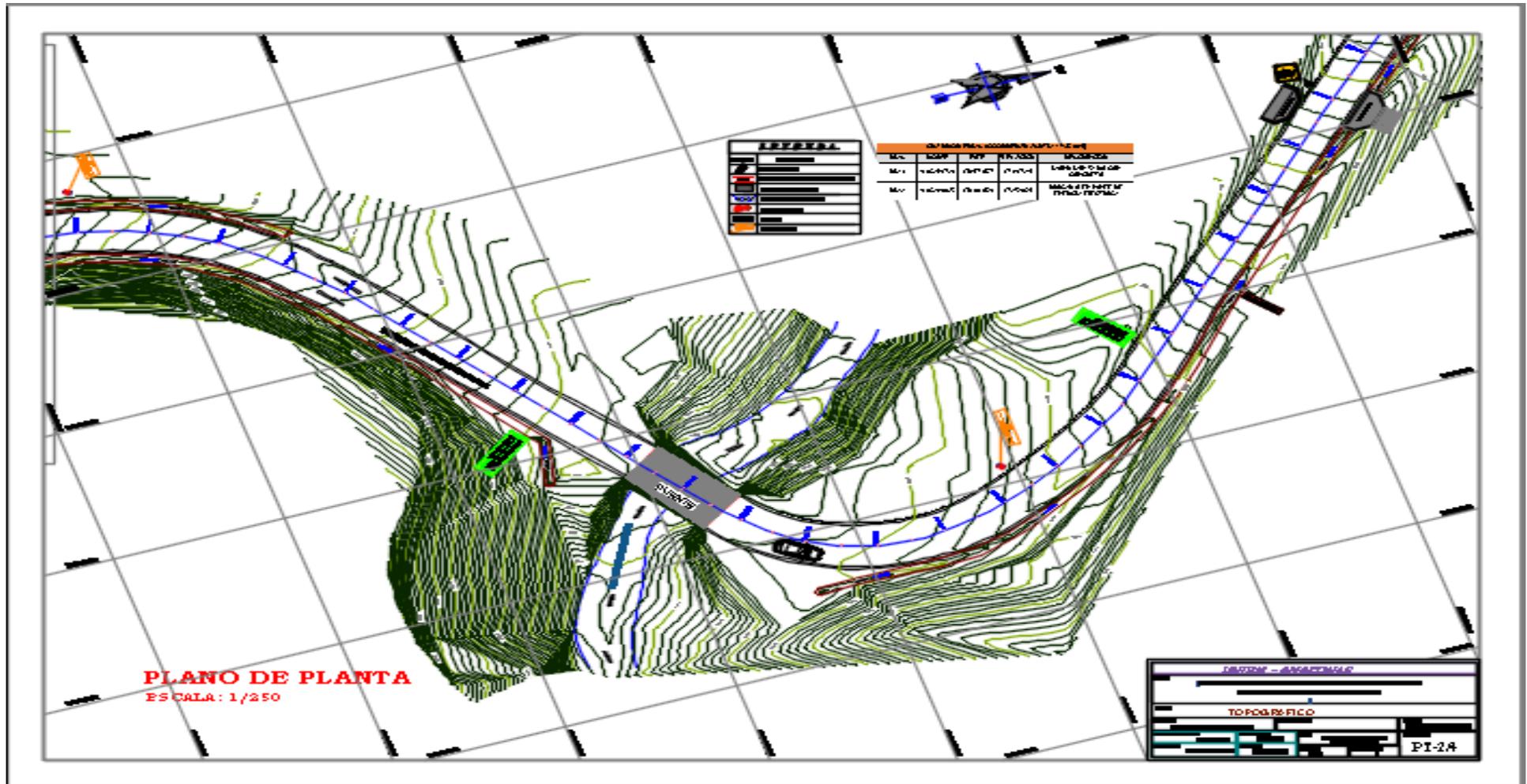
Diseño de planta del diseño geométrico del tramo km 343-344 de la carretera Fernando Belaúnde Terry



Fuente: Civil 3D, 2024.

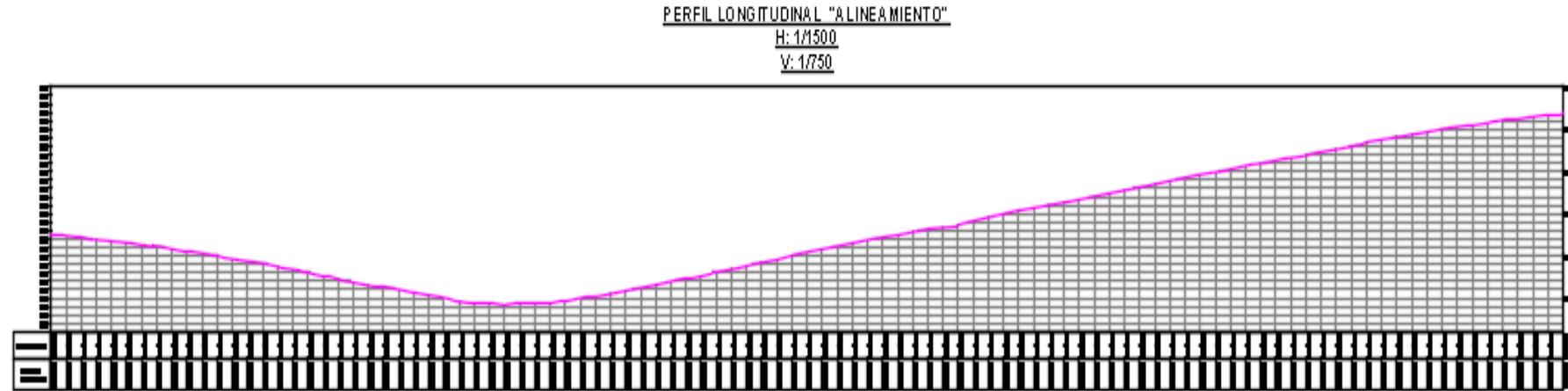
Figura 5

Plano de planta



Fuente: Civil 3D, 2024.

Figura 6
Plano de perfil



Fuente: Civil 3D, 2024.

Figura 7
Leyenda del plano de planta

CUADRO DE BMS (COORDENADAS UTM - WGS84)					<u>L E Y E N D A</u>	
BMS	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCION
BM1	9362497.9	178471.57	1719.724	MONUMENTADO CON CONCRETO		BENCH MARK
BM2	9362390.5	178381.59	1725.964	UBICADO EN POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA		BENCH MARK

	ALCANTARILLA
	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO
	HUNDIMIENTO DE VÍA
	QUEBRADA SHUCAYACU
	POSTES DE LUZ
	PUENTE

Fuente: Civil 3D, 2024.

Tabla 7

Resultados de los dispositivos de control de tránsito y el diseño geométrico de carreteras según las Figuras 3 y 4 en el KM 444+00 – 343+300 carretera Fernando Belaunde Terry, en el tramo Buenos aires, Pomacochas

	Dispositivo	Ubicación	Descripción
1	Mantenga su derecha	KM 343+880	Señalización vertical
2	Reduzca su velocidad	KM 343+880	Señalización vertical
3	Hundimiento a 100m	KM 343+780	Señalización vertical
4	Tramo crítico	KM 343+580	Señalización vertical
5	No adelantar	KM 343+560	Señalización vertical
6	Puente angosto	KM 343+520	Señalización vertical
7	Despacio curva peligrosa	KM 343+460	Señalización vertical
8	Curva y contracurva peligrosa	KM 343+440	Señalización vertical
9	Puente Yambras	KM 343+385	Señalización vertical
10	Transición de la curva	KM 343+370 – 343+310	Inicio y fin
11	Punto Crítico de accidentes	KM 343+313 – 343+291	Punto de despiste de vehículos
Tramo	KM	Descripción	Parámetros
1	343+970 - 343+370	Tramo en tangente	Longitud: 600 m, Ancho promedio de vía: 7 m
2	343+370 - 343+310	Curva de transición	Longitud :60m, Radio de curvatura: 32 m, Peralte: 5.37%, Sobreechancho: 85cm
3	343+313 - 343+291	Puente. punto de los accidentes.	Longitud: 22 m, Ancho inicial: 7.66 m, Ancho final: 6.53

Fuente: Levantamiento topográfico dibujo Civil 3D, 2024.

Según la Tabla 3 el diseño geométrico de la carretera evaluado no cumple con algunas normas y estándares establecidos en el Diseño Geométrico de Carreteras 2018 (DG-2018) de Perú.

No conformidades

1. Radio de curvatura: La curva de transición (KM 343+370 - 343+310) tiene un radio de curvatura de 32 m, que es menor que el radio mínimo recomendado de 150 m para velocidades superiores a 60 km/h (DG-2018, Sección 4.2.2).
2. Sobreechancho: El sobreechancho en la curva de transición (KM 343+370 - 343+310) es de 85 cm, que es menor que el sobreechancho mínimo recomendado de 1.2 m (DG-2018, Sección 4.4.2).

3. Ancho de vía en puentes: El ancho final del puente (KM 343+313 - 343+291) es de 6.53 m, que es menor que el ancho mínimo recomendado de 6.5 m (DG-2018, Sección 5.3.1).

Aunque la señalización actual cumple con las normas, puede no ser suficiente para transmitir efectivamente el peligro de la curva. En ese caso, se podrían considerar mejoras en la señalización para aumentar la conciencia y precaución de los conductores

- Señalización vertical:

- No adelantar (KM 343+560): Cumple con la norma del Manual de Señalización Vial del Perú (MSVP), Sección 2.3.1: Señales de advertencia de peligro.

- Puente angosto (KM 343+520): Cumple con la norma del MSVP, Sección 2.3.2: Señales de advertencia de obstáculos.

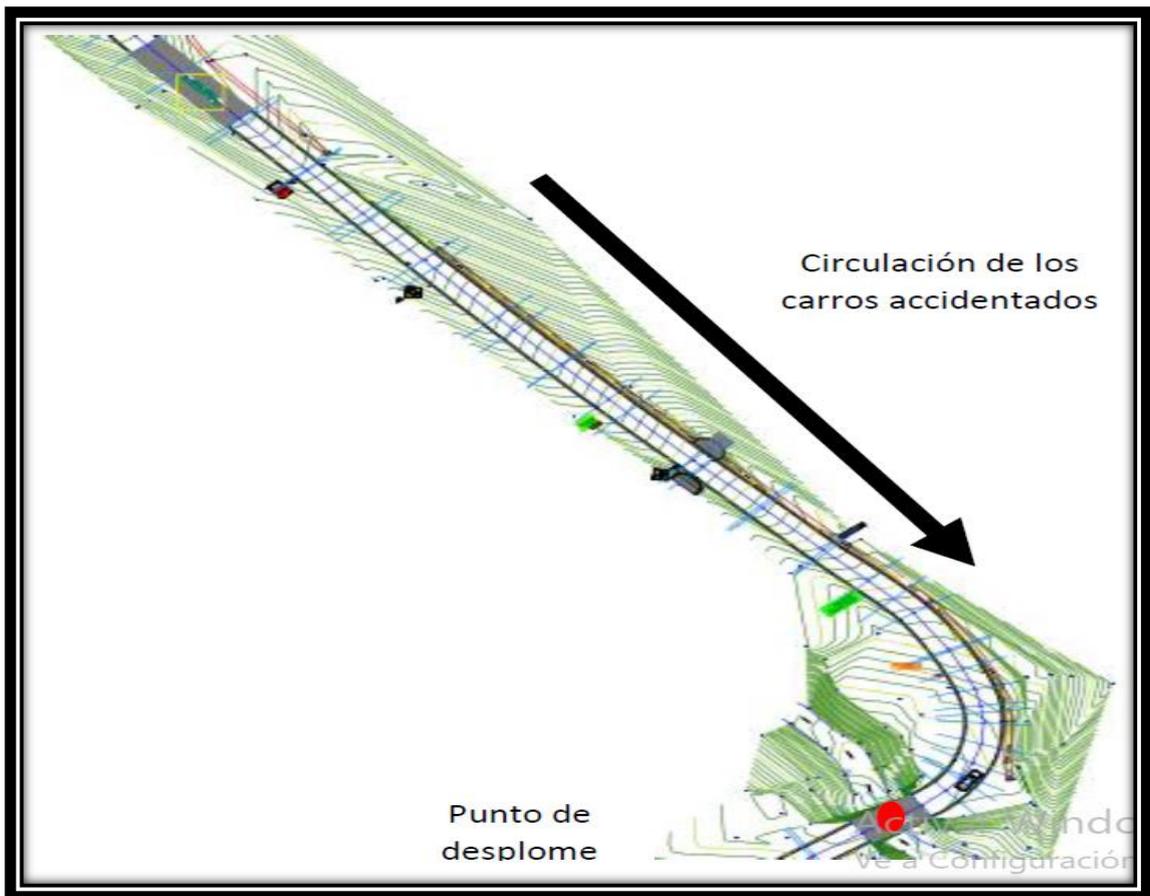
- Despacio curva peligrosa (KM 343+460): Cumple con la norma del MSVP, Sección 2.3.3: Señales de advertencia de curvas.

- Curva y contracurva peligrosa (KM 343+440): Cumple con la norma del MSVP, Sección 2.3.3: Señales de advertencia de curvas.

- Puente Yambras (KM 343+385): Cumple con la norma del MSVP, Sección 2.3.2: Señales de advertencia de obstáculos.

Figura 8

Lugar de los accidentes ubicado en el puente Yambras



Fuente: Elaboración propia.

Los accidentes de tránsito que ocurren en el trayecto Buenos Aires - Pomacochas se concentran en el sentido de circulación correspondiente a los kilómetros 343+290 a 343+700, especialmente en las proximidades del puente, tal como se indica en el plano. Estos incidentes afectan predominantemente a los buses interprovinciales, cuyo tamaño estándar es de 14 metros de longitud, 2.6 metros de ancho y 4.1 metros de altura. La principal causa identificada de estos accidentes es el diseño inapropiado de la curva en esta sección de la carretera, donde el radio de curvatura es insuficiente y la tangente de la curva incentiva a los conductores a abordarla a alta velocidad.

Tabla 8*Cantidad de vehículos en la carretera (en miles)*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
AÑUAL	226,812	256,001	250,005	239,461	247,019	261,281	289,485	314,711	307,532	306,029	253,422	344,633	347,427	340,229
LIGEROS	110,261	134,820	130,918	119,833	127,908	140,790	155,600	173,352	176,759	174,793	142,618	218,063	218,421	210,853
PESADOS	116,551	121,181	119,087	119,628	119,111	120,491	133,885	141,359	130,773	131,236	110,804	126,570	129,006	129,376

En este caso, el tráfico diario promedio anual (ADT) es de aproximadamente 945 vehículos por día que transitan por este tramo KM 444+00 – 343+300 carretera Fernando Belaúnde Terry. Según esta clasificación, la carretera podría considerarse como una carretera de densidad media (CM).

Según el análisis de la Tabla 3, el tramo estudiado no está diseñado para vehículos pesados o de gran tamaño, debido a las siguientes características:

- Radio de curvatura mínimo de 32 m (recomendado 150 m)
- Ancho de vía de 7 m (recomendado 6,5 m mínimo)
- Peralte máximo de 5,37% (recomendado 6% máximo)
- Sobreelevación insuficiente (85 cm, recomendado 1,2 m mínimo)

- Puente angosto (ancho final de 6,53 m)

Además de la **Tabla 3**, el tramo estudiado parece estar diseñado para una velocidad de operación promedio de aproximadamente 60 km/h.

Este valor se basa en:

- Radio de curvatura mínimo de 32 m (recomendado 150 m para velocidades > 60 km/h)
- Peralte máximo de 5,37% (recomendado 6% máximo para velocidades < 60 km/h)
- Sobreebanco insuficiente (85 cm, recomendado 1,2 m mínimo para velocidades > 60 km/h)
- Ancho de vía de 7 m (recomendado 6,5 m mínimo para velocidades < 60 km/h)

Estas características sugieren que el tramo no está diseñado para velocidades altas, sino más bien para velocidades moderadas.

Pruebas de hipótesis

Hipótesis general

Ho: La geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito no influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Ha. La geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

La información presentada sugiere que ambos factores -la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito- son determinantes en la ocurrencia de accidentes. La alta incidencia de 44.13 accidentes por año en el tramo del km. 343+000 al km. 344+000 destaca la importancia de considerar tanto el diseño de la carretera como la eficacia de los dispositivos de control. La deficiencia en el diseño de la curva, que se ha identificado como una de las principales causas de estos accidentes, junto con la necesidad de mejorar la señalización y otras medidas de control, refuerza la hipótesis alternativa. Existe evidencia suficiente para aceptar que la combinación de estos factores contribuye de manera significativa a la incidencia de accidentes de tránsito. Se acepta la hipótesis alternativa que establece que la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry

Primera hipótesis específica

Ho: La geometría de la carretera no influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Ha. La geometría de la carretera influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Los hallazgos indican claramente que la geometría de la carretera, especialmente en el tramo mencionado, tiene un impacto significativo en la frecuencia de accidentes. El

diseño inapropiado de la curva, caracterizado por un radio de curvatura insuficiente, se ha identificado como un factor crítico que propicia la ocurrencia de siniestros, particularmente en vehículos de gran tamaño como los buses interprovinciales. La concentración del 33% de los accidentes en el horario de la tarde también sugiere que el comportamiento del tráfico interactúa negativamente con las deficiencias del diseño geométrico de la carretera. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que la geometría de la carretera influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Segunda hipótesis específica

Ho: Los dispositivos de control de tránsito no influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

Ha. Los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

La evaluación de los datos revela que la implementación de dispositivos de control de tránsito podría tener un efecto beneficioso en la reducción de la incidencia de accidentes. La falta de medidas adecuadas, como señalización clara y semáforos de advertencia, en combinación con la inadecuada geometría de la carretera, ha contribuido al alto número de accidentes reportados. La propuesta de incorporar dispositivos como barreras de contención y señales de reducción de velocidad demuestra la importancia de complementar el diseño de la carretera con medidas efectivas de control de tránsito. Dado que la interacción entre los dispositivos de control y la geometría de la carretera es fundamental, se apoya firmemente la hipótesis de que la mejora en el control del tránsito podría influir significativamente en la disminución de la incidencia de accidentes en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. Por tanto, se acepta la hipótesis alternativa que establece que los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

IV. DISCUSIÓN

Con respecto a la hipótesis general, la información presentada sugiere que ambos factores -la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito- son determinantes en la ocurrencia de accidentes. La alta incidencia de 44.13 accidentes por año en el tramo del km. 343+000 al km. 344+000 destaca la importancia de considerar tanto el diseño de la carretera como la eficacia de los dispositivos de control. La deficiencia en el diseño de la curva, que se ha identificado como una de las principales causas de estos accidentes, junto con la necesidad de mejorar la señalización y otras medidas de control, refuerza la hipótesis alternativa. Existe evidencia suficiente para aceptar que la combinación de estos factores contribuye de manera significativa a la incidencia de accidentes de tránsito. Se acepta la hipótesis alternativa que establece que la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. Los hallazgos validan la hipótesis general planteada, que sugiere que tanto la geometría de las carreteras como los dispositivos de control son factores determinantes en la ocurrencia de accidentes. Esta conclusión se ve respaldada por estudios como el de Jima y Sipos (2022), que demostraron una relación significativa entre la geometría de las carreteras y la frecuencia y severidad de los accidentes. En este sentido, el diseño inapropiado de la curva en el tramo estudiado se identifica como un factor crítico en la ocurrencia de siniestros, en concordancia con la evidencia que indica que curvas con radios de curvatura inadecuados están asociadas a mayores tasas de accidentes, particularmente en vehículos de gran tamaño.

Los resultados sugieren que tanto la geometría de la carretera como los dispositivos de control de tránsito son factores determinantes en la ocurrencia de accidentes de tránsito en el tramo estudiado de la Carretera Fernando Belaúnde Terry. La alta incidencia de accidentes, especialmente en el km. 343+000 al km. 344+000, destaca la importancia de considerar ambos elementos en el diseño vial. La evidencia presentada es suficiente para aceptar la hipótesis alternativa que establece que la combinación de estos factores contribuye significativamente a la incidencia de accidentes, lo cual es respaldado por las investigaciones científica de Galante et al. (2022); Jima y Sipos, (2022) y Lemena et al. (2020).

Con respecto a la primera hipótesis específica, los hallazgos indican claramente que la geometría de la carretera, especialmente en el tramo mencionado, tiene un impacto significativo en la frecuencia de accidentes. El diseño inapropiado de la curva, caracterizado por un radio de curvatura insuficiente, se ha identificado como un factor crítico que propicia la ocurrencia de siniestros, particularmente en vehículos de gran tamaño como los buses interprovinciales. La concentración del 33% de los accidentes en el horario de la tarde también sugiere que el comportamiento del tráfico interactúa negativamente con las deficiencias del diseño geométrico de la carretera. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que la geometría de la carretera influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. En relación a la primera hipótesis específica, los resultados indican claramente que la geometría de la carretera tiene un impacto significativo en la ocurrencia de accidentes. La concentración de accidentes en horas específicas, como el horario de la tarde, sugiere que el comportamiento del tráfico puede exacerbar las deficiencias del diseño geométrico. Este hallazgo refuerza lo documentado por Franco y Huamantlica (2021), que reconocen que las características geométricas de la carretera desempeñan un papel clave en la seguridad vial. En consecuencia, es crucial considerar no solo los aspectos técnicos del diseño geométrico, sino también el comportamiento de los usuarios en relación con estas características.

La evidencia presentada indica que la geometría de la carretera, particularmente el diseño de curvas, juega un papel crucial en la generación de accidentes. Se ha observado que un radio de curvatura inadecuado y la deficiencia de la señalización aumentan la probabilidad de accidentes, lo que coincide con las observaciones de Galante et al. (2022), quienes indicaron que los comportamientos de los usuarios pueden ser mejorados mediante medidas perceptuales y de señalización adecuadas. Esto refuerza la necesidad de un rediseño geométrico que cumpla con estándares efectivos, tal como señalaban Paikun et al. (2021) en su estudio sobre la viabilidad geométrica de carreteras. El análisis reveló que el 33% de los accidentes ocurren en horario de tarde, lo cual está en consonancia con lo encontrado por Jima y Sipos (2022), donde se identificó que el intervalo de tiempo de 16:01 a 17:00 era el de mayor frecuencia para la ocurrencia de accidentes, sugiriendo que el aumento del volumen de tráfico en combinación con deficiencias geométricas incrementa el riesgo.

Con respecto a la segunda hipótesis específica, la evaluación de los datos revela que la implementación de dispositivos de control de tránsito podría tener un efecto beneficioso en la reducción de la incidencia de accidentes. La falta de medidas adecuadas, como señalización clara y semáforos de advertencia, en combinación con la inadecuada geometría de la carretera, ha contribuido al alto número de accidentes reportados. La propuesta de incorporar dispositivos como barreras de contención y señales de reducción de velocidad demuestra la importancia de complementar el diseño de la carretera con medidas efectivas de control de tránsito. Dado que la interacción entre los dispositivos de control y la geometría de la carretera es fundamental, se apoya firmemente la hipótesis de que la mejora en el control del tránsito podría influir significativamente en la disminución de la incidencia de accidentes en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. Por tanto, se acepta la hipótesis alternativa que establece que los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. Con respecto a la segunda hipótesis específica, la investigación revela que la implementación de dispositivos de control de tránsito tiene el potencial de reducir significativamente la incidencia de accidentes. La falta de señalización adecuada y otros dispositivos de control evidencian la necesidad de una mejora sustancial en la seguridad vial. La evaluación de la segunda hipótesis específica ha indicado que la implementación de dispositivos de control podría reducir significativamente la incidencia de accidentes. Este resultado respalda el trabajo de Lemena et al. (2020), quienes encontraron que los dispositivos de control de acceso y características geométricas influyen en la reducción de accidentes. Asimismo, Guerra y Vázquez (2022) confirmaron que la deficiencia en la implementación de estos dispositivos impacta negativamente en la seguridad vial, lo que se refleja en los altos índices de siniestralidad observados en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.

La incorporación de medidas tales como barreras de contención y señales de reducción de velocidad, propuestas en este estudio, es coherente con las recomendaciones de Álvarez et al. (2020) sobre la necesidad de identificar y rediseñar intersecciones y curvas peligrosas. La interrelación entre la geometría de la carretera y los dispositivos de control resalta la importancia de un enfoque sistémico para implementar soluciones efectivas para la seguridad vial.

V. CONCLUSIONES

El presente estudio ha analizado el diseño geométrico y la seguridad vial del tramo vial ubicado entre el km 343+970 y km 343+291. A continuación, se presentan las siguientes conclusiones:

La cantidad diaria de 945 vehículos que transitan por el puente representa un volumen significativo de tráfico, lo que aumenta el riesgo de accidentes y despistes, especialmente considerando la geometría crítica del puente y la señalización inadecuada.

La relación entre la cantidad de vehículos y la tasa de accidentes es notable. Los resultados sugieren que la infraestructura vial actual no es adecuada para manejar el volumen de tráfico, lo que pone en riesgo la seguridad vial.

Alto número de accidentes: 662 accidentes es un número significativo, lo que indica una problemática de seguridad vial en la carretera Fernando Belaúnde Terry.

Tasa de accidentes elevada: La incidencia de 44.13 accidentes por 100 millones de vehículos-kilómetro es superior a la media nacional o internacional, lo que sugiere una necesidad de intervención

Los datos de accidentes muestran una mayor frecuencia durante las horas pico (mañana/tarde), resaltando la importancia de implementar medidas de gestión de tráfico-ñ- para reducir la congestión.

Necesidad de medidas correctivas: Es necesario implementar medidas para reducir la tasa de accidentes, como mejorar la infraestructura vial, aumentar la vigilancia y educación vial, y revisar la señalización y diseño geométrico.

Este estudio resalta la importancia de investigar y analizar los accidentes de tránsito para identificar causas y implementar soluciones efectivas.

La combinación de un tramo en tangente de 600 m y una curva con radio de 32 m en el puente, junto con una señalización inadecuada, crea un punto crítico de seguridad que aumenta el riesgo de despistes y accidentes.

Factores contribuyentes:

1.- Diseño geométrico: La transición abrupta de una tangente a una curva con radio pequeño (32 m) puede sorprender a los conductores.

2.- Los resultados de los dispositivos de control de este estudio sugieren que se requiere una mayor atención y precaución por parte de los conductores en la curva del puente Yambras, y que la mejora de la señalización podría ser una medida efectiva para reducir la cantidad de accidentes.

La velocidad excesiva y el tipo de vehículo son factores clave en la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera Fernando Belaunde Terry. La velocidad promedio superior a 60 km/h y la preponderancia de vehículos ligeros (60%) aumentan el riesgo de accidentes, mientras que los vehículos pesados (40%) pueden causar daños más graves. Para mitigar este problema, se recomienda reducir la velocidad límite, implementar tecnologías de control de velocidad, mejorar la infraestructura vial y promover la educación vial, con el objetivo de disminuir significativamente el número de accidentes y víctimas.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendaciones para el tramo

1. Instalar señales de tráfico adicionales en la curva de transición (KM 343+370 - 343+310) para alertar a los conductores sobre la velocidad y el radio de curvatura.
2. Mejorar la iluminación en el puente Yambras (KM 343+385) para mejorar la visibilidad nocturna.
3. Ampliar el sobreebanco en la curva de transición (KM 343+370 - 343+310) para mejorar la estabilidad de los vehículos.
4. Instalar barreras de contención en el puente Yambras (KM 343+385) para prevenir accidentes.
5. Realizar estudios de tráfico para determinar la necesidad de reducir la velocidad límite en el tramo.

Recomendaciones para los dispositivos de control de tránsito

1. Instalar radares en la curva de transición (KM 343+370 - 343+310) para controlar la velocidad.
2. Colocar señales de advertencia de velocidad en los puntos de mayor riesgo.
3. Mejorar la visibilidad de las señales de tráfico existentes.

Recomendaciones para la infraestructura vial

1. Mejorar la superficie de rodadura en el tramo para reducir la velocidad.
2. Ampliar el ancho de vía en el puente Yambras (KM 343+385) para mejorar la seguridad.
3. Construir arcenes y áreas de descanso en el tramo.

Conclusión:

La implementación de estas recomendaciones puede reducir significativamente el riesgo de accidentes y despistes en el tramo vial estudiado, mejorando la seguridad vial y protegiendo la vida de los usuarios.

VII. REFERENCIAS

- Acosta Montedoro, M. W. (2023). *Capacitación, asistencia técnica y asesoría externa en investigación científica*. Lima, Perú: Editorial Red-Mundo.
- Aguilar, S. (2023). *Seguridad vial y su relación con los accidentes de tránsito en conductores y peatones de Lima Metropolitana y Callao en el año 2022* [Tesis de maestría, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio USIL. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b5a83695-5c17-4e21-905c-b8c2fc364bfa/content>.
- Álvarez, P., Fernández, M. A., Gordaliza, A., Mansilla, A. y Molinero, A. (2020). Geometric road design factors affecting the risk of urban run-off crashes. A case-control study. *PloS one*, 15(6), e0234564. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234564>.
- Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- Cerda, H. (2021). *Los elementos de investigación*. Magisterio.
- DEC-CONEAU. (2017). *Elaboración y validación de instrumentos de evaluación de competencias profesionales*. Lima, Perú: Ministerio de Educación, SINEACE, Consejo de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Superior Universitaria. Disponible en: <https://www.sineace.gob.pe/wp-content/uploads/2017/03/03-Guia-elaboracion-Instrumentos-evaluacion.pdf>.
- Defensoría del Pueblo. (2023). *Por una Agencia Nacional de Seguridad Vial. Reporte Defensorial de accidentes de tránsito N° 01- Abril 2023 Adjuntía del Medio Ambiente, Servicios Públicos y Pueblos Indígenas*. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2023/04/Reporte-Defensorial-de-accidentes-de-tr%C3%A1nsito-N01-Abril-2023.pdf>.

- Fainete, S. (2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(8), 82-95.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>
- Franco, B. y Huamanttica, C. (2021). *Planteamiento de mejoras y análisis del diseño geométrico, dispositivos de control de tránsito y flujo vehicular de la accidentabilidad de la Carretera Nacional Pe-3s del tramo Cusco – Urcos, estimado mediante la aplicación del manual de seguridad vial peruano (MSV 2017) y la metodología del HSM (2010)* [Tesis de título profesional, Universidad Andina del Cusco].
- Franco, B. y Huamanttica, C. (2021). *Planteamiento de mejoras y análisis del diseño geométrico, dispositivos de control de tránsito y flujo vehicular de la accidentabilidad de la Carretera Nacional Pe-3s del tramo Cusco – Urcos, estimado mediante la aplicación del manual de seguridad vial peruano (MSV 2017) y la metodología del HSM (2010)* [Tesis de título profesional, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio UANDINA. Disponible en: https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/5545/Britany_Carmen_Tesis_bachiller_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Galante, F., Mauriello, F., Perneti, M., Rella Riccardi, M. y Montella, A. (2022). Effects of Traffic Control Devices on Rural Curve Lateral Position. *Transportation Research Record*, 2676(1), 162-180. <https://doi.org/10.1177/03611981211034718>.
- García, A., Camacho, F. y Pérez, A. (s/f). *Consistencia del diseño geométrico de carreteras: concepto y criterios*. Universitat Politècnica de Valencia. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30542/Consistencia%20del%20Dise%F1o%20Geom%20E9trico%20de%20Carreteras%20Concepto%20y%20Criterios%2020130605.pdf?sequence=1>.
- González, J. (2021). *Técnicas de investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario (Vol. 171)*. Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha.

- Guerra, A. y Vazquez, H. (2022). *Influencia de dispositivos de control de tránsito en la seguridad vial de la carretera departamental JU-108, tramo: Vilcacoto – Abra Huaytapallana, Huancayo- 2022* [Tesis de título profesional, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/101089/Guerra_TAM-Vasquez_PHV-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
- Hernández, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill Education. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw- Hill.
- Institute of Transportation Engineers. (2004). *Traffic Control Devices: Uses and Misuses*. California, EEUU. Disponible en: <https://www.cityofnapa.org/DocumentCenter/View/997/Traffic-Control-Devices-PDF>.
- Jima, D. y Sipos, T. (2022). The Impact of Road Geometric Formation on Traffic Crash and Its Severity Level. *Sustainability*; 14(14):8475. <https://doi.org/10.3390/su14148475>.
- Lemena, B., Quezon, E. y Durga. (2020). Influence of Traffic Access Control Devices and Road Geometric Characteristics on Traffic Crashes along Rural Two-Lane Road: Case Study in Gedeo Zone, Ethiopia. *Researchgate*.
- Lévano, J. y Santillán, M. (2018). Incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry: análisis y propuestas de mejora. *Revista de Ingeniería Vial*, 12(2), 45-56.

- Llanos, M. (2022). *Niveles de riesgo derivados por la inobservancia de los parámetros geométricos en la concentración de accidentes en 5 km de la carretera Fernando Belaúnde Terry, provincia Bongará, departamento Amazonas* [Tesis de título profesional, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/11562/llanos_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Dirección general de caminos y ferrocarriles. Manual de carreteras: diseño geométrico. Dg – 2018*. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras 2016. RD N° 016-2016-MTC/14*. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles Dirección de Normatividad Vial. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf.
- Morillas, A. (2007). *Muestreo en poblaciones finitas*. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN3401/1/material_docente/bajar?id_material=280296.
- Muñoz, D. Y. (2023). *Evaluación de la influencia del diseño geométrico en los accidentes de la carretera Pomalca - Saltur - Sipán Pampagrande – distritos de Pomalca – Zaña - Chongoyape, 2021* [Tesis de título profesional, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
- Naciones Unidas. (2021). *Statistics of road traffic accidents in Europe and North America*. UNECE. Disponible en: https://unece.org/sites/default/files/2022-01/2113621_E_pdf_web.pdf.
- Paikun, P., Andriani, R. W., Destaman, F. y Winardi, D. (2021). Road geometric feasibility in road Sagaranten – Tegalbuleud km.bdg 175 +

100. *ASTONJADRO*, 10(1),117–134.

<https://doi.org/10.32832/astonjado.v10i1.4213>.

Rodríguez Jiménez, Andrés y Pérez Jacinto, Alipio Omar. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, 2017, pp. 1-26.
<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>.

Rojas, A. (2018). *Las carreteras con más accidentes de tránsito en el Perú*. Diario el Comercio. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/peru/carreteras-accidentes-transito-peru-noticia-486171-noticia/>, el 19 de julio de 2024.

Softwaretestinghelp. (2022). *10+ best data collection tools with data gathering strategies*. Recuperado de: <https://www.softwaretestinghelp.com/data-collection-tools/>, el 25 de julio de 2024.

Supo, J. (2020). *Metodología de la investigación científica: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales*. Arequipa, Perú: Sociedad Hispana de Investigadores Científicos.

Tinuco Llacma, R. M. (2022). *Influencia del diseño geométrico sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito en la carretera Fernando Belaunde Terry tramo km 21+000 al km 31+000, año 2020* [Tesis de título profesional, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

Vizcaíno, P. I., Cedeño, R. J. y Maldonado, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERNANDO BELAÚNDE TERRY

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables																			
<p>Problema general ¿Cuál es la influencia de la geometría de la carretera en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry?</p> <p>Problemas específicos 1. ¿Cuál es la influencia de la geometría de la carretera en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry? 2. ¿Cuál es la influencia de los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry?</p>	<p>Objetivo general Determinar la influencia de la geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.</p> <p>Objetivos específicos 1. Determinar la influencia de la geometría de la carretera en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. 2. Determinar la influencia de los dispositivos de control de tránsito en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.</p>	<p>Hipótesis general La geometría de la carretera y los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.</p> <p>Hipótesis específicas 1. La geometría de la carretera influye significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry. 2. Los dispositivos de control de tránsito influyen significativamente en la incidencia de accidentes de tránsito en la Carretera Fernando Belaúnde Terry.</p>	<p>X₁ = Geometría de la carretera</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores/Ítems</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Diseño en planta</td> <td>1.1. Longitud y frecuencia de tramos rectos 1.2. Radio y frecuencia de curvas horizontales 1.3. Peralte en curvas horizontales 1.4. Sobreebanco en curvas horizontales</td> </tr> <tr> <td>2. Diseño en perfil</td> <td>2.1. Pendiente longitudinal en tramos rectos 2.2. Longitud y radio de curvas verticales cóncavas y convexas 2.3. Distancia de visibilidad en curvas verticales</td> </tr> <tr> <td>3. Diseño de la sección transversal</td> <td>3.1. Ancho de carriles 3.2. Ancho y tipo de bermas 3.3. Presencia y dimensiones de cunetas 3.4. Inclinación y altura de taludes 3.5. Presencia y tipo de elementos adicionales (barreras de seguridad, ductos, etc.)</td> </tr> </tbody> </table> <p>X₂ = Dispositivos de control de tránsito</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores/Ítems</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Señales verticales</td> <td>1.1. Tipo, ubicación y estado de señales verticales (reguladoras, preventivas e informativas)</td> </tr> <tr> <td>2. Marcas en el pavimento</td> <td>2.1. Tipo, ubicación y estado de marcas en el pavimento (líneas, flechas, leyendas, etc.)</td> </tr> <tr> <td>3. Semáforos</td> <td>3.1. Presencia y estado de dispositivos lumínicos (semáforos, luces de advertencia, etc.)</td> </tr> <tr> <td>4. Dispositivos auxiliares</td> <td>4.1. Presencia y estado de dispositivos complementarios (barreras, delineadores, atenuadores de impacto, etc.) 4.2. Visibilidad y legibilidad de los dispositivos en condiciones diurnas y nocturnas</td> </tr> </tbody> </table>		Dimensiones	Indicadores/Ítems	1. Diseño en planta	1.1. Longitud y frecuencia de tramos rectos 1.2. Radio y frecuencia de curvas horizontales 1.3. Peralte en curvas horizontales 1.4. Sobreebanco en curvas horizontales	2. Diseño en perfil	2.1. Pendiente longitudinal en tramos rectos 2.2. Longitud y radio de curvas verticales cóncavas y convexas 2.3. Distancia de visibilidad en curvas verticales	3. Diseño de la sección transversal	3.1. Ancho de carriles 3.2. Ancho y tipo de bermas 3.3. Presencia y dimensiones de cunetas 3.4. Inclinación y altura de taludes 3.5. Presencia y tipo de elementos adicionales (barreras de seguridad, ductos, etc.)	Dimensiones	Indicadores/Ítems	1. Señales verticales	1.1. Tipo, ubicación y estado de señales verticales (reguladoras, preventivas e informativas)	2. Marcas en el pavimento	2.1. Tipo, ubicación y estado de marcas en el pavimento (líneas, flechas, leyendas, etc.)	3. Semáforos	3.1. Presencia y estado de dispositivos lumínicos (semáforos, luces de advertencia, etc.)	4. Dispositivos auxiliares	4.1. Presencia y estado de dispositivos complementarios (barreras, delineadores, atenuadores de impacto, etc.) 4.2. Visibilidad y legibilidad de los dispositivos en condiciones diurnas y nocturnas
Dimensiones	Indicadores/Ítems																					
1. Diseño en planta	1.1. Longitud y frecuencia de tramos rectos 1.2. Radio y frecuencia de curvas horizontales 1.3. Peralte en curvas horizontales 1.4. Sobreebanco en curvas horizontales																					
2. Diseño en perfil	2.1. Pendiente longitudinal en tramos rectos 2.2. Longitud y radio de curvas verticales cóncavas y convexas 2.3. Distancia de visibilidad en curvas verticales																					
3. Diseño de la sección transversal	3.1. Ancho de carriles 3.2. Ancho y tipo de bermas 3.3. Presencia y dimensiones de cunetas 3.4. Inclinación y altura de taludes 3.5. Presencia y tipo de elementos adicionales (barreras de seguridad, ductos, etc.)																					
Dimensiones	Indicadores/Ítems																					
1. Señales verticales	1.1. Tipo, ubicación y estado de señales verticales (reguladoras, preventivas e informativas)																					
2. Marcas en el pavimento	2.1. Tipo, ubicación y estado de marcas en el pavimento (líneas, flechas, leyendas, etc.)																					
3. Semáforos	3.1. Presencia y estado de dispositivos lumínicos (semáforos, luces de advertencia, etc.)																					
4. Dispositivos auxiliares	4.1. Presencia y estado de dispositivos complementarios (barreras, delineadores, atenuadores de impacto, etc.) 4.2. Visibilidad y legibilidad de los dispositivos en condiciones diurnas y nocturnas																					

Y = Incidencia de accidentes de tránsito

Dimensiones	Indicadores/Ítems
1. Frecuencia y tendencia	1.1. Número total de accidentes por período (mensual, trimestral, anual). 1.2. Evolución de la tasa de accidentes a lo largo del tiempo (alta/baja).
2. Ubicación geográfica	2.1. Concentración de accidentes por tramos específicos y su relación con la geometría de la carretera. 2.2. Análisis de diferencias de incidencia entre zonas urbanas y rurales.
3. Causas de los accidentes	3.1. Diagrama de causas y su correlación con las infraestructuras de tránsito (diseños y señalizaciones).
4. Consecuencias	4.1. Número total de heridos y fallecidos por accidente en un periodo definido. 4.2. Costos estimados en salud pública y daños a la propiedad resultantes de los accidentes.
5. Población	5.1. Accidentes por cada 100,000 habitantes en la zona de estudio. 5.2. Heridos y fallecidos por cada 100,000 habitantes en relación a la geometría y dispositivos de tránsito.

Anexo 2. Instrumento

Lista de Verificación para Incidencia de Accidentes de Tránsito por la Geometría y Dispositivos de Control, Carretera Fernando Belaúnde Terry

Marcar con una X el recuadro que contenga la respuesta correcta: Ítems	1	0
1.1. Longitud y frecuencia de tramos rectos	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.2. Radio y frecuencia de curvas horizontales	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.3. Peralte en curvas horizontales	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.4. Distancia de visibilidad en curvas horizontales	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.1. Pendiente longitudinal en tramos rectos	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.2. Longitud y radio de curvas verticales cóncavas y convexas	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.3. Distancia de visibilidad en curvas verticales	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.1. Ancho de carriles	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.2. Ancho y tipo de bermas	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.3. Presencia y dimensiones de cunetas	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.4. Inclinação y altura de taludes	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.5. Presencia y tipo de elementos adicionales (barreras de seguridad, ductos, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.1. Tipo, ubicación y estado de señales verticales (reguladoras, preventivas e informativas)	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.1. Tipo, ubicación y estado de marcas en el pavimento (líneas, flechas, leyendas, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.1. Presencia y estado de dispositivos lumínicos (semáforos, luces de advertencia, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
4.1. Presencia y estado de dispositivos complementarios (barreras, delineadores, atenuadores de impacto, etc.)	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.2. Visibilidad y legibilidad de los dispositivos en condiciones diurnas y nocturnas	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.1. Número total de accidentes por período (mensual, trimestral, anual).	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.2. Evolución de la tasa de accidentes a lo largo del tiempo (alta/baja).	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.1. Concentración de accidentes por tramos específicos y su relación con la geometría de la carretera.	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.2. Análisis de diferencias de incidencia entre zonas urbanas y rurales.	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.1. Porcentaje de accidentes causados por distracción, velocidad o alcohol.	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.2. Diagrama de causas y su correlación con las infraestructuras de tránsito (diseños y señalizaciones).	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3.3. Número de accidentes reportados debido a fallas mecánicas o mal estado de la carretera.	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
4.1. Número total de heridos y fallecidos por accidente en un periodo definido.	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
4.2. Costos estimados en salud pública y daños a la propiedad resultantes de los accidentes.	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
5.1. Accidentes por cada 100,000 habitantes en la zona de estudio.	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
5.2. Heridos y fallecidos por cada 100,000 habitantes en relación a la geometría y dispositivos de tránsito.	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No

Anexo 3. Validación de instrumento



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

I. DATOS GENERALES:

1.1. Nombres y Apellidos del experto: **Dr. Marcos Walter ACOSTA MONTEODORO**

1.2. Cargo e Institución donde trabaja: Docente de Posgrado y Pregrado de diversas áreas, carreras y universidades; Investigador Científico; Experto en redacción de documentos científicos para diversas universidades; Experto en diseño, creación y adaptación de instrumentos de recojo de información científica.

1.3. Instrumento evaluado: LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERNANDO BELAÚNDE TERRY

1.4. Autor del Instrumento: Dr. Marcos Walter Acosta Montedoro

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENO 41-60%	MUY BUENO 61-80%	EXCELENTE 81-100%
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					X
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					X
Actualidad	Responde al avance científico y tecnológico.					X
Organización	Adecuado al alcance de la ciencia y la tecnología.					X
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					X
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas.					X
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos de la tecnología educativa.					X
Coherencia	Presenta coherencia entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
Metodología	La investigación responde al propósito del diagnóstico.					X
TOTAL						100

II. OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD

El instrumento puede ser aplicado

El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación

NOMBRE: Dr. Marcos Walter Acosta Montedoro

DNI N° 07008061

FECHA: 12 de agosto de 2024



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

I. DATOS GENERALES:

1.1. Nombres y Apellidos del experto: **Dr. Jenry SALAZAR GARCES**

1.2. Cargo e Institución donde trabaja: Miembro de Jurado y Docente de Posgrado de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle; experto validador de instrumentos de recojo de información.

1.3. Instrumento evaluado: LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERNANDO BELAÚNDE TERRY

1.4. Autor del Instrumento: Dr. Marcos Walter Acosta Montedoro

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENO 41-60%	MUY BUENO 61-80%	EXCELENTE 81-100%
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					X
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					X
Actualidad	Responde al avance científico y tecnológico.					X
Organización	Adecuado al alcance de la ciencia y la tecnología.					X
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					X
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas.					X
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos de la tecnología educativa.					X
Coherencia	Presenta coherencia entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
Metodología	La investigación responde al propósito del diagnóstico.					X
TOTAL						100

II. OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD

El instrumento puede ser aplicado

El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación

FECHA: 12 de agosto de 2024

NOMBRE: Ph. Dr. Jenry SALAZAR GARCES

DNI N° 02794821



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

I. DATOS GENERALES:

1.1. Nombres y Apellidos del experto: **Dra. Martha Rocío GONZALES LOLI**

1.2. Cargo e Institución donde trabaja: Docente en Pre y Post grado en UNFV, UNMSM y Univ. Norbert Wiener; Doctora en Derecho, Post Doctorado de Didáctica en la Investigación Científica, con publicación de Libros sobre Investigación, Artículos indexados y de Especialidad, con experiencia como Revisora, Asesora y Jurado de Tesis de Postgrado.

1.3. Instrumento evaluado: LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR LA GEOMETRÍA Y DISPOSITIVOS DE CONTROL, CARRETERA FERNANDO BELAÚNDE TERRY

1.4. Autor del Instrumento: Dr. Marcos Walter Acosta Montedoro

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE 0-20%	REGULAR 21-40%	BUENO 41-60%	MUY BUENO 61-80%	EXCELENTE 81-100%
Claridad	Está formulado con un lenguaje claro.					X
Objetividad	Está expresado en conductas observables.					X
Actualidad	Responde al avance científico y tecnológico.					X
Organización	Adecuado al alcance de la ciencia y la tecnología.					X
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					X
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas.					X
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos de la tecnología educativa.					X
Coherencia	Presenta coherencia entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
Metodología	La investigación responde al propósito del diagnóstico.					X
TOTAL						100

II. OPINIÓN SOBRE LA APLICABILIDAD

- (X) El instrumento puede ser aplicado
 () El instrumento debe mejorarse antes de su aplicación

FECHA: 12 de agosto de 2024

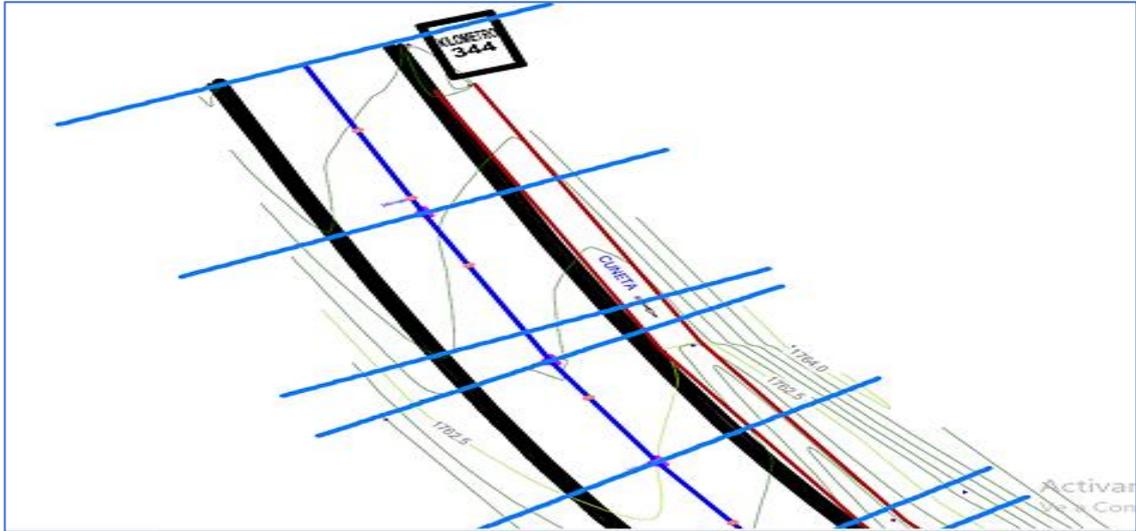
NOMBRE: Martha Rocío Gonzales Loli

DNI N° 08196942

Anexo 4. Descriptivos

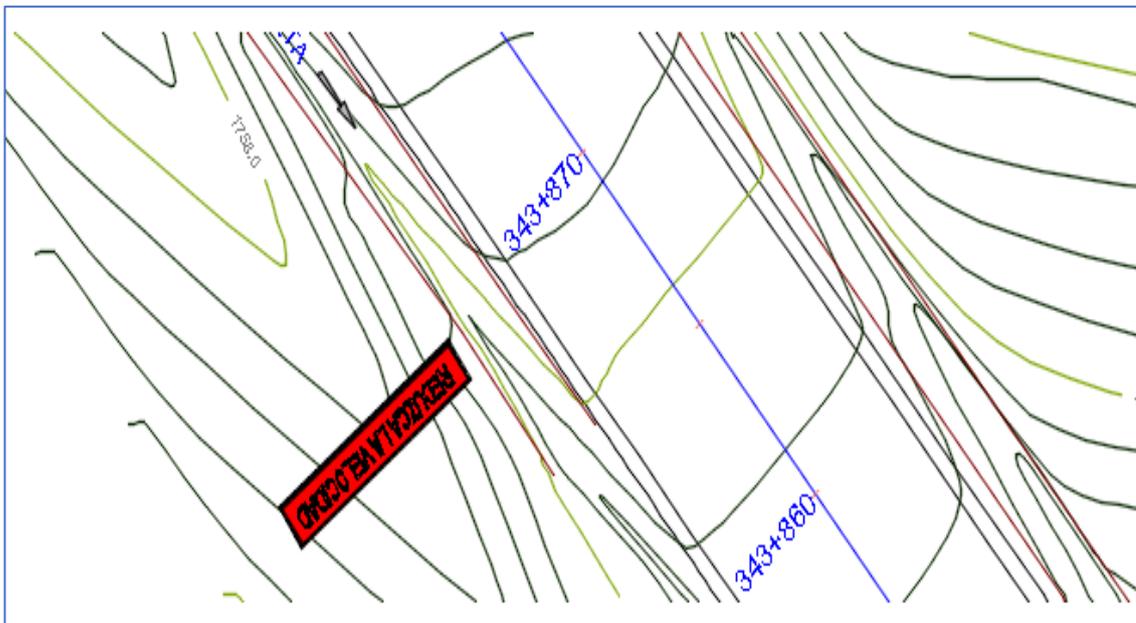
Secciones de la carretera

Sección 1 de análisis: Inicio del tramo en tangente km 344+00



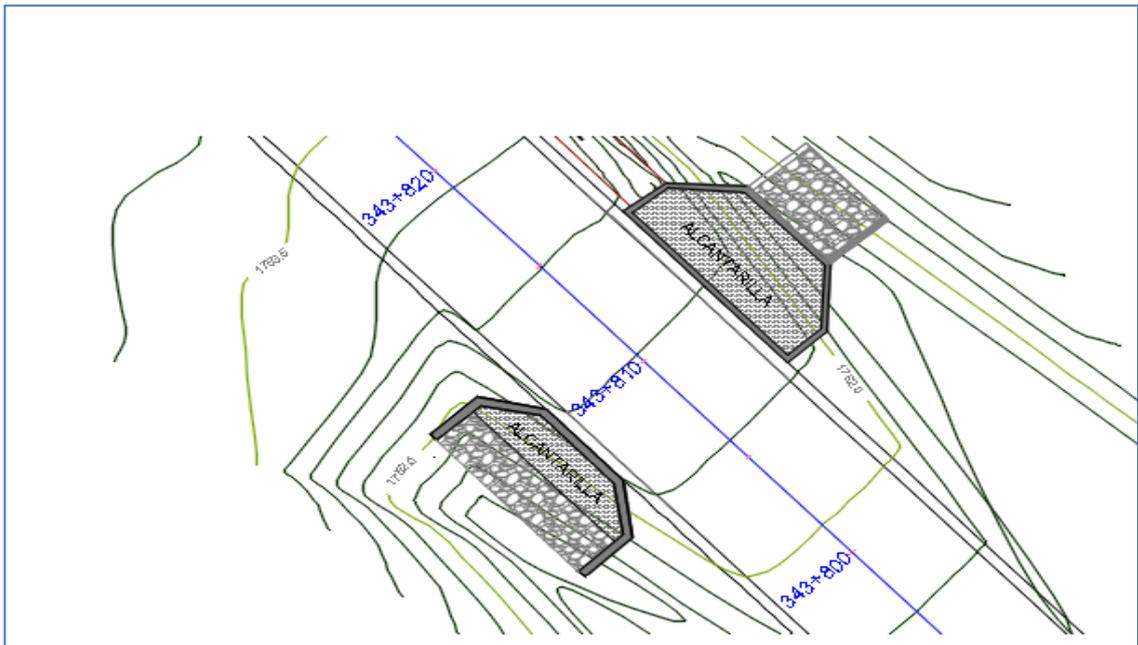
Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 2 de análisis: Mantenga su derecha KM 343+880, primer dispositivo de control vertical en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 3 de análisis: Ubicación de alcantarilla en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 4 de análisis: Hundimiento a 100m KM 343+780, segundo dispositivo de control vertical en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



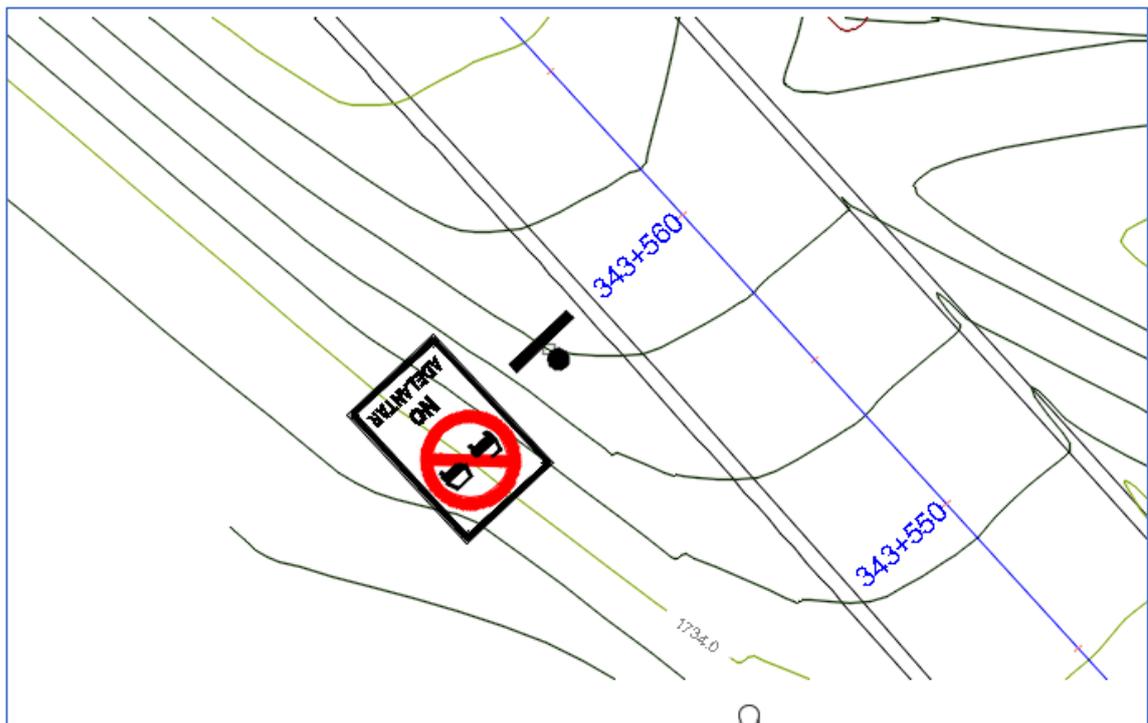
Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 5 de análisis: Tramo crítico.



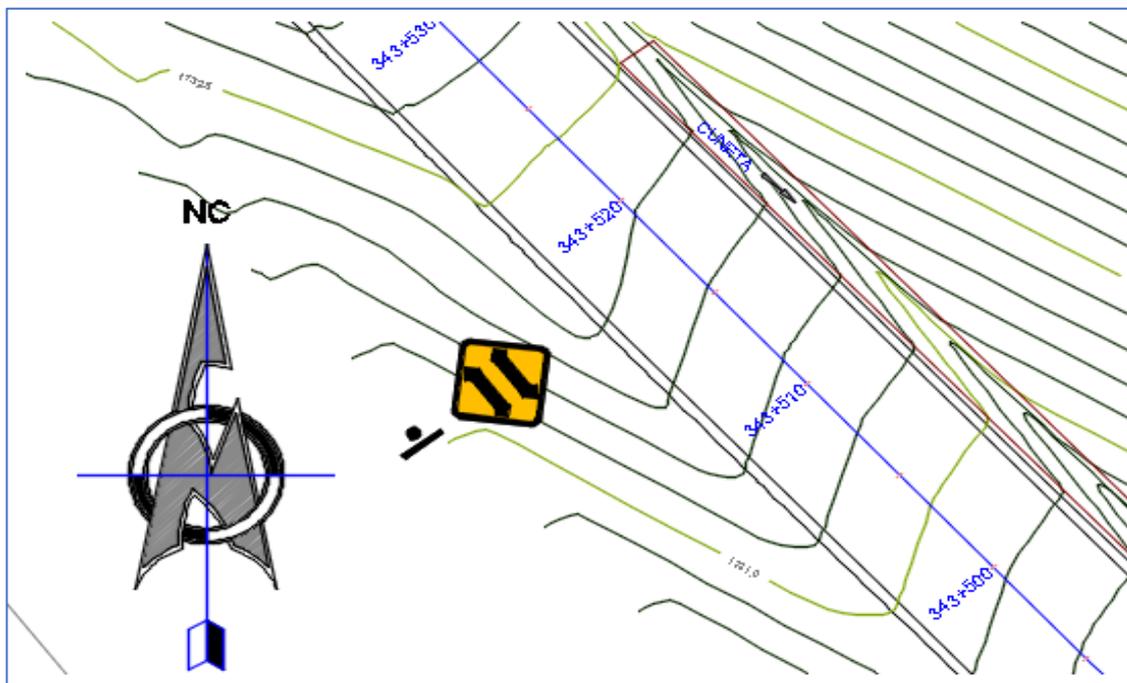
Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 6 de análisis: No adelantar, KM 343+560, tercer dispositivo de control vertical en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



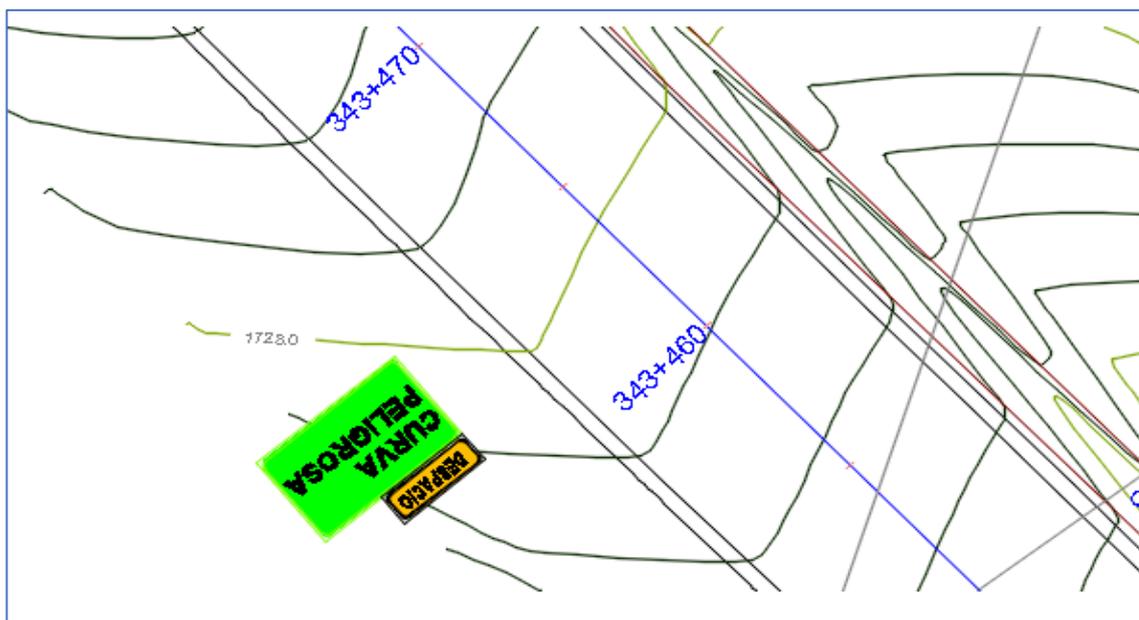
Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 7 de análisis: Puente angosto, KM 343+520, cuarto dispositivo de control vertical en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



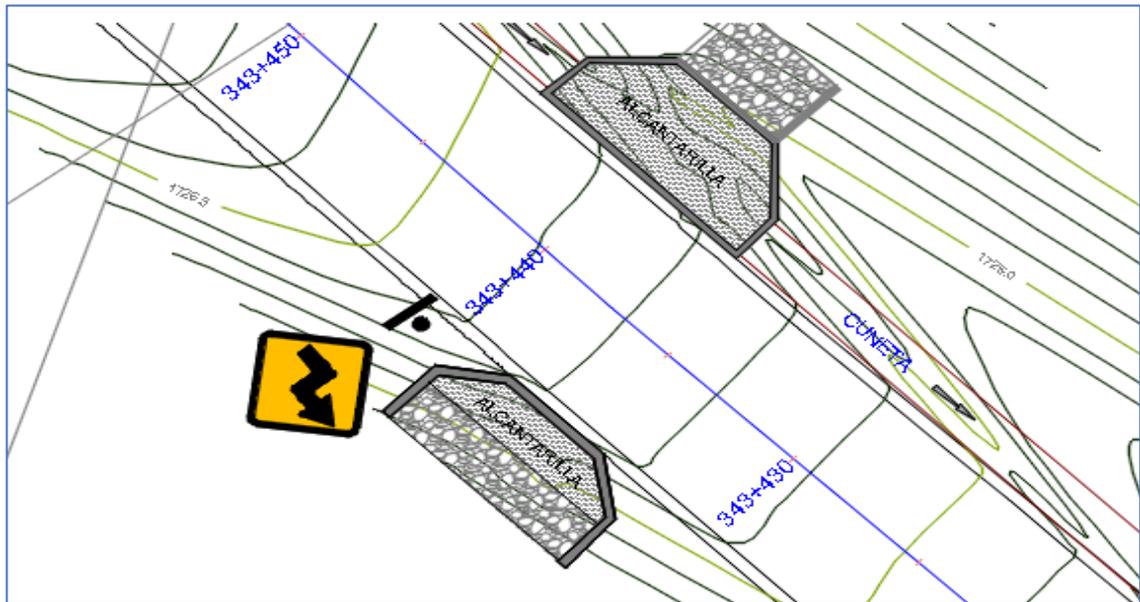
Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 8 de análisis: Espacio curva peligrosa, KM 343+460, quinto dispositivo de control vertical en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 9 de análisis: Segunda alcantarilla en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



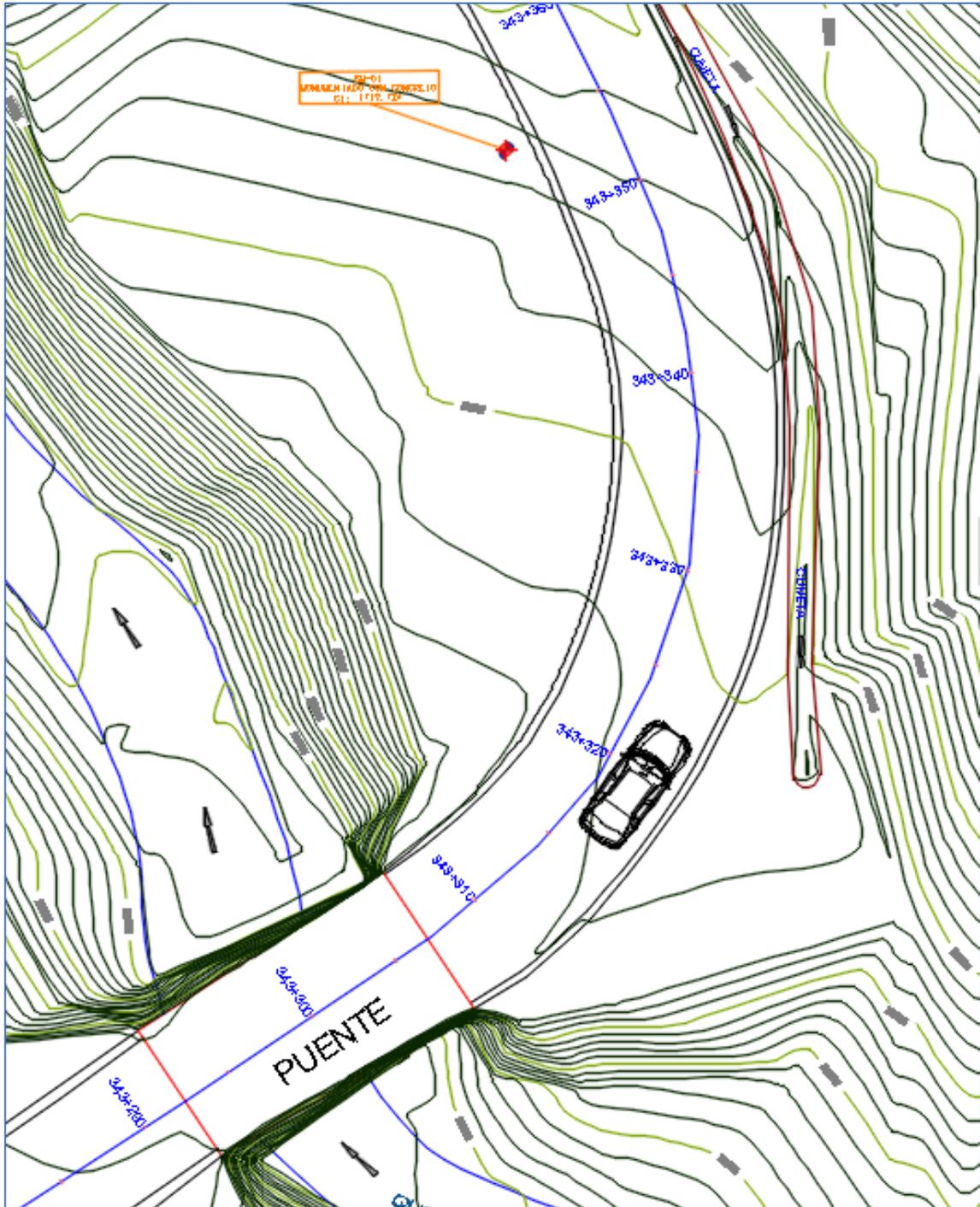
Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 10 de análisis: Despacio curva peligrosa, KM 343+385, quinto dispositivo de control vertical en el tramo en tangente carretera Fernando Belaúnde Terry.



Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Sección 11 de análisis: Transición de curva-puente, KM 343+360 - 343+310, Puente punto de despiste de todos los accidentes ocurridos en el tramo, carretera Fernando Belaúnde Terry.



Fuente: CIVIL 3D, 2024.

Anexo 5. Panel fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO



TRAMO EN TANGENTE KM 343+900



SEÑALIZACIÓN KM 343+560



TRÁNSITO VEHICULAR KM 343+560



SEÑALIZACIÓN KM 343+510



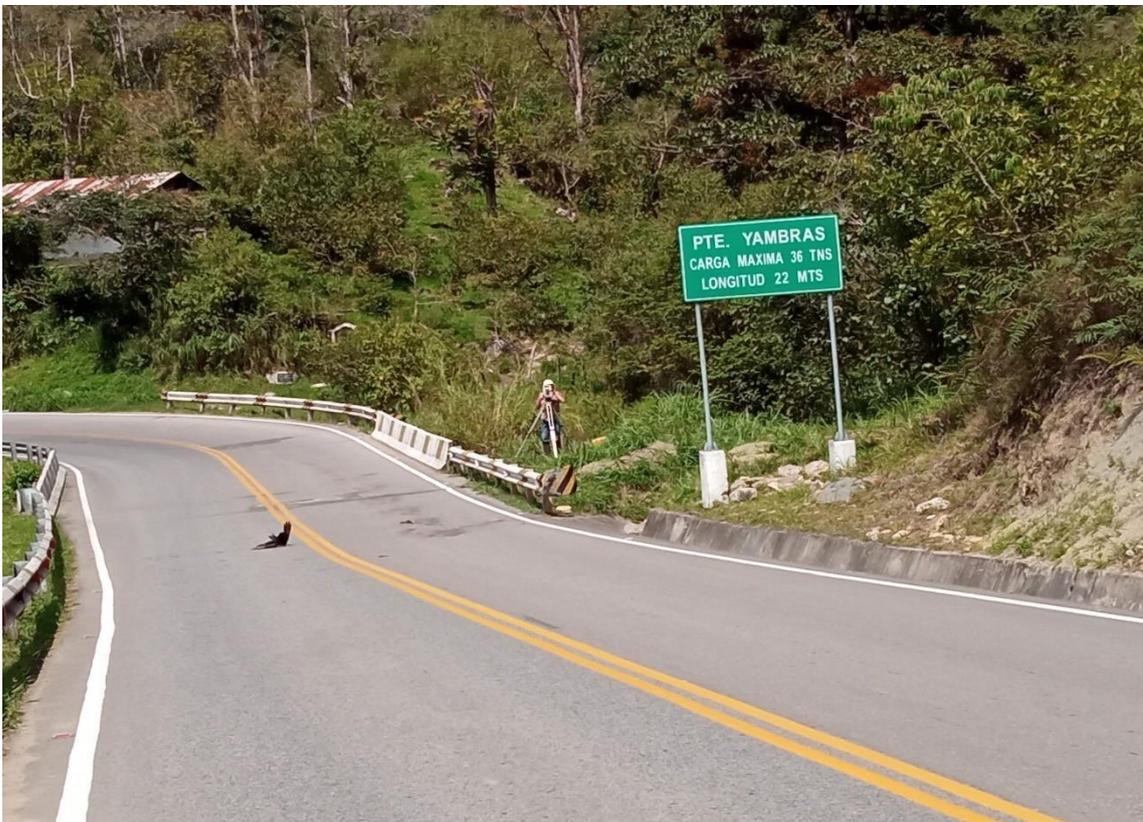
SEÑALIZACIÓN "CURVA PELIGROSA" KM 343+460



EÑALIZACIÓN “CURVA Y CONTRACURVA CERRADA IZQ-DER” KM 343+440



ENTRADA A CURVA PELIGROSA KM 343+330



PUNTO DE ACCIDENTES PUENTE YAMBRAS KM 343+310