

**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
SEGURIDAD VIAL DE LA VÍA CONEXIÓN
CHACHAPOYAS - HIGOS URCO, CHACHAPOYAS,
AMAZONAS, PERÚ - 2023**

Autor(a): Bach. Kevin Eduardo Pereyra Zelada

Asesor(es): Ing. Lucila Arce Meza

Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Registro: (...)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Mota, sin su apoyo incondicional, nada de esto hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mi familia por su apoyo incondicional y motivación a lo largo de este proyecto. A mis asesores de tesis, Ing. Lucila Arce Meza y al Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz por su orientación y valiosos consejos. Y a mis amigos y compañeros de estudio, por su ayuda y compañía durante este proceso.

**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

VICERRECTOR 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 (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "SEGURIDAD VIAL DE LA VÍA CONEXIÓN CHACHAPOYAS - HIGOS HRCO, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, PERÚ - 2023"; del egresado KEYIN EDUARDO PEREIRA ZELADA 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, 08 de Julio de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Ing. Lucila Arce Heza

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



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 "SEGURIDAD VIAL DE LA VÍA CONEXIÓN CHACHAPOYAS - HIGOS HIRCO, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, PERÚ - 2023"; del egresado KEXIN EDUARDO PEREIRA ZELADA 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.

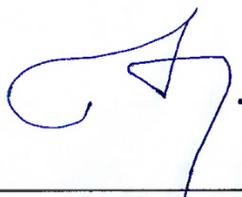
Chachapoyas, 08 de julio de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz



JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Mg. Jorge Chávez Guivin

Presidente



Lic. José Luis Quispe Osorio

Secretario



Ing. Carlos Alberto Chávez Culquimboz

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:

"SEGURIDAD VIAL DE LA VÍA CONEXIÓN CHACHAPOYAS - HIGOS LIRCO, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, PEPLU - 2023"

presentada por el estudiante () / egresado (x) Kevin Eduardo Pereyra Zebada
de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

con correo electrónico institucional keperzel@gmail.com

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

- a) La citada Tesis tiene 22 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / 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, 13 de agosto del 2024


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE TURNITIN

SEGURIDAD VIAL DE LA VÍA CONEXIÓN CHACHAPOYAS - HIGOS URCO, CHACHAPOYAS AMAZONAS, PERÚ - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	2%
3	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	fdocuments.ec Fuente de Internet	1%
8	shhs.willitsunified.com Fuente de Internet	<1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	

Hg. Jorge Chavez Guinio
PRESIDENTE



UNTRM

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

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de Agosto del año 2024 siendo las 16:30 horas, el aspirante: Bach. PEREYRA ZELADA, Kevin Eduardo, asesorado por Ing. Lucila Anez Meza y Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz defende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: SEGURIDAD VIAL DE LAVIA CONEXION CHACHAPOYAS - HIGOS URCO, CHACHAPOYAS, AMAZONAS, PERÚ - 2023.

para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. JORGE CHÁVEZ GUININ

Secretario: Lic. JOSÉ LUIS QUISTE OSORIO

Vocal: ING CARLOS ALBERTO CHÁVEZ CULQUIMBOZ



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 (X) por Unanimidad (x)/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.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
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 TESIS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE 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 DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	20
2.1. Ubicación geográfica de la investigación.....	23
2.1.1. Calles que comprendieron la zona de estudio	24
2.2. Población, muestra y muestreo.....	24
2.2.1. Población	24
2.2.2. Muestra.....	24
2.2.3. Método de muestreo	25
2.3. Materiales.....	28
2.3.1. Materiales.....	28
2.3.2. Herramientas	28

2.3.3.	Equipos	28
2.3.4.	Diseño de la investigación	28
2.4.	Método, técnica e instrumentos de registro de información.....	29
2.4.1.	Método	29
2.4.2.	Técnicas en la recolección de datos	29
2.4.3.	Instrumentos utilizados para el registro y ubicación de puntos de conteo	29
2.4.4.	Proceso de toma de datos	29
2.4.5.	Etapa 1. Recolección de la información.....	31
2.5.	Etapa 2. Procesamiento y organización de la información.....	39
a.	Accidentes de tránsito	39
b.	Aforo vehicular	39
c.	Aforo peatonal.....	39
d.	Velocidad	40
e.	Tamaño de muestra y velocidad de operación.....	40
2.6.	Etapa 3: Propuesta de alternativas de solución	47
III. RESULTADOS.....		48
3.1.	Índice de accidentabilidad	48
3.2.	Aforo vehicular	48
3.3.	Aforo vehicular semanal	49
3.4.	Máximo volumen horario	52
3.4.1.	Estación 1.....	53
3.4.2.	Estación 2.....	54
3.4.3.	Estación 3.....	55
3.4.4.	Estación 4.....	56

3.4.5.	Estación 5.....	57
3.5.	Aforo peatonal semanal.....	58
3.5.1.	Estación 1.....	58
3.5.2.	Estación 3.....	58
3.5.3.	Estación 5.....	59
3.6.	Velocidades.....	61
3.6.1.	Tamaño mínimo de muestra.....	61
3.7.	Velocidad de operación.....	61
3.7.1.	Velocidad mediana.....	63
3.8.	Dispositivos de control.....	67
3.9.	Resaltos.....	74
3.10.	Geometría de la vía.....	77
3.10.1.	Radio mínimo en curvas.....	77
3.10.2.	Distancias de visibilidad.....	77
3.11.	Secciones transversales.....	81
3.11.1.	Carril.....	81
3.11.2.	Calzada.....	81
3.11.3.	Bombeo.....	81
3.11.4.	Peralte.....	82
3.11.5.	Berma lateral.....	82
3.11.6.	Sardineles.....	82
3.11.7.	Veredas.....	82
3.12.	Listas de chequeo.....	82
3.12.1.	Señales Verticales.....	82
3.12.2.	Señales horizontales.....	83

3.12.3. Iluminación.....	83
3.12.4. Pavimento.....	83
Presenta algunos defectos como grieta longitudinal y piel de cocodrilo, por lo general permite la circulación con normalidad.	83
3.12.5. Berma.....	83
3.12.6. Barreras.....	83
3.13. Análisis de la Seguridad Vial.....	83
3.14. Propuesta de Plan de Seguridad Vial	86
3.14.1. Generalidades.....	86
3.14.2. Acciones preventivas	88
3.14.3. Acciones correctivas	89
3.14.4. Acciones de mejora.....	91
V. CONCLUSIONES.....	94
VI. RECOMENDACIONES.....	96
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
7.1. Figuras y tablas usadas en el estudio.....	99
7.2. Listas de chequeo del MSV-2017 aplicadas en la vía de estudio	102
7.3. Tabla de aforos.....	102
7.4. Planos de señalización	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen de ubicación y tipo de aforos por estación	27
Tabla 2. Constantes correspondientes al nivel de confiabilidad	41
Tabla 3. Desviaciones estándar de velocidades puntuales para distintos tipos de tránsito y vía (km/h)	41
Tabla 4. Número de intervalos de clase por tamaño de muestra	42
Tabla 5. Índice de accidentes de tránsito correspondiente al periodo del 2017 al 2022 ...	48
Tabla 6. Cronograma de aforo según tipo y hora durante la semana del lunes 12 al domingo 18 de junio del 2023.	49
Tabla 7. Aforo vehicular semanal en la Estación 1 durante las horas pico	53
Tabla 8. Aforo vehicular semanal en la Estación 2 durante las horas pico	54
Tabla 9. Aforo vehicular semanal en la Estación 3 durante las horas pico	55
Tabla 10. Aforo vehicular semanal en la Estación 4 durante las horas pico	56
Tabla 11. Aforo vehicular semanal en la Estación 5 durante las horas pico	57
Tabla 12. Velocidad de operación general	62
Tabla 13. Inventario de Señales Verticales	68
Tabla 14. Inventario de Resaltos	75
Tabla 15. Radio mínimo calculado y radio existente	77
Tabla 16. Distancias de visibilidad de cruce en intersecciones	79
Tabla 17. Radio de giro en intersección canalizada	81
Tabla 18. Resumen de parámetros del estudio.	84
Tabla 19. Acciones preventivas	88
Tabla 20. Acciones correctivas	90
Tabla 21. Radio y longitud de cuerda de un resalto de sección circular	101
Tabla 22. Longitudes de rampas y pendiente para resalto de sección trapezoidal	101
Tabla 23. Clasificación del tipo de vía urbana según la DG-2018	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de ubicación de la zona de estudio</i>	23
Figura 2 . <i>Ubicación de la vía de estudio</i>	24
Figura 3. <i>Croquis de ubicación de estaciones de aforo de velocidades, vehicular y peatonal en la zona de estudio</i>	26
Figura 4. <i>Diagrama de flujo de toma de datos para un análisis de Seguridad Vial</i>	30
Figura 5. <i>Levantamiento topográfico realizado en la vía de estudio</i>	32
Figura 6. <i>Aforo vehicular preliminar realizado en la Estación 3</i>	33
Figura 7. <i>Esquema de aforo vehicular preliminar en la Estación 3</i>	33
Figura 8. <i>Instalación de cámara de videovigilancia en el Estación 3</i>	34
Figura 9. <i>Cámara de videovigilancia existente en la Estación 1 y Estación 5</i>	35
Figura 10. <i>Esquema de aforo peatonal en la estación 1</i>	36
Figura 11.	36
Figura 12. <i>Registro de tiempos usando cronómetro en Estaciones de aforo de velocidades</i>	37
Figura 13. <i>Medida de distancia vertical y horizontal de señales verticales</i>	38
Figura 14. <i>Medida de longitud de cuerda de resalto tipo circular</i>	38
Figura 15. <i>Tipos de cruce recomendado en función de las intensidades de tránsito vehicular y peatonal</i>	39
Figura 16. <i>Aforo vehicular preliminar correspondiente al miércoles 24 de mayo del 2023 en la Estación 3</i>	48
Figura 17. <i>Composición del tránsito semanal por Estación 1 durante las horas pico.</i>	50
Figura 18. <i>Composición del tránsito semanal en la Estación 2 durante las horas pico</i>	50
Figura 19. <i>Composición del tránsito semanal en la Estación 3 durante las horas pico.</i> ...	51
Figura 20. <i>Composición del tránsito semanal en la Estación 4 durante las horas pico.</i> ...	51
Figura 21. <i>Composición del tránsito semanal en la Estación 5 durante las horas pico.</i>	52

Figura 22. <i>Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 1</i>	53
Figura 23. <i>Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 2</i>	54
Figura 24. <i>Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 3</i>	55
Figura 25. <i>Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 4.</i>	56
Figura 26. <i>Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 5</i>	57
Figura 27. <i>Flujograma de movimiento peatonal en la Estación 1 durante la hora de máxima demanda</i>	58
Figura 28. <i>Flujograma de movimiento peatonal en la Estación 3 durante la hora de máxima demanda</i>	58
Figura 29. <i>Flujograma de movimiento peatonal en la Estación 5 durante la hora de máxima demanda</i>	59
Figura 30. <i>Tipo de cruce peatonal recomendado según volumen vehicular y peatonal por estación de aforo peatonal</i>	60
Figura 31. <i>Ojiva porcentual del análisis de la velocidad</i>	63
Figura 32. <i>Diagrama de velocidad de vehículos en la categoría 1 (motocicletas) durante la hora pico (7:00 am a 8:00 am) y hora valle (4:00 pm a 5:00 pm) en cada estación</i>	63
Figura 33. <i>Diagrama de velocidad de vehículos en la categoría 2 (vehículos livianos) durante la hora pico (7:00 am a 8:00 am) y hora valle (4:00 pm a 5:00 pm) en cada estación</i>	64
Figura 34. <i>Diagrama de velocidad de vehículos en la categoría 3 (vehículos pesados) durante la hora pico (7:00 am a 8:00 am) y hora valle (4:00 pm a 5:00 pm) en cada estación</i>	66
Figura 35. <i>Tramo de estudio resaltando punto de inicio y término</i>	87
Figura 36. <i>Valores del coeficiente de fricción longitudinal según la velocidad de circulación</i>	99
Figura 37. <i>Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos</i>	99
Figura 38. <i>Ancho de carriles</i>	100
Figura 39. <i>Bombeo de calzada</i>	100
Figura 40. <i>Radio mínimo en intersecciones canalizadas según peraltes mínimos y máximos</i>	101

RESUMEN

El presente estudio consistió en evaluar la seguridad vial en una zona de alta demanda de tránsito en la ciudad Chachapoyas, específicamente la conexión principal entre la ciudad y el barrio Higos Urco. Para ello, se procedió con un estudio topográfico, el conteo de tráfico y la medición de velocidades de las unidades vehiculares. A través de normativas nacionales, y bibliografía especializada, se analizó la manera en que las diversas características tales como: la geometría de la vía, los límites de velocidad, los dispositivos de control vial y la demanda de tránsito, impactan en la seguridad vial en esta área en particular. Concluyendo que, la vía no ofrece garantías de seguridad vial, debido al impacto negativo de las características mencionadas en la seguridad de la vía. Finalmente, se presentó una propuesta técnica mediante un plan de acciones preventivas, correctivas y de mejora para reforzar la seguridad vial.

Palabras Claves: Seguridad Vial, Tránsito, Velocidad.

ABSTRACT

The present study involved evaluating road safety in a high-traffic-demand area in the city of Chachapoyas, specifically the main connection between the city and the Higos Urco neighborhood. For this purpose, a topographic survey, traffic count, and vehicle speed measurements were conducted. Through national regulations and specialized literature, the study analyzed how various characteristics, such as road geometry, speed limits, traffic control devices, and traffic demand, impact road safety in this particular area. The study concluded that the road does not provide adequate road safety guarantees due to the negative impact of these characteristics on road safety. Finally, a technical proposal was presented through a plan of preventive, corrective, and improvement actions to enhance road safety.

Keywords: Road Safety, Transit, Speed.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los recientes años las urbes están experimentando crecimientos muy grandes, esto debido a la globalización y el acceso a servicios de todo tipo, ya sean educación, trabajo, salud, entre otros, por lo cual este crecimiento viene acompañado de la necesidad de expansión y facilidad de desplazamiento, lo que genera una necesidad de vías de conexión que permita la movilización con fluidez lo cual mejorará la calidad de vida de la población (Eugenia et al., 2011), pero esto va de la mano con que estas nuevas vías como las ya existentes garanticen la seguridad de los usuarios de la misma, siendo peatón o conductor, por lo cual es necesario conocer de seguridad vial (Castro Bobadilla & Dicikerman Kraunick, 1991).

La ciudad Chachapoyas, capital de la región Amazonas, una ciudad en constante crecimiento y con potencial turístico, ha sufrido incremento poblacional por la concentración de oficinas de gobierno (propio de ser capital) y también del potencial educativo que ha impulsado el crecimiento a gran escala de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza, que conlleva a ocupación de nuevos espacios dentro de los límites de la ciudad ha acrecentado de manera exponencial el número y tipo de vehículos para el transporte y acceso a servicios que proporciona la ciudad (Pisfil Vargas, 2023); sin embargo, este crecimiento va de la mano con un aumento de potenciales accidentes de tránsito, ya sea por el ya mencionado aumento en el número de vehículos o por disminución en la capacidad de las vías o la infraestructura que la conforma.

Según la Organización Mundial de la Salud en su publicación *Global Status Report On Road Safety 2023*, indica que la seguridad vial debe ser una medida de implementación tanto en el diseño de infraestructura vial como en la mitigación de accidentes de tránsito, como algunas de las medidas que sugiere la seguridad son el uso de transporte multimodal, la infraestructura con seguridad vial como zonas escolares seguras, siendo espacios construidos para usos exclusivos solo para peatones diferenciados de los vehiculares sin afectar un transporte de calidad y efectivo, además de la implementación de inspecciones y auditorias mediante análisis de seguridad vial a proyectos de todo tipo existentes y proyectados (World Health Organization, 2023). Estas medidas logran reducir considerablemente los potenciales accidentes de tránsito y los tiempos de demora al momento de desplazarse en una vía.

(Mendoza Díaz et al., 2003) en su publicación, para 1990 se calcularon que los accidentes de tránsito ocupaban el noveno lugar dentro de las pandemias que más muertes generaron por año en el mundo y que para el 2020 estimaron que ocuparían el tercer lugar, sin embargo, estudios recientes como el de la OMS, indica que cada año las muertes por accidentes de tránsito cobran la vida de 1,19 millones de personas lo que la pone en séptimo lugar entre las principales causas de muertes (Organización Mundial de la Salud, 2023), a pesar de ser una predicción muy abultada se debe tener en cuenta que la sociedad en general viene saliendo de una pandemia global como la ocasionada por el SarsCov19 que generó gran número de muertes que hizo dejar de lado la cifra ocasionada por los accidentes de tránsito. Lo que indica, aun así, que los accidentes de tránsito no dejan de incrementarse y cobrar más vidas, entonces la seguridad vial no se está poniendo en práctica o no se implementa, o cada vez es menor el conocimiento que se tiene, lo que hace vital la implementación y conocimiento de cómo mejorar la seguridad vial, tanto al diseñar como en la práctica siendo peatón y/o conductor.

El estudio de Wang et al., (2013), menciona que los factores a analizar para conocer la seguridad vial de una zona de estudio son la velocidad, la densidad, flujo y la congestión de tráfico además de las características de la carretera, pues estos factores se presentan en todos los casos al desplazarse como usuario de una vía, ya sea como peatón o como conductor.

Para conocer la geometría de una vía de estudio se tiene que realizar un levantamiento topográfico, conocer el tipo de vehículos que utilizan las vías mediante conteos in situ y sus velocidades de cruce, junto a las señalizaciones se puede analizar si estos parámetros están dentro de los estándares normados que garantizan que tanto un peatón como un conductor no tienen dificultades para desplazarse y si dichos parámetros no están dentro de los promedios o normas, obliga a tomar necesarias acciones para mitigar efectos del aumento de vehículos para garantizar seguridad vial (Montoro et al., 2000). Consecuentemente, viene acompañado de validación de estos resultados obtenidos con manuales internacionales y guías de análisis de seguridad vial, para elegir cual es la mejor medida a tomar en cuenta para reducir los accidentes viales, mejorar la transitabilidad en la vía y garantizar seguridad vial en una determinada vía (Camarena et al., 2001).

La seguridad vial es ahora una herramienta que debe ser un elemento fundamental del diseño de carreteras, al igual que con proyectos ya existentes pues se ha demostrado que

su aplicación como normas y criterios de diseño, reduce considerablemente el número de accidentes de tráfico en un 10 a 12% (Novoa et al., 2009). Así mismo (Wegman, 2017), menciona además que, en países de América latina, la poca implementación de normas de seguridad vial, así como de educación vial, generan que las muertes por año no dejen de aumentar a niveles donde se considera una principal causa de muerte, por lo cual el futuro de esta implementación debe hacerse de manera integrada con sistemas participativos y con incidencia activa de los gobiernos.

Teniendo en cuenta ello, el presente estudio consistió en evaluar la seguridad vial en una zona de alta demanda de tránsito en la ciudad Chachapoyas, específicamente la conexión principal entre la ciudad y el barrio Higos Urco, esencialmente los vehículos que ingresan hacia la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Para diagnosticar la seguridad vial se tendrá en cuenta los procedimientos, herramientas y metodologías indicadas en el Manual de Seguridad Vial, de ahora en adelante denominado MSV, proporcionado por Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2017), además del Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (MTC, 2005) y Manual de Diseño Geométrico (DG, 2018).

Para el desarrollo de la investigación se planteó el siguiente problema: ¿Cuáles son las condiciones de seguridad vial de la conexión Chachapoyas – Higos Urco, Amazonas, Perú - 2023? Como hipótesis se definió que las condiciones de seguridad vial son deficientes.

Por lo tanto, esta investigación se centró en evaluar la seguridad vial de la conexión Chachapoyas- Higos Urco. Para lograr el objetivo se determinó de qué manera influyen las características geométricas, la velocidad de circulación, los dispositivos de control vial, y la demanda de tránsito en la seguridad vial.

Mediante trabajo de campo como levantamientos topográficos, conteo vehicular, medición de velocidades, y con el uso de manuales y normas nacionales se obtuvieron resultados acerca del estado de la seguridad vial en la zona de estudio. Determinándose que, las condiciones de seguridad vial son deficientes. Así mismo, se presentó una propuesta técnica mediante un plan de acciones preventivas, correctivas y de mejora para reforzar la seguridad vial.

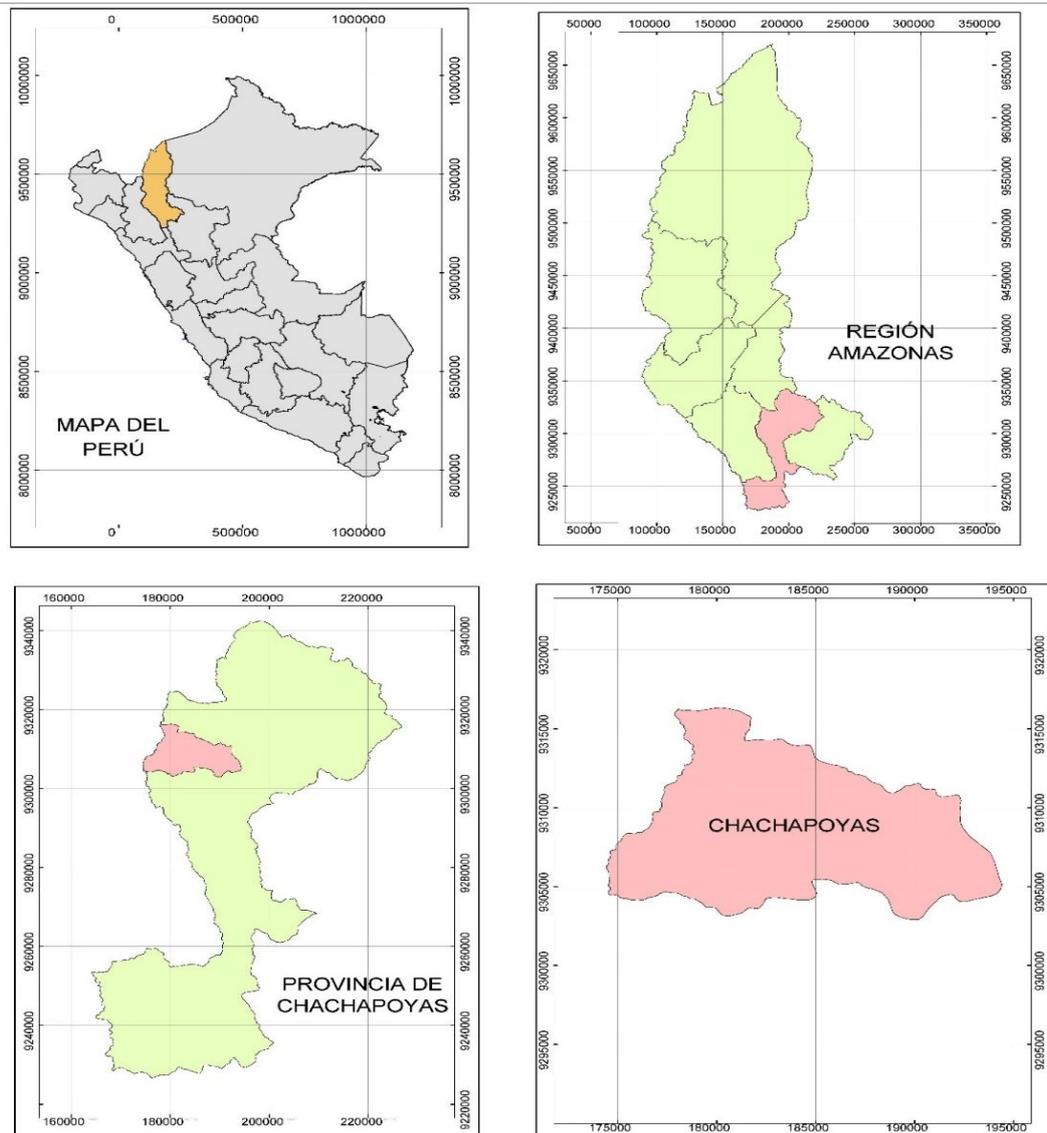
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación geográfica de la investigación

La investigación se ubicó en el distrito Chachapoyas, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas. Se detalla en la figura 1.

Figura 1.

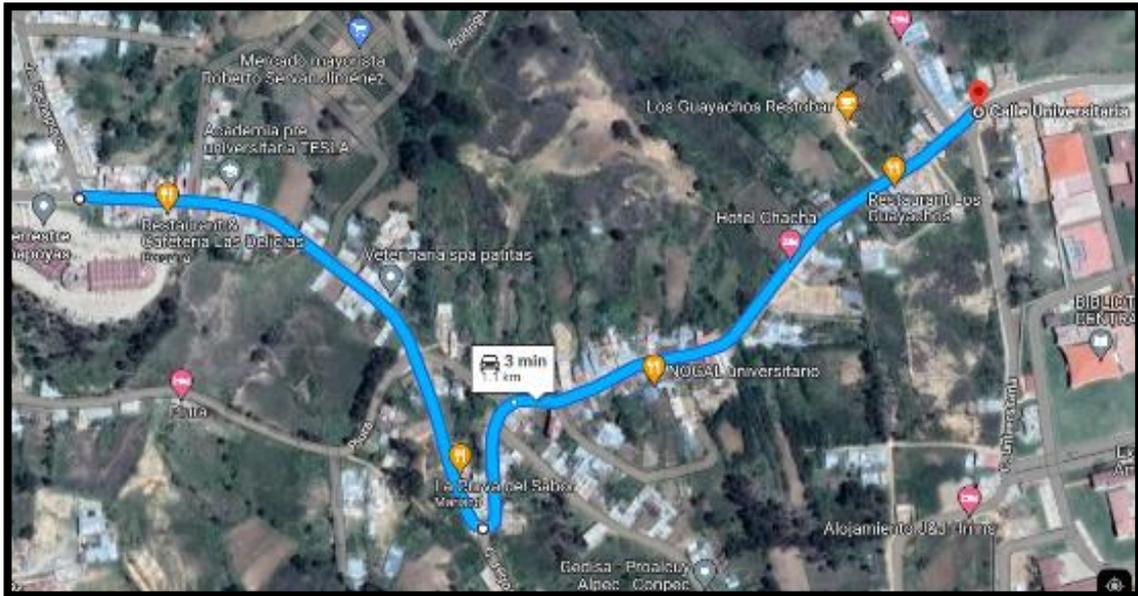
Mapa de ubicación de la zona de estudio



Nota: Esquina superior izquierda, plano con coordenadas UTM del Mapa del Perú resaltando el departamento Amazonas. Esquina superior derecha, Mapa del departamento Amazonas resaltando el distrito Chachapoyas. Esquina inferior izquierda, Mapa de la provincia Chachapoyas, resaltando el distrito Chachapoyas. Esquina inferior derecha, Mapa del distrito Chachapoyas.

Figura 2 .

Ubicación de la vía de estudio



Nota: Se resalta el tramo de la investigación. Tomado de Google Maps, 21 de setiembre del 2023.

2.1.1. Calles que comprendieron la zona de estudio

Comprendió las calles que interconectan la ciudad Chachapoyas con el barrio Higos Urco. Inició en la intersección entre Jr. Triunfo con Jr. Sachapuyos, terminó en la intersección entre Ca. Higos Urco y Ca. Universitaria (Ovalo universitario). En base al mapa catastral de Chachapoyas, aprobado bajo Ordenanza N° 0081-MPCH, el tramo se conformó por: Jr. Triunfo cuadra 1, Prol. Triunfo cuadra 1 y 2, Ca. Higos Urco cuadra 1,2 y 3.

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

Calles e intersecciones con su infraestructura vial relacionada con el diseño geométrico, tránsito vehicular y peatonal, así como los dispositivos de control que lo conforman.

2.2.2. Muestra

Fueron los siguientes jirones, calles e intersecciones:

- Intersección no semaforizada entre Jr. Triunfo con Jr. Sachapuyos.

- Jr. Triunfo cuadra 1.
- Intersección no semaforizada entre Jr. Triunfo con Calle sin nombre que conduce al Mercado Mayorista.
- Intersección no semaforizada entre Jr. Triunfo con Prol. Jr. Piura.
- Prol. Jr. Triunfo cuadra 1 y 2.
- Intersección no semaforizada entre Prol. Jr. Triunfo con Pasaje José Modesto de la Vega.
- Ca. Higos Urco cuadra 1 y 2.
- Intersección no semaforizada entre Ca. Higos Urco con Ca. Universitaria.

2.2.3. Método de muestreo

Probabilístico por conveniencia, las muestras fueron seleccionadas basadas en juicio subjetivo del investigador y teniendo en consideración recomendaciones del MSV.

Las estaciones de aforo de **velocidad de circulación** fueron segmentos de la vía de sección homogénea, en sentido de la pendiente, donde el vehículo sea capaz de desarrollar mayores velocidades. Las estaciones se denominaron como Estación A, B, C y D; sus progresivas y coordenadas UTM se aprecian en la tabla 1.

Las estaciones de **aforo vehicular** se consideraron intersecciones con restringida visibilidad y alta demanda de tránsito vehicular. Las estaciones se denominaron como Estación 1, 2, 3, 4 y 5; sus progresivas, calles que conformaron la intersección y coordenadas UTM se aprecian en la tabla 1.

En el registro de **aforos peatonales** se eligieron las intersecciones que presentan considerable tránsito peatonal, donde el cruce de un lado de la calzada a otra era necesario. En base a las estaciones de aforo vehicular se eligieron las Estaciones 1, 3 y 5.

Tabla 1.*Cuadro resumen de ubicación y tipo de aforos por estación*

Estación	Progresiva	Intersección	Tipo de aforo	Coordenadas UTM	
				Norte	Este
Estación 1	Progresiva 0+030	Intersección no semaforizada entre Jr. Triunfo con Jr. Sachapuyos	Vehicular Peatonal	183205.1508	9310394.9373
Estación A	Progresiva 0+070	No presenta	Velocidades	183199.0095	9310402.6069
Estación 2	Progresiva 0+250	Intersección no semaforizada entre Jr. Triunfo con Calle sin nombre que conduce al Mercado Mayorista	Vehicular	183409.1941	9310346.1327
Estación 3	Progresiva 0+370	Intersección no semaforizada entre Jr. Triunfo con Prol. Jr. Piura	Vehicular Peatonal	183489.2960	9310255.5881
Estación B	Progresiva 0+465	No presenta	Velocidades	183376.3462	9310376.0482
Estación 4	Progresiva 0+530	Intersección no semaforizada entre Prol. Jr. Triunfo con Pasaje José Modesto de la Vega	Vehicular	183549.3817	9310111.8624
Estación C	Progresiva 0+740	No presenta	Velocidades	183549.8087	9310103.8464
Estación D	Progresiva 1+100	No presenta	Velocidades	183954.2107	9310448.7909
Estación 5	Progresiva 1+120	Intersección no semaforizada entre Ca. Higos Urco con Ca. Universitaria	Vehicular Peatonal	183951.4792	9310467.7006

Nota: Elaboración propia

Con la finalidad de evaluar los **dispositivos de control** se tomaron todos los que se encuentran dentro de las calles, jirones e intersecciones que conforman el tramo. Tenemos las señales verticales, señales horizontales, resaltos y barreras.

2.3. Materiales

2.3.1. Materiales

En la recolección de información relevante y características geométricas se usó una libreta de campo. En la velocidad de circulación se usó fichas de registro de tiempos. En cuanto a los dispositivos de control se usó fichas de registro complementadas con fotografías. Finalmente, para evaluar las condiciones de circulación se empleó grabaciones obtenidas de cámaras de seguridad, así como fichas de aforo vehicular y peatonal.

2.3.2. Herramientas

Para el procesamiento y obtención de las características geométricas se usó el software AutoCAD Civil 3D 2021 en versión estudiantil, plano Catastral del distrito Chachapoyas, emitido por la Municipalidad Provincial de Chachapoyas mediante ordenanza municipal N 00081-MPCH el 27 de febrero del 2015 y un flexómetro. En la velocidad de circulación se usó un cronómetro y cinta métrica de 50 m. Para las condiciones de circulación y dispositivos de control se usó paquete Microsoft 360 en versión educativa, además de útiles de escritorio.

2.3.3. Equipos

Para la obtención de características geométricas se usó una estación total Geomax Zoom 35 PRO, un GPS Garmin modelo MAP64s. Respecto a los dispositivos de control, se utilizó cámara de teléfono celular Redmi Note PRO 9. Para la velocidad de circulación y demanda de tránsito se usó laptop Lenovo modelo ideapadGAMING i5, además de una cámara de vigilancia de la marca Hikvision, modelo HK-DS2CE17D0T-IT5F de 80 m de alcance.

2.3.4. Diseño de la investigación

El diseño metodológico de tipo no experimental, en el cual se analizó un tramo de carretera en sus condiciones, sin intervenir ni modificar ninguna de sus componentes. Enfoque transversal, abarcando el período establecido para el año 2023.

2.4. Método, técnica e instrumentos de registro de información

2.4.1. Método

El método es descriptivo, se limitó a observar las características geométricas de la vía, la velocidad de los vehículos, el flujo vehicular y peatonal, así como los dispositivos de control presentes en el tramo estudiado.

2.4.2. Técnicas en la recolección de datos

La técnica fue la observación. Se observó directamente el área de interés, pudiendo reconocer los fenómenos que se desea estudiar, tales como las vías e intersecciones que se levantarán sus características geométricas, las intersecciones para hacer aforos vehiculares y peatonal, la composición del tráfico y los dispositivos de control existentes. A través de levantamiento topográfico se determinó la extensión y límites del área de interés, con las fichas de registro se recolectó información de tiempos para determinar velocidades, dispositivos de control y aforos.

2.4.3. Instrumentos utilizados para el registro y ubicación de puntos de conteo

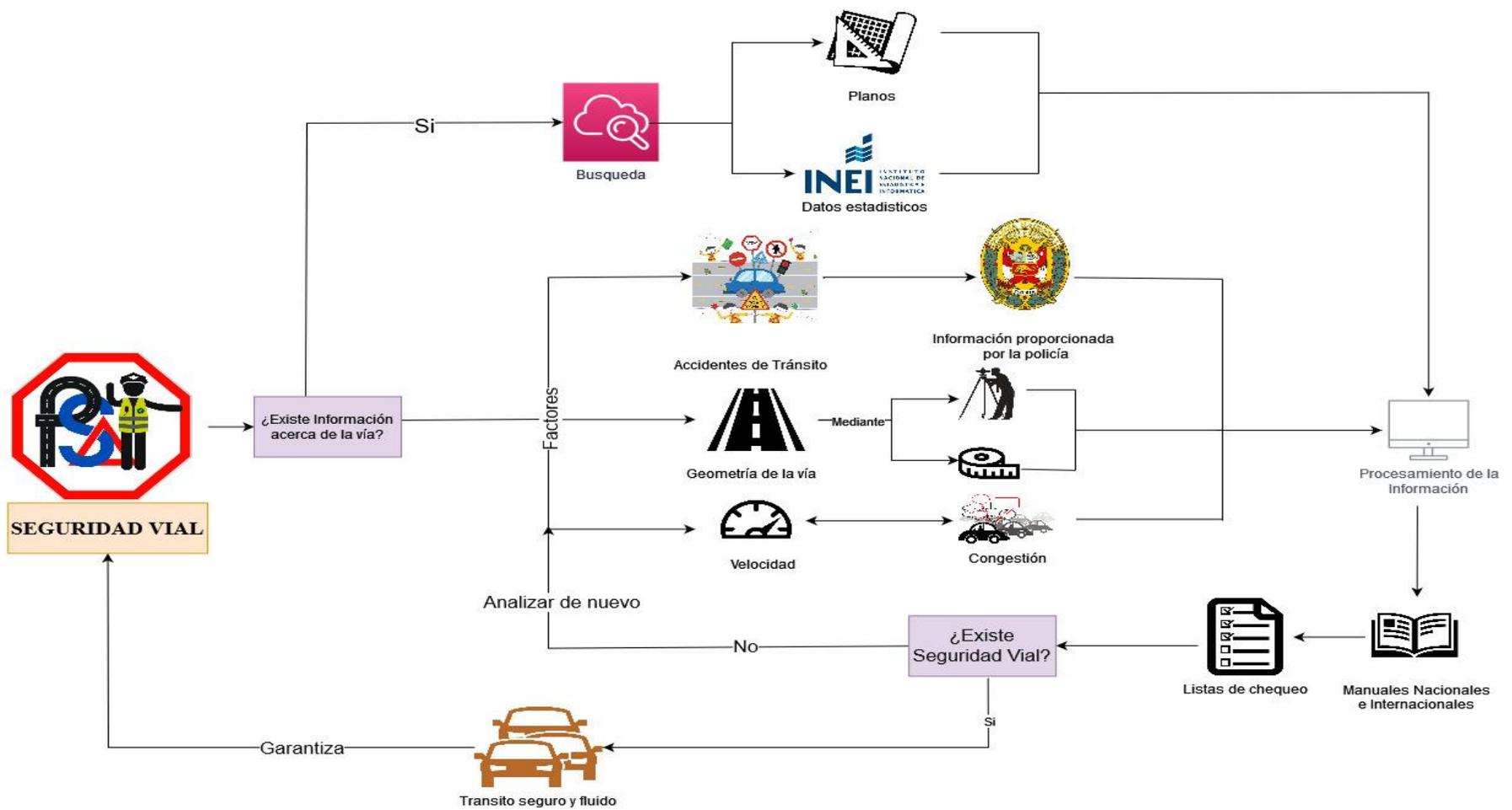
Los instrumentos fueron: Plano Catastral de Chachapoyas, estación total, cronómetro, fichas de registro de tiempos, cámaras de vigilancia, ficha de aforo vehicular basado en los formatos utilizados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y ficha de aforo peatonal.

2.4.4. Proceso de toma de datos

En la figura 4 se detalla el diagrama de flujo para el análisis de seguridad vial. Se agrupó el estudio en tres etapas: Etapa 1, consistió en la recolección de información y datos de campo; etapa 2, en el procesamiento y organización de la información; y finalmente, en la etapa 3, en hacer recomendaciones para mejorar la seguridad vial.

Figura 4.

Diagrama de flujo de toma de datos para un análisis de Seguridad Vial



2.4.5. Etapa 1. Recolección de la información

a. Accidentes de Tránsito

Son los que ocurren sobre la vía de manera súbita e inesperada por condiciones y actos irresponsables que se podrían prevenir. Se atribuye a factores humanos, vehículos en su mayoría automotores, condiciones climatológicas, señalización y condición del camino, los cuales ocasionan pérdidas prematuras de vidas humanas y/o lesiones, así como secuelas físicas o psicológicas, perjuicios materiales y daños a terceros (OMS, 2017).

Los datos de accidentabilidad fueron solicitados a la Unidad de Tránsito de la Policía de Chachapoyas, correspondiente a los últimos cinco años, del 2017 al 2022.

b. Levantamiento topográfico

Es el conjunto de operaciones que se ejecutan en el campo y de los medios puestos en práctica, para fijar las posiciones de puntos, así como su representación en un plano (Medina, 2014).

El levantamiento topográfico se realizó en tres días, del 28 al 30 de mayo del 2023, de 8:00 am a 5:00 pm. Se escogió diferentes puntos de la vía donde permita tener la mayor visibilidad, en estos puntos se instaló la estación total. Luego, se empezó a levantar la vía disparando un láser hacia el prisma, es así como se registran los puntos para ser dibujados en un plano.

Figura 5.

Levantamiento topográfico realizado en la vía de estudio



Nota: Puesta en estación de equipo topográfico.

c. Aforo vehicular

Es el proceso de medir y registrar el número de vehículos que transitan por una vía específica durante un período de tiempo determinado. Se realizó dos aforos, uno preliminar y otro semanal.

En el aforo preliminar se utilizó formatos de conteo vehicular adaptados del MTC. Este aforo se realizó el miércoles 24 de mayo del 2023 (días representativo de la semana), en el punto medio de la vía (Estación 3), de 6:00 am a 9:00 pm. Se registró el conteo en espacios de una hora.

Para lograr el aforo preliminar, tres personas se ubicaron en cada esquina de la intersección, registrando el tipo y movimiento del vehículo, en la figura 6 y figura 9 se aprecia la dinámica de conteo.

Figura 6.

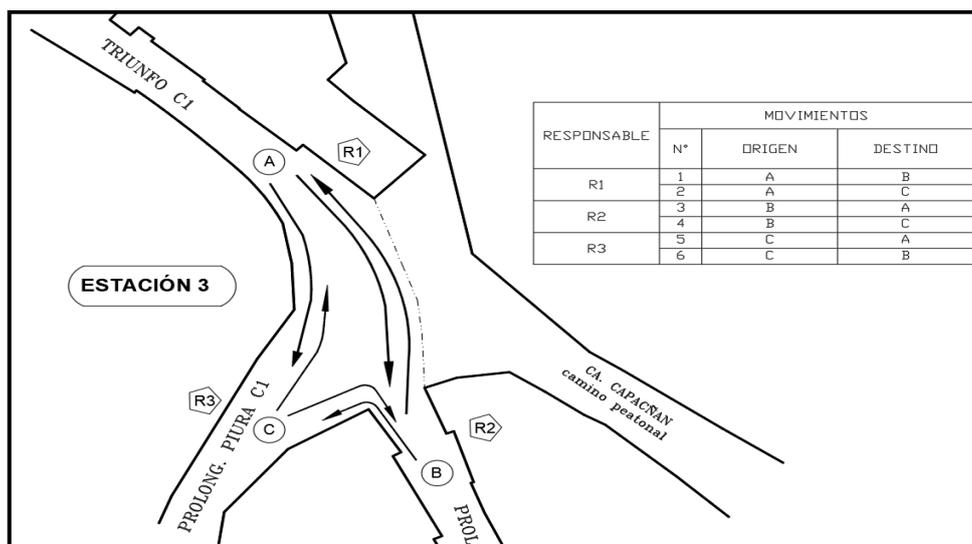
Aforo vehicular preliminar realizado en la Estación 3



Nota: Cada responsable es encargado de registrar el tipo y sentido de movimiento de los vehículos.

Figura 7.

Esquema de aforo vehicular preliminar en la Estación 3



Nota: Se aprecia que cada responsable (R1, R2 y R3) registró dos opciones de movimiento vehicular además de clasificar el tipo de vehículo conforme la guía del MTC.

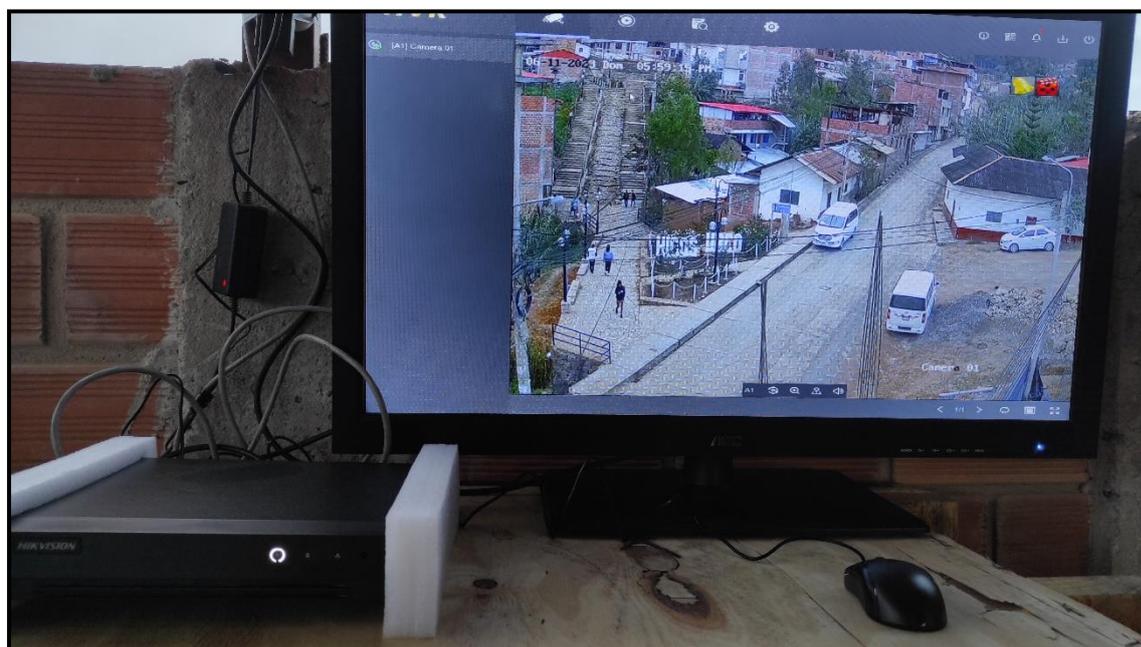
Este aforo preliminar permitió reconocer la composición vehicular, subclasificando en

categorías para un mayor análisis y entendimiento del problema. Además, se identificó las tres horas de máxima demanda (horas pico) y la hora de mínima demanda (hora valle). En función de las horas pico y hora valle se realizó el aforo semanal vehicular, peatonal y de velocidades durante la semana que comprende del lunes 12 al domingo 18 de junio del 2023.

El aforo vehicular semanal se realizó en diferido y en tiempo real. En las Estaciones 1, 3 y 5 se usaron grabaciones obtenidas de cámaras de videovigilancia. En la Estación 1 y 5 se contó con cámaras existentes; en cambio, en la Estación 3 se instaló una cámara. En las Estaciones 2 y 4 se aforó en tiempo real.

Figura 8.

Instalación de cámara de videovigilancia en el Estación 3



Nota: El alcance de la cámara debe ser lo suficiente de tal modo que se garantice la visibilidad de vehículos y peatones.

Figura 9.

Cámara de videovigilancia existente en la Estación 1 y Estación 5



Nota: Parte superior corresponde a la Estación 1 y parte inferior a la Estación 5.

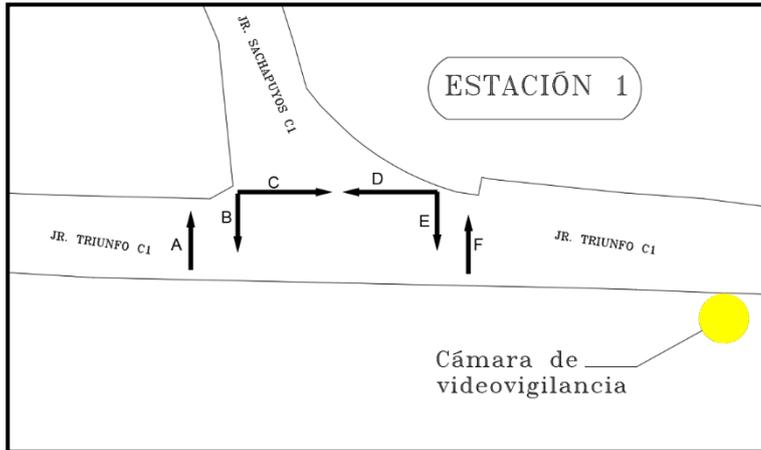
d. Aforo peatonal

Consiste en registrar el número de peatones que transitan por una vía específica durante un período de tiempo determinado. Se realizaron en las Estaciones 1, 3 y 5, usando las grabaciones de las cámaras de videovigilancia. Los horarios de aforo correspondieron a las tres horas pico, del lunes 12 al domingo 18 de junio del 2023.

Se registró el movimiento de los peatones siempre y cuando crucen de un lado la calzada a otro, tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10.

Esquema de aforo peatonal en la estación 1



e. Medición de velocidades

Para medir las velocidades, se utilizó el método del cronómetro, el cual consistió en escoger cuatro puntos de la vía (Estación A, B, C y D) conforme a los criterios de inclusión de la muestra. Se midieron distancias de 30 m, basado en las recomendaciones del MSV que sugiere distancias de 30 a 40 metros para velocidades bajas (menores a 40 km/h). Los puntos de inicio y final se marcaron con cinta adhesiva, y se colocaron banderines al costado de las marcas para una mayor visibilidad.

Figura 11.

Demarcación de puntos para aforo de velocidades en la Estación C



Nota: El uso conjunto de marcas con cinta adhesiva en el pavimento y banderines se complementan dando una mayor visibilidad.

Teniendo en consideración la hora pico y hora valle, con ayuda de cronómetro se registró el tiempo en que el vehículo demora en recorrer la distancia previamente establecida. Es importante aclarar que las mediciones se hicieron en simultáneo los cuatro estaciones, durante la semana que comprende desde el lunes 12 de junio al domingo 18 de junio del 2023.

Figura 12.

Registro de tiempos usando cronómetro en Estaciones de aforo de velocidades



Nota: El registro de tiempos se hizo en simultáneo en las cuatro Estaciones A, B, C y D. Las fotografías corresponden de izquierda a derecha y de arriba abajo respectivamente a cada estación.

f. Registro de dispositivos de control

Se hizo un recorrido de toda la vía, identificando y registrando el tipo, dimensiones y estado de la señalización vertical, señalización horizontal y otros dispositivos de control como resaltos.

Para las señales verticales se llevó a cabo clasificaciones según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor Para Calles y Carreteras en tres grupos: señales verticales reguladoras o reglamentarias, de prevención y de información. La ubicación longitudinal depende del tipo específico de la señal, la ubicación lateral

(distancia entre la señal y la calzada) en zonas urbanas es 0.60 m y la altura mínima desde el nivel de vereda hasta el borde inferior 2.00 m.

Figura 13.

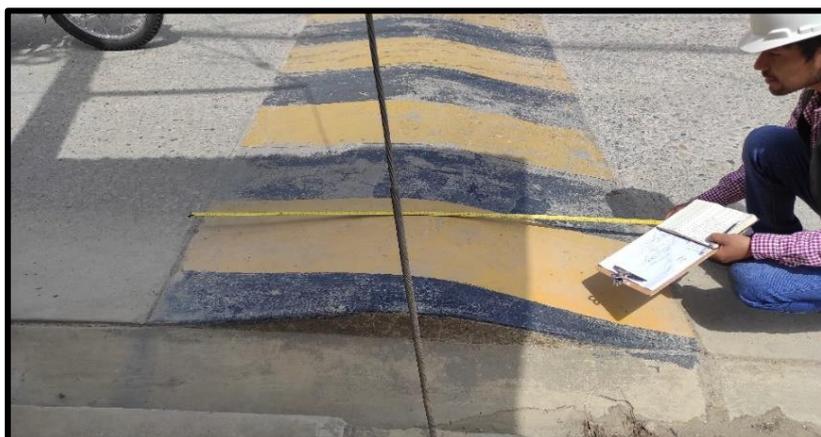
Medida de distancia vertical y horizontal de señales verticales



Los resaltos según el MSV definen como un dispositivo estructural fijo, que opera como reductor de velocidad en los sectores de las carreteras que atraviesan las zonas urbanas, y que consiste en la elevación transversal de la calzada en una sección determinada de la vía. Existen resaltos circulares, trapezoidales, virtuales y de cojín, los dos primeros son los más usados. Se registró el tipo, longitud de cuerda y alto de cada resalto.

Figura 14.

Medida de longitud de cuerda de resalto tipo circular



2.5.Etapa 2. Procesamiento y organización de la información

a. Accidentes de tránsito

La información de accidentabilidad fue procesada en el software Excel y organizada en tablas.

b. Aforo vehicular

La data del aforo vehicular se procesó y organizó en tablas y gráficos usando el software Excel. Se identificó la composición vehicular y flujograma vehicular en cada estación.

La DG-2018, nos proporciona la ecuación 1 para conocer el índice medio diario anual a partir del volumen máximo horario, además, brinda la tabla 22 (ver anexos) para la clasificación de vías urbanas en función de su demanda.

$$VHD = (0.12 \sim 0.18) * IMDA_{año} \quad (1)$$

c. Aforo peatonal

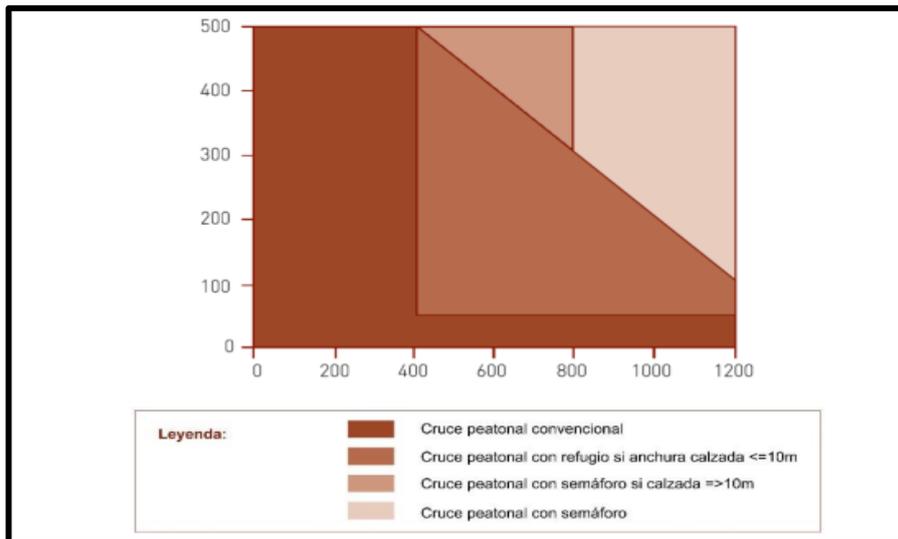
Los datos del aforo vehicular se procesaron y organizó en tablas y gráficos usando el software Excel.

El MSV-2017 menciona que los cruces de calzada son los principales puntos de accidentalidad los peatones. La elección del tipo de cruce depende principalmente de las intensidades de tráfico de la calle y del volumen de peatones que se dispone a cruzar. La siguiente figura muestra una propuesta de tipo de cruce en función de estos parámetros.

Figura 15.

Tipos de cruce recomendado en función de las intensidades de tránsito vehicular y peatonal

La data del aforo vehicular se procesó y organizó en tablas y gráficos usando el software Excel. Se identificó la composición vehicular y flujograma vehicular en cada estación.



Nota: Extraído del MSV-2017

d. Velocidad

Los datos obtenidos fueron tiempos (en segundos) que demoró en recorrer vehículos la distancia previamente establecida (30 metros). Conociendo el tiempo y la distancia se calculó la velocidad (m/s), mediante factores de conversión se obtuvo la velocidad en km/h.

e. Tamaño de muestra y velocidad de operación

Basados en libro Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones, se calculó en tamaño mínimo de la muestra y la velocidad de operación.

El tamaño mínimo de la muestra se encontró mediante la ecuación 2.

$$n = \left[\frac{KS}{e} \right]^2 \quad (2)$$

Donde:

n=tamaño de la muestra

s=desviación estándar

k=constante correspondiente para el nivel de confiabilidad deseado

e=error permitido en la estimación de la velocidad (km/h)

Para determinar el valor "k", se utilizó la tabla 2, donde dicho valor depende del nivel de confiabilidad deseado en el estudio.

Tabla 2.

Constantes correspondientes al nivel de confiabilidad

Constante k	Nivel de confiabilidad (%)
1.0	68.3
1.5	89.6
1.6	90.0
2.0	95.0
2.0	95.5
2.5	98.8
2.6	99.0
3.0	99.7

Nota: (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018)

Para establecer el **valor de la desviación estándar**, se usó otra tabla referencial (tabla 3), que proporcionó valores para cada condición más habitual que se puede encontrar.

Tabla 3.

Desviaciones estándar de velocidades puntuales para distintos tipos de tránsito y vía (km/h)

Área de tránsito	Tipo de carretera	Desviación estándar media (kph)
Rural	2 carriles	8.5
Rural	4 carriles	6.8
Intermedio	2 carriles	8.5
Intermedio	4 carriles	8.5
Urbana	2 carriles	7.7
Urbana	4 carriles	7.9
Valor redondeado		8.0

Nota: (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018)

El **valor del error permitido** depende de la exactitud requerida en la velocidad, puede fluctuar de +/- 8 km/h y +/- 1.5 km/h o menos aún.

Luego, en el análisis de los datos se debe tener en cuenta el tamaño de la muestra para así calcular el **número de intervalos**, por lo cual se usó la siguiente tabla:

Tabla 4.

Número de intervalos de clase por tamaño de muestra

Tamaño de la muestra (n)	Número de intervalos (N)
50-100	7-8
100-1 000	10-11
1 000-10 000	14-15
10 000-100 000	17-18
Mayores de 100 000	$1+3.3\log_{10}(n)$

Nota: (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2018)

Posteriormente, se elaboró una tabla de distribución de frecuencias con la cual se usaron percentiles. El P15 se usa para el límite de velocidad inferior. El P50 se usa para la velocidad media. El P85 se usa como límite máximo de velocidad que debe ser medido por los dispositivos de control. El P98 se utiliza para establecer la velocidad del proyecto. Para el objetivo planteado, se calculó el P85 con las siguientes expresiones:

Fórmula para calcular la posición del percentil.

$$P_p = \frac{pn}{100} \quad (3)$$

Una vez ubicada la posición se precedió a calcular el valor del percentil con la Ecuación 4.

$$P_k = l_i + A\left(\frac{\frac{kn}{100} - F_{i-1}}{f_i}\right) \quad (4)$$

f. Velocidad mediana

Las velocidades presentan valores extremos, ya sea que los vehículos exceden la velocidad promedio o van demasiado despacio, por lo que el valor más representativo

es la mediana. Para el cálculo de la mediana se usó la herramienta Excel mediante el diagrama de caja y bigote.

g. Dispositivos de control

Señales verticales. Se realizó un inventario de señales verticales indicando tipo, progresiva donde se ubica, verticalidad del soporte, dimensiones existentes y normativas.

Resaltos. Se realizó un inventario de resaltos registrando tipo, progresiva donde se ubica, dimensiones existentes y normativas. Para el cálculo de las dimensiones normativas se basó en tablas 20 y 21 (ver Anexos) proporcionadas por el MSV-2017.

h. Geometría de la vía

Las características geométricas fueron procesadas usando el software AutoCAD Civil 3D y organizadas en tablas y planos.

i. Radio mínimo en curvas

En base a la MDGVU-2005 el radio mínimo de curva es aquel que permite a un vehículo girar con seguridad y comodidad, depende de la velocidad de diseño entre otros factores. Su cálculo aprecia en la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01p + f_{m\acute{a}x})} \quad (5)$$

Donde:

R mín: Radio mínimo

V: Velocidad de diseño expresada en km/h

p: Peralte en porcentaje

f_{máx}: Coeficiente de fricción correspondiente a la velocidad de diseño

El valor de la velocidad es la velocidad de operación, correspondiente al percentil 85, dado que es un avía existente en condiciones de operatividad, su cálculo se detalla en el estudio de velocidades. El valor del peralte fue medido en la sección transversal de curva obtenida del levantamiento topográfico. El valor del coeficiente de fricción es el indicado en la el cuadro 7.1.1 proporcionado por el MDGVU-2005 (ver Anexos, figura 35). El valor del radio mínimo obtenido se contrastó con el radio existente.

j. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

El MDGVU-2005 no indica fórmulas de cálculo para la distancia de adelantamiento, motivo por el que se hizo uso DG-2018 que brinda la tabla 205.03 (Ver Anexos, figura 36) para la estimación del valor en metros de la distancia mínima de adelantamiento en función de la velocidad.

k. Distancia de visibilidad de cruce

El MSV-2017 menciona que las estadísticas de accidentes de tránsito, muestran que, aunque las intersecciones constituyen una pequeña parte de la red de carreteras, alrededor del 50 % de todos los accidentes urbanos están relacionados con las intersecciones. Por tanto, se debe garantizar la visibilidad de cruce a través del triángulo mínimo de visibilidad.

Se llama triángulo de visibilidad a la zona libre de obstáculos que permite, a los conductores que acceden simultáneamente, verse unos a otros y observar la intersección a una distancia tal que sea posible evitar una eventual colisión. El MDGVU-2005 proporciona las siguientes fórmulas para su cálculo:

$$D_c = 0.275 * V * (t_p + t_a) \tag{6}$$

Siendo:

D_c : Distancia de visibilidad sobre la vía preferencial, en metros.

V : Velocidad de diseño de la vía preferencial en Km / h

t_p : Tiempo de percepción más tiempo de arranque en segundos.

t_a : Tiempo requerido para acelerar y despejar la carretera principal en segundos.

El tiempo t_p asume un valor de 2 segundos para cruces en zonas de baja densidad poblacional que puedan asemejar a una zona rural y 1 segundo en el resto de zonas urbanas donde el fenómeno es más repetitivo.

El tiempo t_a es el necesario para recorrer la distancia total, resulta de la suma tres distancias parciales medidas en metros, de acuerdo con la siguiente expresión.

$$D = d + C + L \quad (7)$$

Siendo:

D : Distancia total de cruce

d : Distancia de vehículo detenido hasta el borde de la calzada de la vía que se cruza. Se acepta generalmente un valor de 3 metros.

C : Ancho de la calzada medida según la trayectoria del vehículo que cruza.

L : Largo del vehículo que cruza.

Vehículo Ligero (VL) : 5,80 metros

Vehículo Pesado rígido (VP) : 13,2 metros

Vehículo Articulado (VA) : 20,5 metros

$$t_a = \sqrt{\frac{2D}{9.8j}} \quad (8)$$

Siendo:

j : Aceleración del vehículo:

- Vehículo ligero: 0.150
- Vehículo pesado: 0.075
- Vehículo articulado: 0.055

l. Distancia de Visibilidad de Parada

Es la distancia que recorre un vehículo desde el momento en el que logra observar una situación de riesgo hasta que el conductor logra detenerlo (MTC, 2005). Este manual proporciona fórmulas y cuadros para su cálculo, además menciona que la distancia de parada resulta menor que la distancia de visibilidad de cruce, por lo que se recomienda tomar como valor la distancia de visibilidad de cruce.

m. Radio mínimo y de ramales de giro en intersecciones canalizadas

Cuando se trata de intersecciones canalizadas, aquellas donde el giro está orientado por el uso de glorietas u óvalos, se debe garantizar el radio mínimo de giro de los ramales. El MDGVU-2005 proporciona el cuadro 11.2.7.2 con los valores mínimos de radio de giro (ver Anexos, figura 39).

n. Secciones transversales

El MDGVU-2005 menciona elementos básicos de una sección transversal, brindando parámetros y cuadros para el diseño. En contraste con el levantamiento topográfico tenemos los siguientes elementos:

- **Carril:** Es la banda longitudinal destinada a un solo vehículo, con sus respectivas dimensiones. El número de carriles recomendado para para vías locales unidireccionales es 1 carril por sentido de circulación, los valores recomendados lo apreciamos en el cuadro 10.2.1 del MDGVU-2005 (ver Anexos, figura 37).
- **Calzadas:** Es la parte de la sección de la vía, destinada a la circulación exclusiva de vehículos, también se le conoce como superficie de rodadura o pista (MTC, 2005). El ancho de calzada está relacionado con la cantidad y ancho de carriles, los valores recomendados se aprecian cuadro 10.2.1 del MDGVU-2005 (ver Anexos, figura 37).
- **Bombeo:** Es la pendiente o inclinación transversal en tramos rectos de una vía, para facilitar el escurrimiento de las aguas superficiales, evitando la acumulación de agua en el pavimento (MTC, 2005). El valor de diseño se obtuvo del cuadro 10.3.1 del MDGVU-2005 (ver Anexos, figura 38).

- **Peralte:** Es la inclinación dada a la sección transversal de una vía, en los tramos de las curvas horizontales para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa en un vehículo en movimiento (MTC, 2005). Su valor de diseño recomendado para vías locales y colectoras es 4% como máximo.
- **Berma lateral:** Parte de la vía, adyacente a la pista de circulación, que permite eventualmente el tránsito o el estacionamiento de vehículos(MTC, 2005). El ancho de berma deberá estar comprendido entre 1.50 y 2.50 m.
- **Sardineles:** Son elementos que delimitan la superficie de la calzada, vereda, berma, andén, o cualquier otra superficie de uso diferente. Tienen el propósito de limitar el espacio de circulación, para que los vehículos circulen solamente en las calzadas, con confort y seguridad y que los peatones se sientan protegidos en las veredas (MTC, 2005). Se recomienda una altura no mayor a 0.15 por sobre la calzada, dado que alturas superiores generan efecto de estreches.
- **Veredas:** Parte de la vía destinada exclusivamente al uso peatonal. El MDGVU-2005 recomienda para una vía local ancho mínimo de vereda de 0.60 m. La norma GH-20 Componentes de Diseño Urbano, estipula que las veredas deben diferenciarse de la calzada o berma con altura entre 0.15 y 0.20 m

2.6. Etapa 3: Propuesta de alternativas de solución

En base a la información obtenida se plantearon alternativas de solución a la problemática encontrada, las cuales se presentan en los resultados siguientes.

III. RESULTADOS

3.1. Índice de accidentabilidad

Tabla 5.

Índice de accidentes de tránsito correspondiente al periodo del 2017 al 2022

Delito	Total
Accidentes de tránsito	693

Nota: Obtenido de la Unidad de Tránsito de la Policía de Chachapoyas

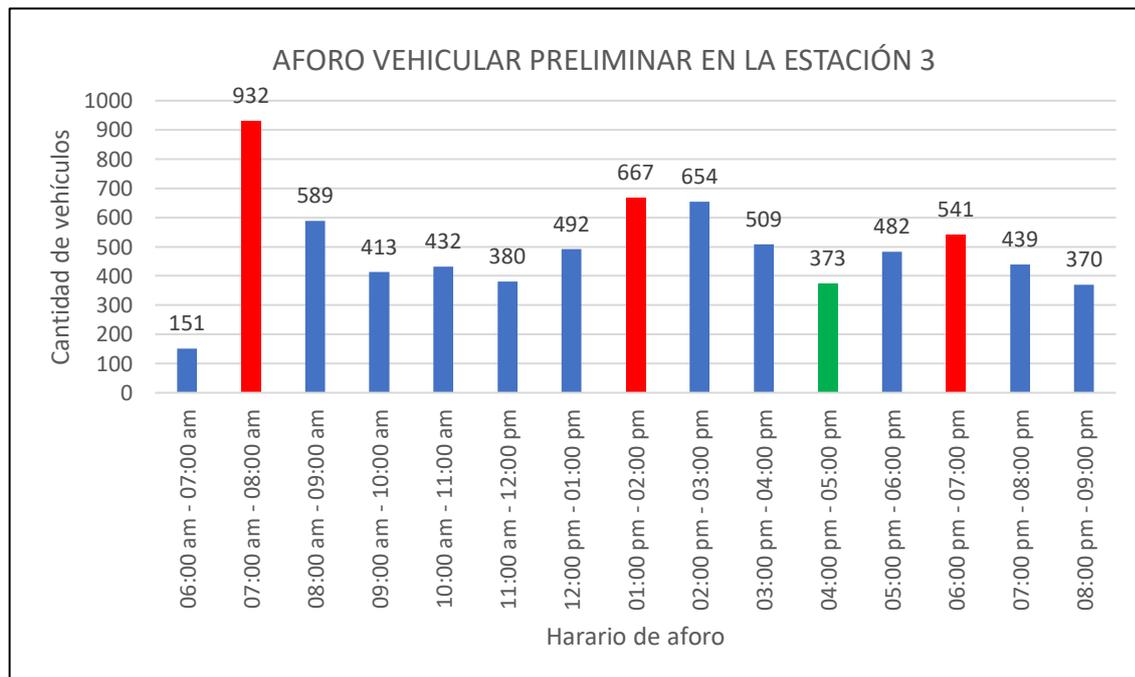
En la tabla 5 se aprecia que las denuncias por accidentes son 693 accidente, correspondiente al periodo del 2017 al 2022, en el distrito Chachapoyas. No se aprecia el lugar específico donde ocurrieron tales accidentes, dado que la Unidad de Tránsito no dispone de un sistema de registro geolocalización. No obstante, el MSV menciona que uno de los criterios para elegir una vía para su evaluación son aquellas vías que, a simple vista, presenten deficiencias en su seguridad vial. Se parte de una actitud preventiva más que reactiva.

3.2. Aforo vehicular

Aforo vehicular preliminar

Figura 16

Aforo vehicular preliminar correspondiente al miércoles 24 de mayo del 2023 en la Estación 3.



Nota: Elaboración propia.

Como se aprecia en la figura 16 el tránsito presentó variaciones horarias. Horas de máxima demanda (horas pico) de 07:00 am a 08:00 am, de 1:00 pm a 2:0 pm y de 6:00 pm a 7:00 pm. Hora de menor demanda (hora valle) de 04.00 pm a 05:00 pm.

Durante las tres horas pico se realizó aforos vehiculares y peatonales en sus estaciones correspondientes. En cambio; con la hora pico máxima, de 7:00 am a 8:00 am, y la hora valle se registró los tiempos para medir la velocidad.

Tabla 6.

Cronograma de aforo según tipo y hora durante la semana del lunes 12 al domingo 18 de junio del 2023.

Tipo de hora	Horario	Tipo de aforo		
		Vehicular	Peatonal	Velocidad
Horas pico	7:00 am - 8:00 am	x	x	x
	1:00 pm - 2:00 pm	x	x	
	6:00 pm - 7:00 pm	x	x	
Hora valle	4:00 pm - 5:00 pm			x

Nota. Elaboración propia

Además, este aforo permitió observar los tipos de vehículos que circulan. Se subclasificó en tres categorías: **Categoría 1 (C1)**, compuesta por motos lineales; **Categoría 2 (C2)**, conformada por vehículos ligeros como autos, camioneta pick up, camioneta cerrada y combi; **Categoría 3 (C3)**, conformada por vehículos pesados como bus, camión dos ejes y camión de tres ejes.

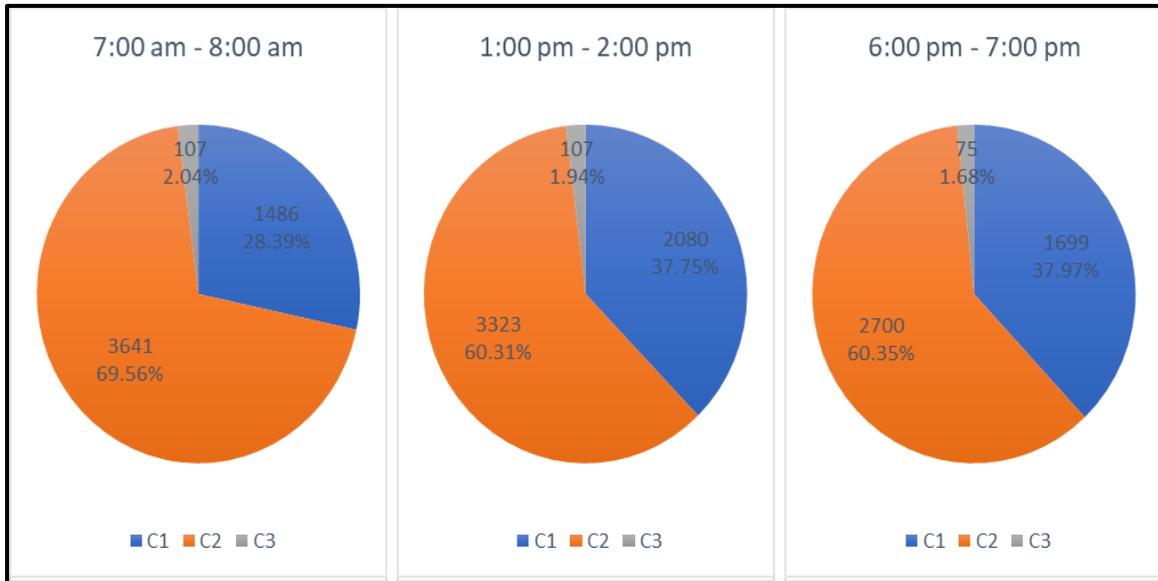
3.3. Aforo vehicular semanal

Basados en las horas pico durante la semana del lunes 12 al domingo 18 de junio se obtuvieron los aforos vehiculares. La composición vehicular se muestra en las figuras 17, 18, 19, 20 y 21 por cada estación y hora pico. La cantidad total de vehículos resultó de la suma de la cantidad de vehículos por cada día de aforro según la hora pico.

Se observa que el mayor porcentaje lo ocupan vehículos livianos (Categoría 2), seguido de motos lineales (Categoría 1) y en menor cantidad vehículos pesados (Categoría 3).

Figura 17.

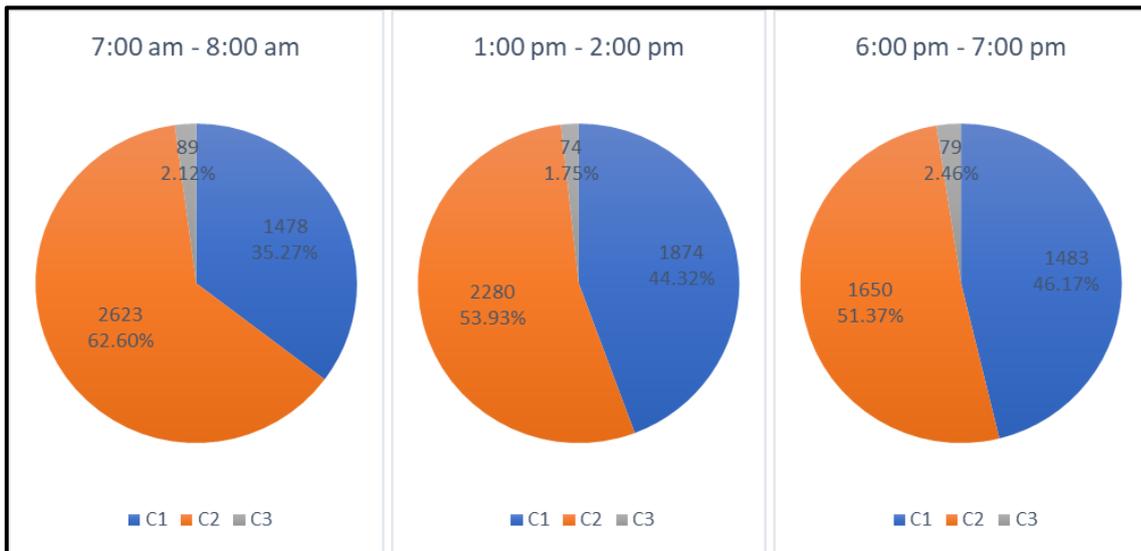
Composición del tránsito semanal por Estación 1 durante las horas pico.



Nota: Elaboración propia.

Figura 18.

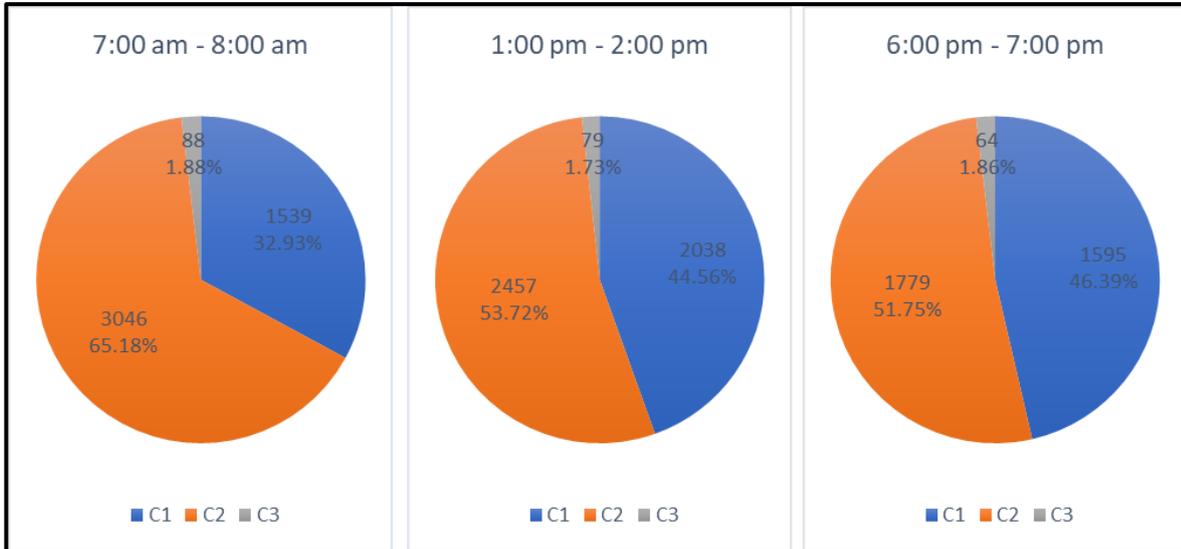
Composición del tránsito semanal en la Estación 2 durante las horas pico



Nota: Elaboración propia.

Figura 19.

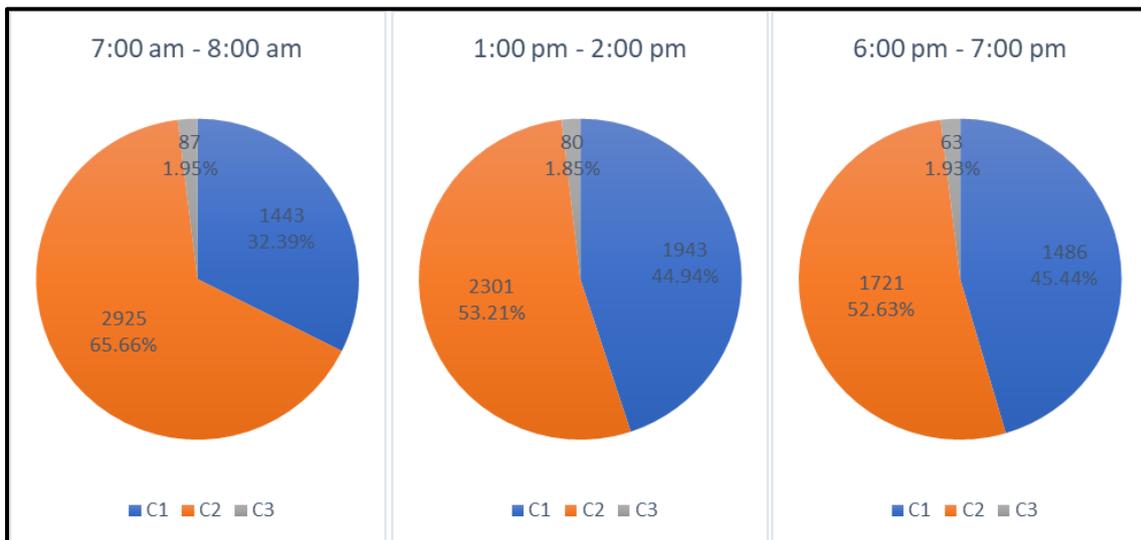
Composición del tránsito semanal en la Estación 3 durante las horas pico.



Nota: Elaboración propia.

Figura 20.

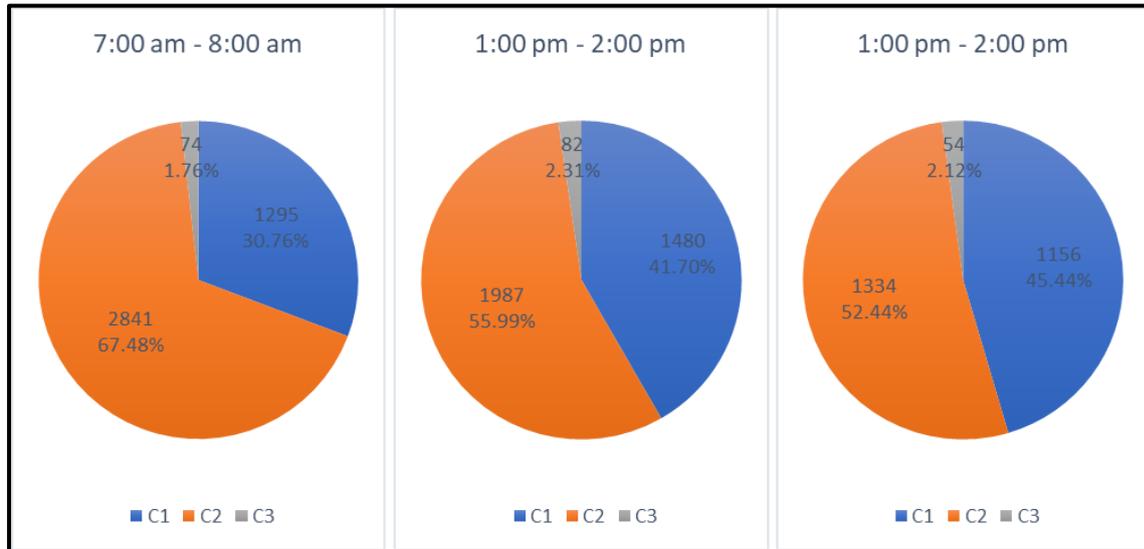
Composición del tránsito semanal en la Estación 4 durante las horas pico.



Nota: Elaboración propia.

Figura 21.

Composición del tránsito semanal en la Estación 5 durante las horas pico.



Nota: Elaboración propia.

3.4. Máximo volumen horario

Como se aprecia en la figura 16, la distribución del tránsito no es homogénea, sino que tiene picos y valles en ciertas horas. A continuación, se presentan las tablas 7, 8, 9, 10, y 11 con los aforos durante las horas pico por cada día de la semana. En dichas tablas, se puede distinguir la hora y día con mayor demanda, cuyos flujogramas se presentan en las figuras 22, 23, 24, 25 y 26 para analizar los movimientos vehiculares.

En la tabla 7, se aprecia que la estación presenta el máximo volumen horario (1025 vehículos por hora); sin embargo, se evidencia en la figura 22 que el 19.90% de éstos vehículo no ingresan a la vía, por lo que se escoge como volumen máximo horario el segundo mayor volumen correspondiente a la Estación 3 (tabla 9).

Usando la ecuación (1), se calcula el $IMDA_{año}$, cuyo coeficiente fue 0.18 debido a que se asocia a carreteras con variaciones estacionales marcadas causadas por componentes turísticos.

Reemplazando:

$$963 \text{ veh/hr} = 0.18 * IMDA_{año}$$

$$IMDA_{año} = 5330 \text{ veh/día}$$

Con un $IMDA_{año}$ de 5330 veh/día, la vía se considera como Autopista de Segunda Clase, la cual debería llevar separador central. En contraste con la situación actual, la vía no cumple, disminuyendo la seguridad vial.

3.4.1. Estación 1

Tabla 7.

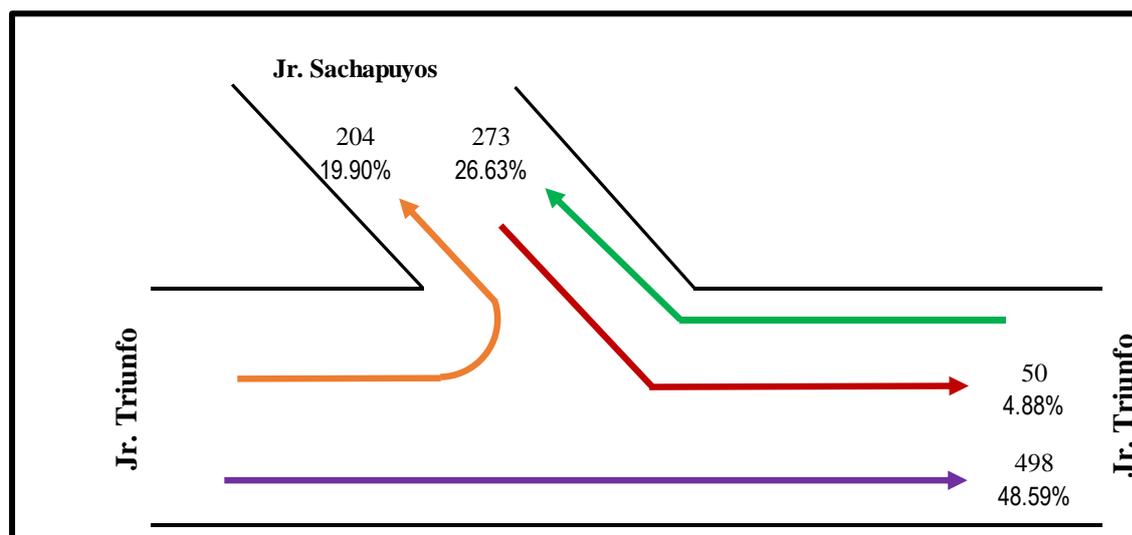
Aforo vehicular semanal en la Estación 1 durante las horas pico

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
7:00 am - 8:00 am	1011	793	939	1025	877	385	204	5234
1:00 pm - 2:00 pm	921	923	873	918	872	606	397	5510
6:00 pm - 7:00 pm	730	772	700	767	720	412	373	4474
Total	2662	2488	2512	2710	2469	1403	974	15218

Nota: Se observa que el mayor volumen horario de tránsito corresponde al jueves de 7:00 am a 8:00 am.

Figura 22.

Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 1



Nota: Elaboración propia.

3.4.2. Estación 2

Tabla 8.

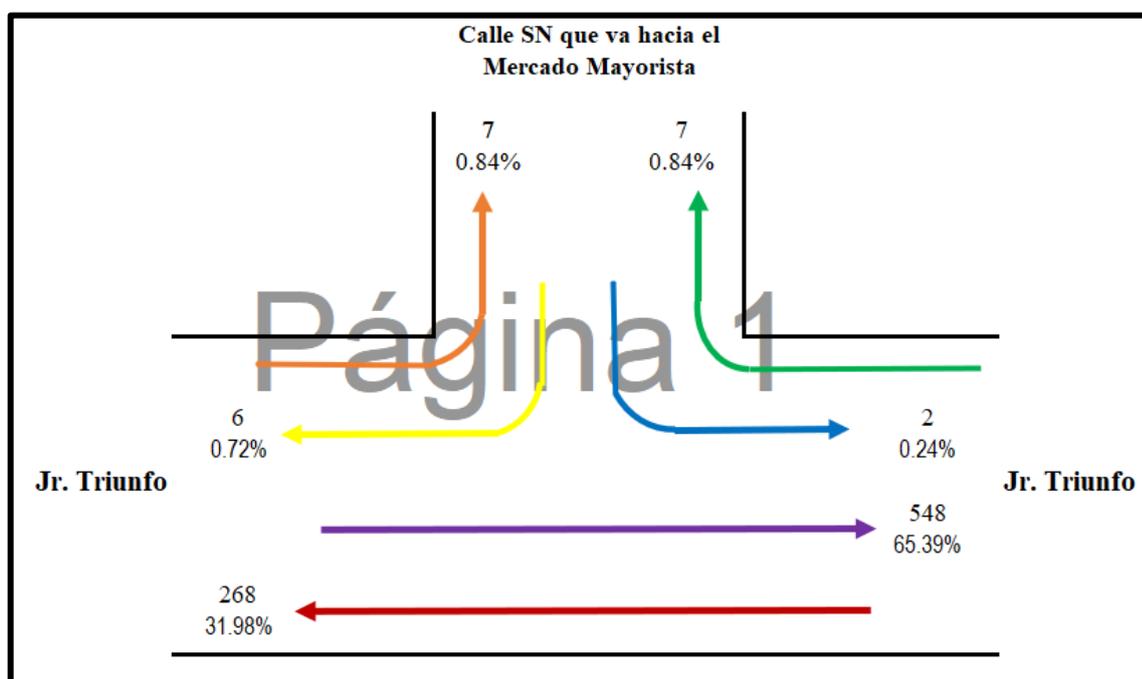
Aforo vehicular semanal en la Estación 2 durante las horas pico

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
7:00 am - 8:00 am	835	661	791	838	737	227	101	4190
1:00 pm - 2:00 pm	727	762	646	737	645	381	330	4228
6:00 pm - 7:00 pm	560	599	504	582	480	229	258	3212
Total	2122	2022	1941	2157	1862	837	689	11630

Nota: Se observa que el mayor volumen horario de tránsito corresponde al jueves de 7:00 am a 8:00 am.

Figura 23.

Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 2



Nota: Elaboración propia.

3.4.3. Estación 3

Tabla 9.

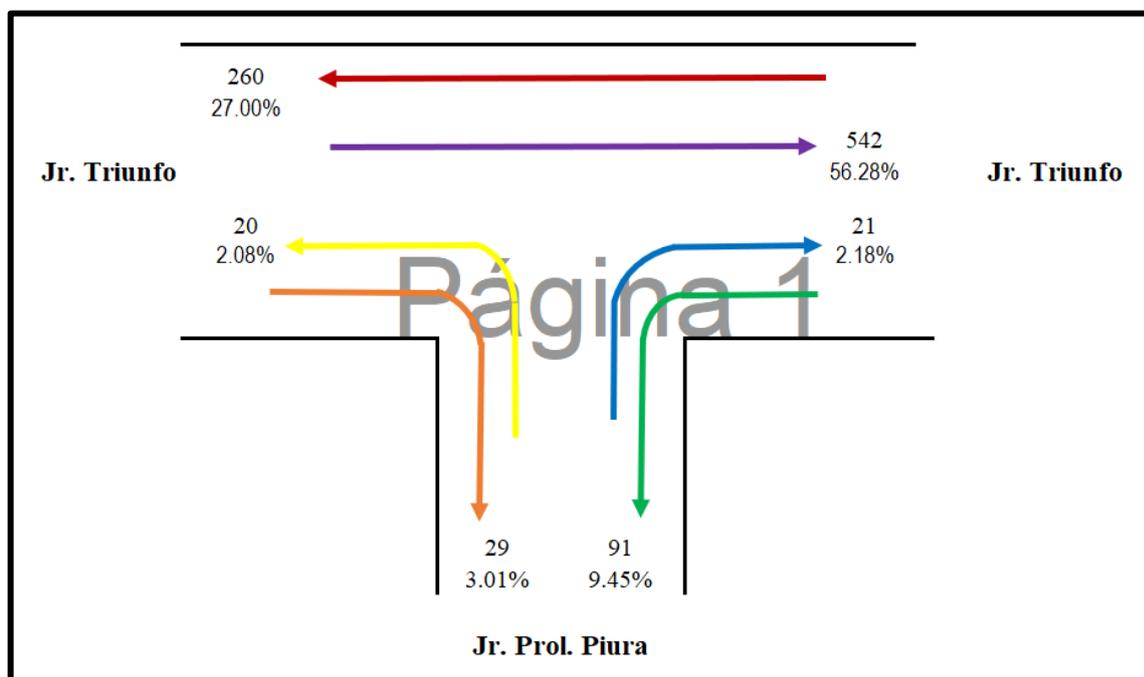
Aforo vehicular semanal en la Estación 3 durante las horas pico

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
7:00 am - 8:00 am	951	662	942	963	829	215	111	4673
1:00 pm - 2:00 pm	781	839	710	790	723	394	337	4574
6:00 pm - 7:00 pm	587	645	543	614	523	253	273	3438
Total	2319	2146	2195	2367	2075	862	721	12685

Nota: Se observa que el mayor volumen horario de tránsito corresponde al jueves de 7:00 am a 8:00 am

Figura 24.

Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 3



Nota: Elaboración propia.

3.4.4. Estación 4

Tabla 10.

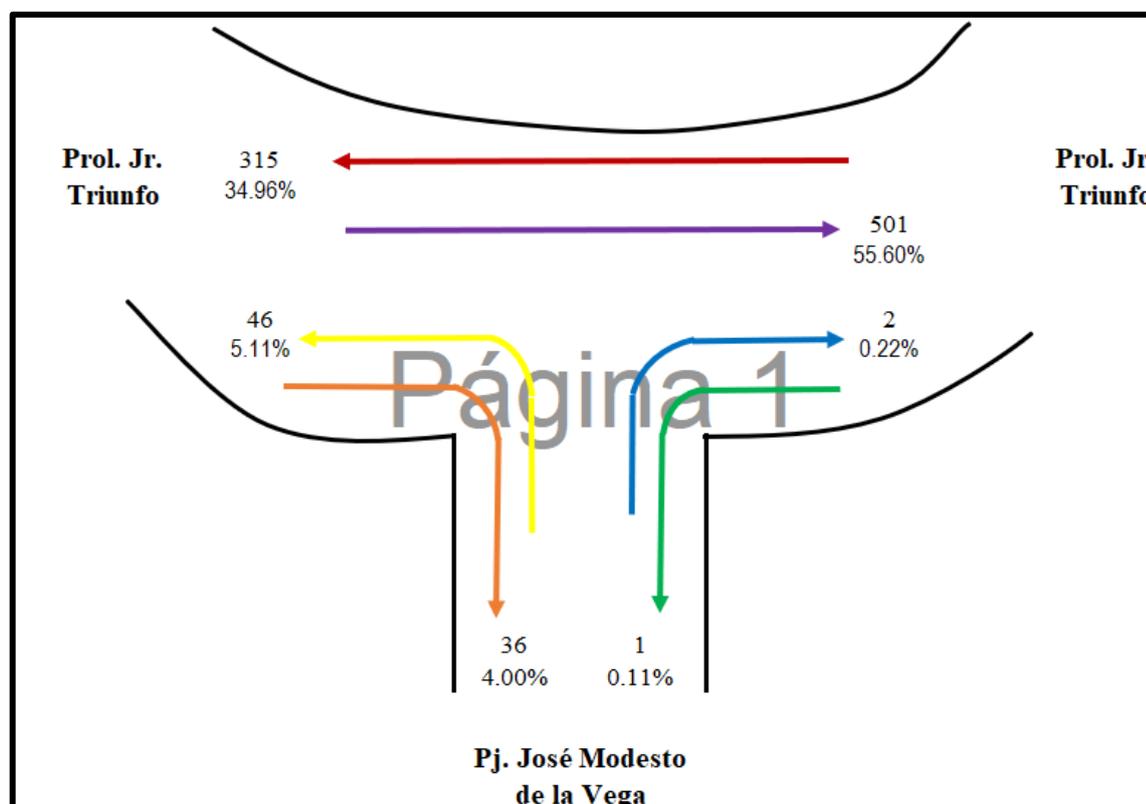
Aforo vehicular semanal en la Estación 4 durante las horas pico

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
7:00 am - 8:00 am	901	718	875	898	761	198	104	4455
1:00 pm - 2:00 pm	744	809	677	755	675	351	313	4324
6:00 pm - 7:00 pm	530	715	489	564	464	223	285	3270
Total	2175	2242	2041	2217	1900	772	702	12049

Nota: Se observa que el mayor volumen horario de tránsito corresponde al lunes, de 7:00 am a 8:00 am

Figura 25.

Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 4.



Nota: Elaboración propia.

3.4.5. Estación 5

Tabla 11.

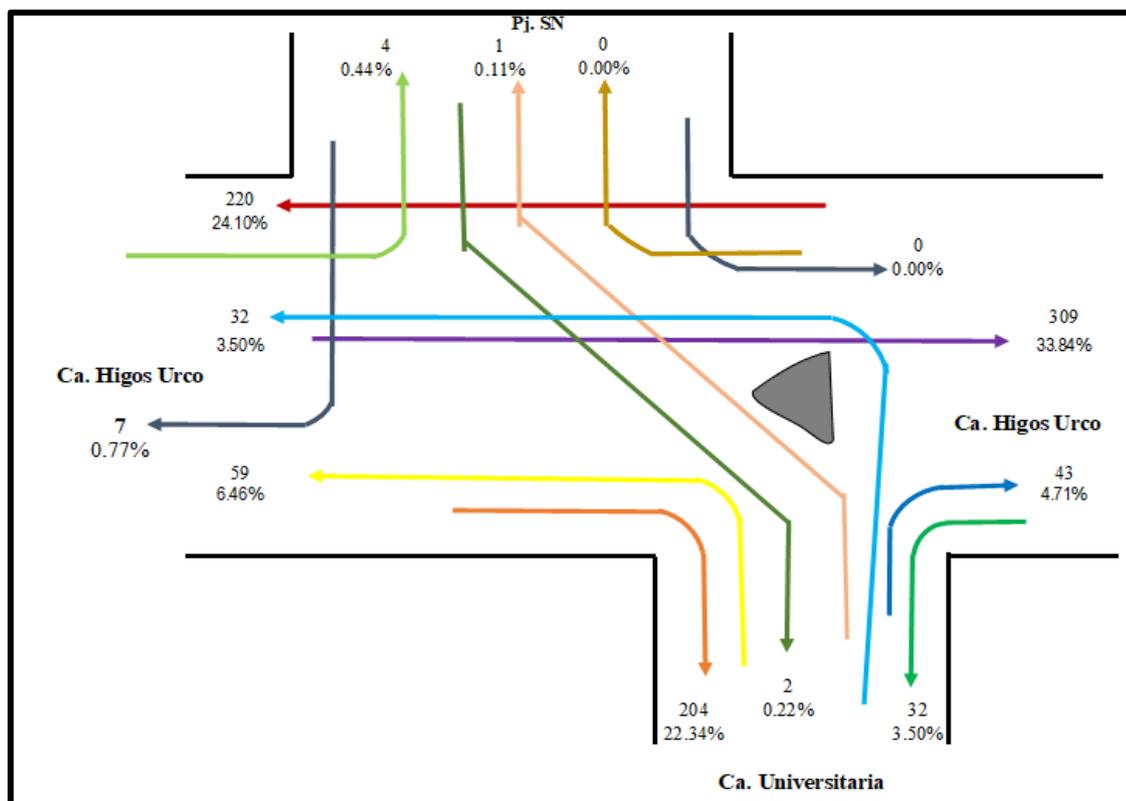
Aforo vehicular semanal en la Estación 5 durante las horas pico

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
7:00 am - 8:00 am	913	547	867	874	775	143	91	4210
1:00 pm - 2:00 pm	635	700	534	649	568	248	215	3549
6:00 pm - 7:00 pm	462	501	416	465	376	153	171	2544
Total	2010	1748	1817	1988	1719	544	477	10303

Nota: Se observa que el mayor volumen horario de tránsito corresponde al lunes, de 7:00 am a 8:00 am

Figura 26.

Flujograma vehicular para la hora de máxima demanda en la Estación 5



Nota: Elaboración propia.

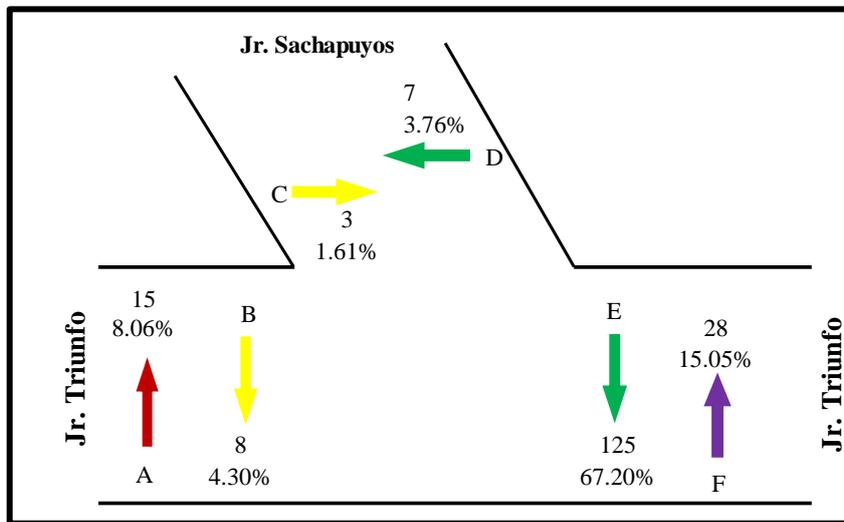
Como se puede observar en los flujogramas, para todas las estaciones, la preferencia de movimiento de entrada o salida de la vía principal hacia las vías secundarias es reducido en comparación con el movimiento a lo largo de la vía principal.

3.5. Aforo peatonal semanal

3.5.1. Estación 1

Figura 27.

Flujograma de movimiento peatonal en la Estación 1 durante la hora de máxima demanda



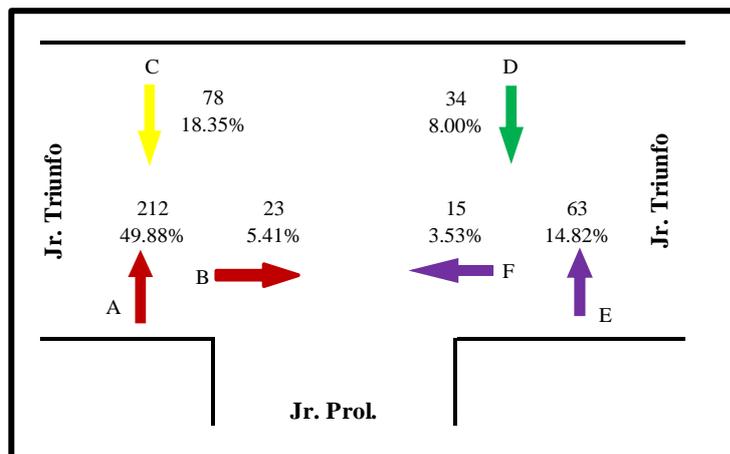
Nota: Elaboración propia

Se aprecia que el mayor movimiento peatonal se registra en el sentido E, con un flujo de 125 peatones por hora (67.20%). Según el flujograma vehicular (figura 27), el volumen de vehículos que circulan en sentido transversal al cruce peatonal es de 821 vehículos por hora.

3.5.2. Estación 3

Figura 28.

Flujograma de movimiento peatonal en la Estación 3 durante la hora de máxima demanda

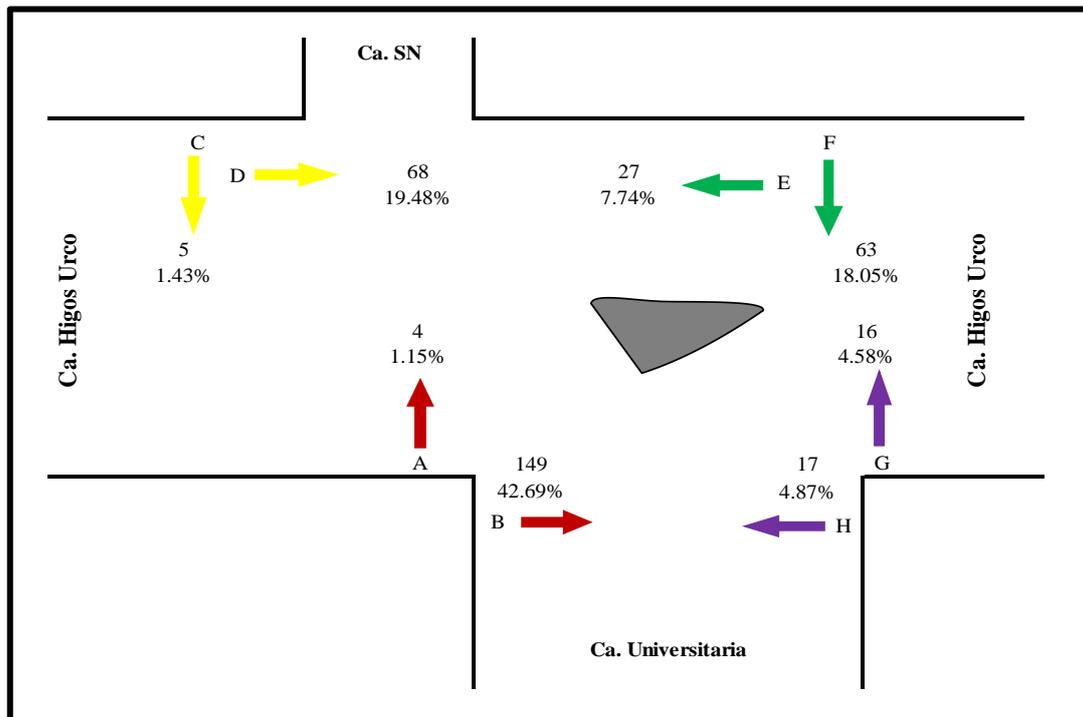


Nota: Elaboración propia

Se aprecia que el mayor movimiento peatonal se registra en el sentido A, con un flujo de 212 peatones por hora (49.88%). Según el flujograma vehicular (figura 22), el volumen de vehículos que circulan en sentido transversal al cruce peatonal es de 851 vehículos por hora.

3.5.3. Estación 5

Figura 29.



Flujograma de movimiento peatonal en la Estación 5 durante la hora de máxima demanda.

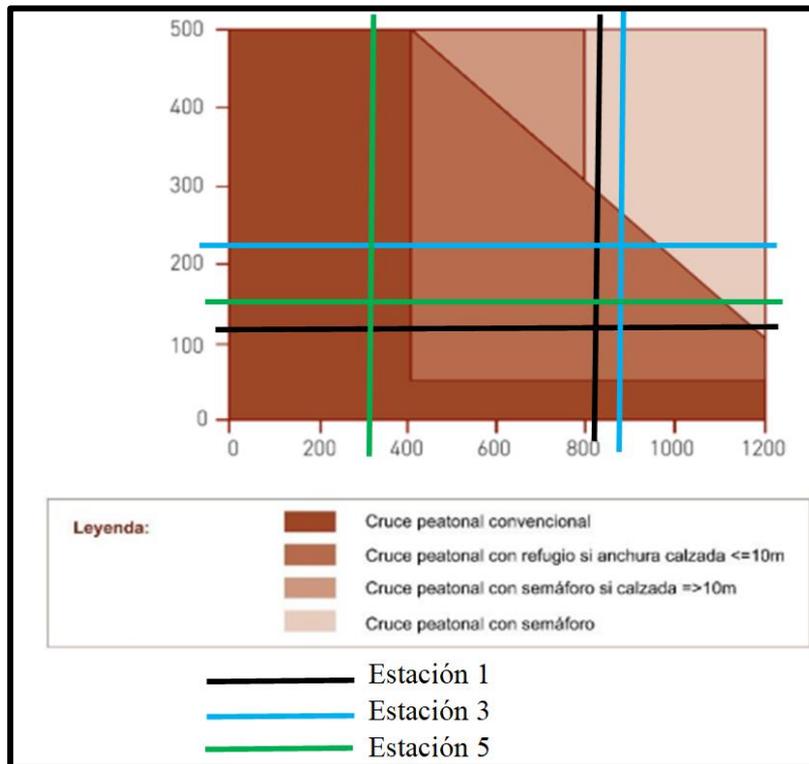
Nota: Elaboración propia.

Se aprecia que el mayor movimiento peatonal se registra en el sentido B, 149 peatones hora (49.88%). Según el flujograma vehicular (figura 29), el volumen de vehículos que circulan en sentido transversal al cruce peatonal es de 373 vehículos hora.

Con los volúmenes peatonales y vehiculares durante la hora de máxima demanda se hizo uso de la figura 15. Se trazó en el “eje x” el volumen vehicular y en el “eje y” el volumen peatonal, el resultado se aprecia en la figura 30. Las recomendaciones obtenidas fueron:

Figura 30.

Tipo de cruce peatonal recomendado según volumen vehicular y peatonal por estación de aforo peatonal



Nota: Adaptado del MSV-2017

En la Estación 1, se recomienda cruce peatonal con refugio si la calzada mide menos de 10 m. En este caso el ancho de la calzada en el punto de cruce es de 7.50 m; sin embargo, la vía no presenta ancho constante; además, un refugio disminuye el ancho de cada carril. Por lo tanto, se recomienda un cruce peatonal convencional, es decir marcas tipo cebras en el pavimento.

En la Estación 3, se recomienda cruce peatonal con refugio si la calzada mide menos de 10 m. En este caso el ancho de la calzada en el punto de cruce es 7.30 m, sin embargo, la vía no presenta ancho constante, además un refugio disminuye el ancho de cada carril. Por lo tanto, se recomienda un cruce peatonal convencional. Dado en el cruce peatonal existe un resalto circular, se recomienda un resalto trapezoidal con marcas tipo cebra para el cruce peatonal.

En la Estación 5, se recomienda un cruce peatonal convencional.

3.6. Velocidades

3.6.1. Tamaño mínimo de muestra

Se aplicó la ecuación 2. El valor de k, nivel de confiabilidad, se obtuvo de la tabla 2, para un nivel de confiabilidad de 95% le corresponde un valor de 2. El valor de S, desviación estándar, se obtuvo de la tabla 3, para una vía urbana de 2 carriles le corresponde un valor de 7.7. El valor se e, error permitido, varía entre +/- 8 km/h y +/- 1.5 km/h o menos aún, se escogió un valor de 1.00.

$$n = \left[\frac{KS}{e} \right]^2 = \left[\frac{2 * 7.7}{1} \right]^2 = 237.16$$

Resulta un tamaño mínimo de muestra de 238 vehículos (cantidad redondeada), la cantidad de datos del estudio fueron 6223 vehículos, superando ampliamente el tamaño mínimo requerido.

3.7. Velocidad de operación

Para determinar el valor de la velocidad de operación se realizó una tabla de distribución de frecuencia, como se aprecia en la tabla 12. Las velocidades obtenidas se agruparon según el número y ancho de clase. La tabla incluye frecuencia absoluta, frecuencia relativa, frecuencia relativa porcentual, frecuencia relativa porcentual acumulada y frecuencia absoluta acumulada. Con estos valores, y a sugerencia del MSV-2017 que indica que al percentil 85 es aquella velocidad que solo es superada por el 15% de los vehículos, se puede considerar como el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial.

n (número de datos): 6223

V. máx. (velocidad máxima): 69.39 km/h

V. mín. (velocidad mínima): 8.96 km/h

R (rango): 60.27 km/h

N (número de intervalos, según tabla 4): 15

A (ancho de clase): 4.02

Tabla 12.*Velocidad de operación general*

N°	li	ls	xi	fi	fr	fr%	Fr%	Fi
1	8.96	12.98	10.97	13	0.00	0.21%	0.21%	13
2	12.98	17.00	14.99	82	0.01	1.32%	1.53%	95
3	17.00	21.02	19.01	427	0.07	6.86%	8.39%	522
4	21.02	25.03	23.03	1075	0.17	17.27%	25.66%	1597
5	25.03	29.05	27.04	1796	0.29	28.86%	54.52%	3393
6	29.05	33.07	31.06	1446	0.23	23.24%	77.76%	4839
7	33.07	37.09	35.08	821	0.13	13.19%	90.95%	5660
8	37.09	41.11	39.10	337	0.05	5.42%	96.37%	5997
9	41.11	45.12	43.11	137	0.02	2.20%	98.57%	6134
10	45.12	49.14	47.13	52	0.01	0.84%	99.41%	6186
11	49.14	53.16	51.15	25	0.00	0.40%	99.81%	6211
12	53.16	57.18	55.17	9	0.00	0.14%	99.95%	6220
13	57.18	61.20	59.19	1	0.00	0.02%	99.97%	6221
14	61.20	65.21	63.20	1	0.00	0.02%	99.98%	6222
15	65.21	69.23	67.22	1	0.00	0.02%	100.00%	6223
				6223	0.99	100.00%		

Nota: Elaboración propia.

Se calculó la posición del percentil con la ecuación 3.

$$P_p = \frac{pn}{100} = \frac{85 * 6223}{100} = 5289.55$$

El percentil se ubica en el intervalo 7.

Luego, con la ecuación 4 calculamos el valor del percentil 85.

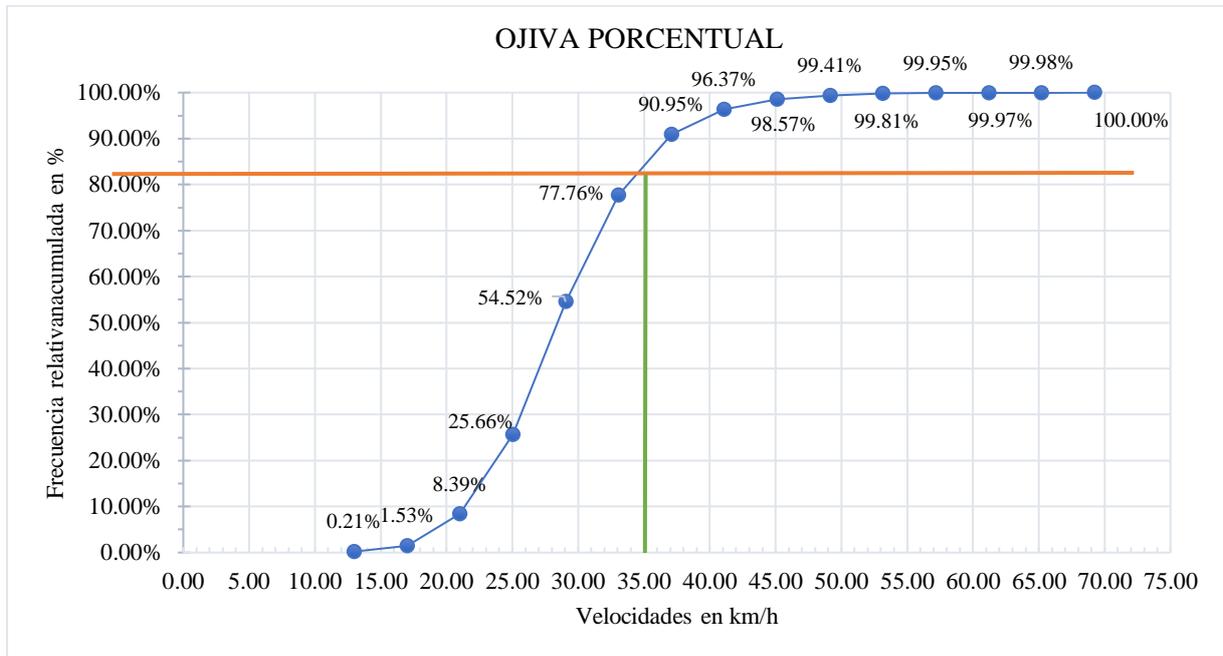
$$P_k = l_i + A \left(\frac{\frac{kn}{100} - F_{i-1}}{f_i} \right) = 33.07 + 4.02 \left(\frac{\frac{85 * 6223}{100} - 4839}{821} \right)$$

$$P_{85} = 35.27 \text{ km/h}$$

El resultado obtenido es una velocidad de operación de 35.27 km/h, indica que es la velocidad que es superada por el 15 % de los vehículos, lo que implica que el mayor número de vehículos opera a una velocidad por debajo de la velocidad máxima permitida, tal como se muestra en la figura 31.

Figura 31.

Ojiva porcentual del análisis de la velocidad.



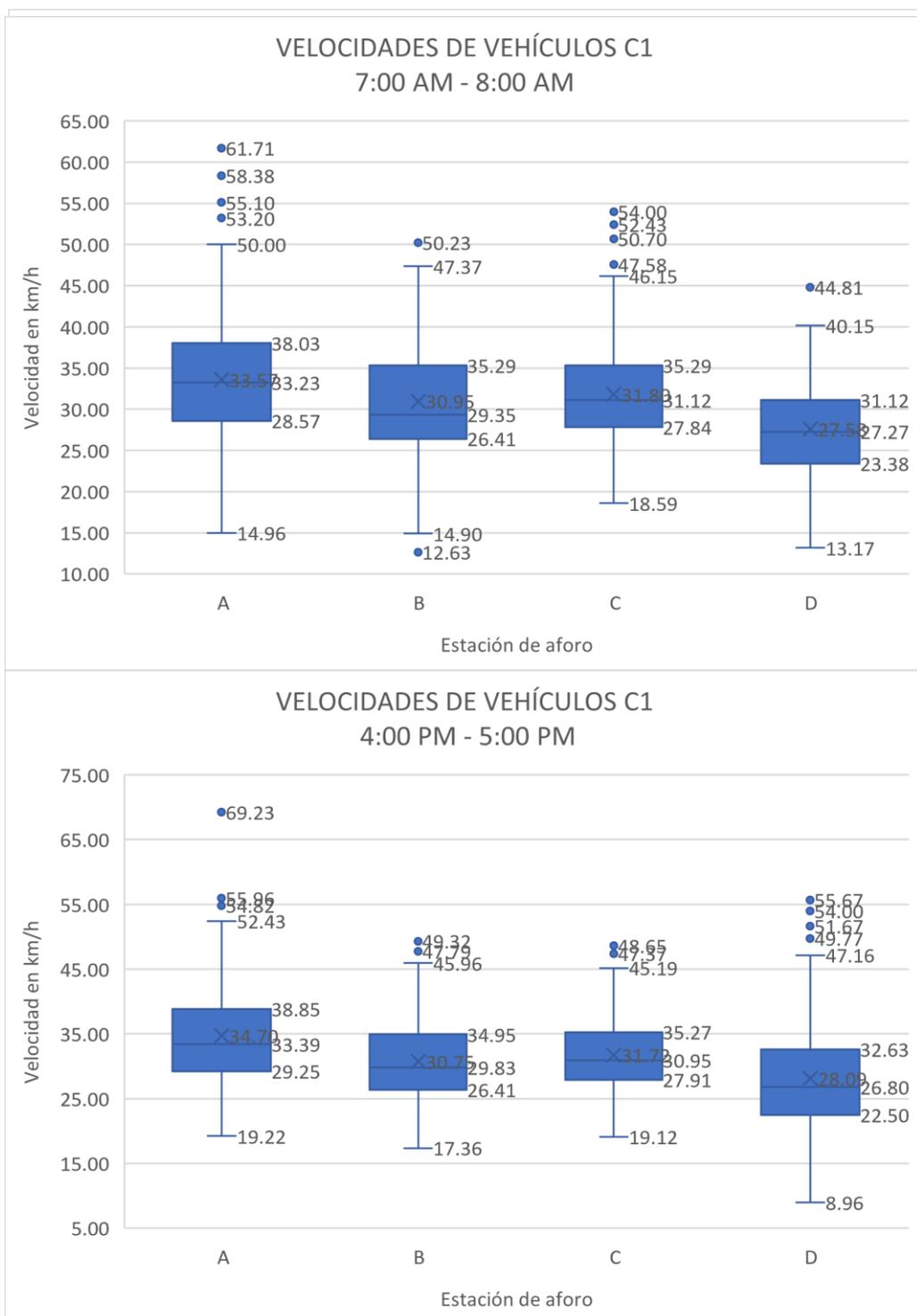
Nota: Elaboración propia

3.7.1. Velocidad mediana

En las figuras 32, 33, 34 y 35 se muestran los diagramas de caja y bigote según categoría vehicular, horario y estación de aforo.

Figura 32.

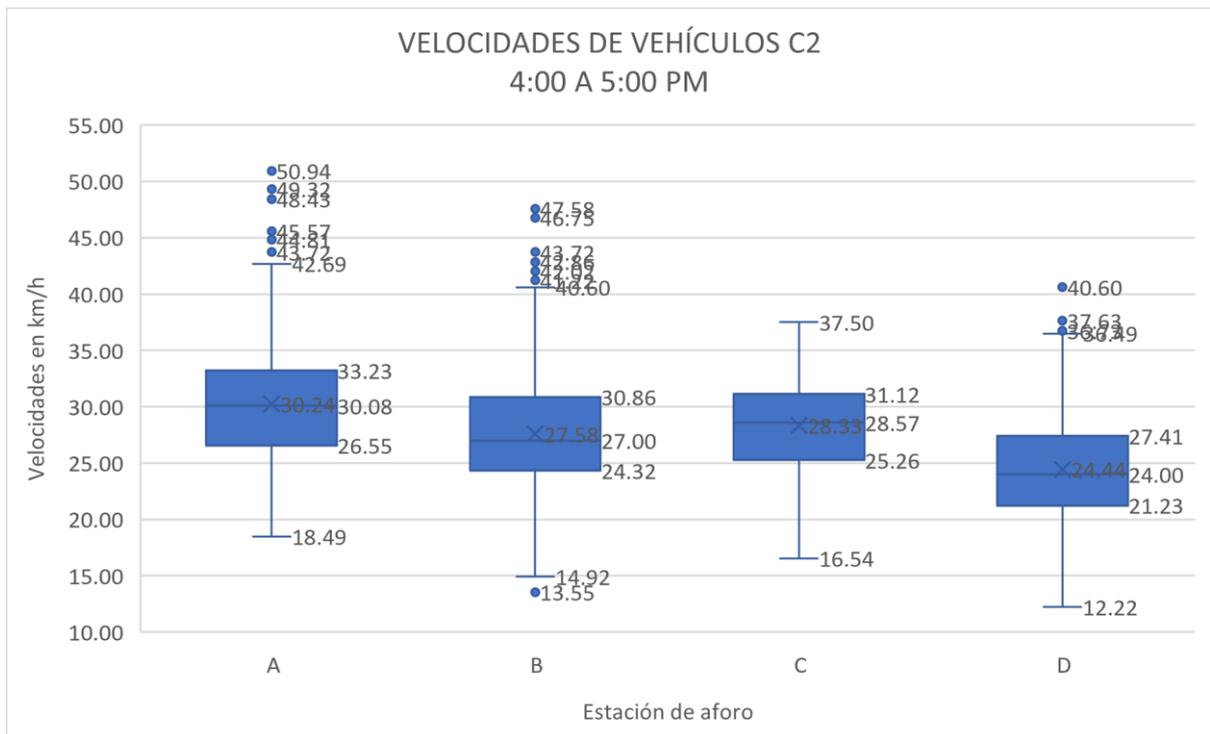
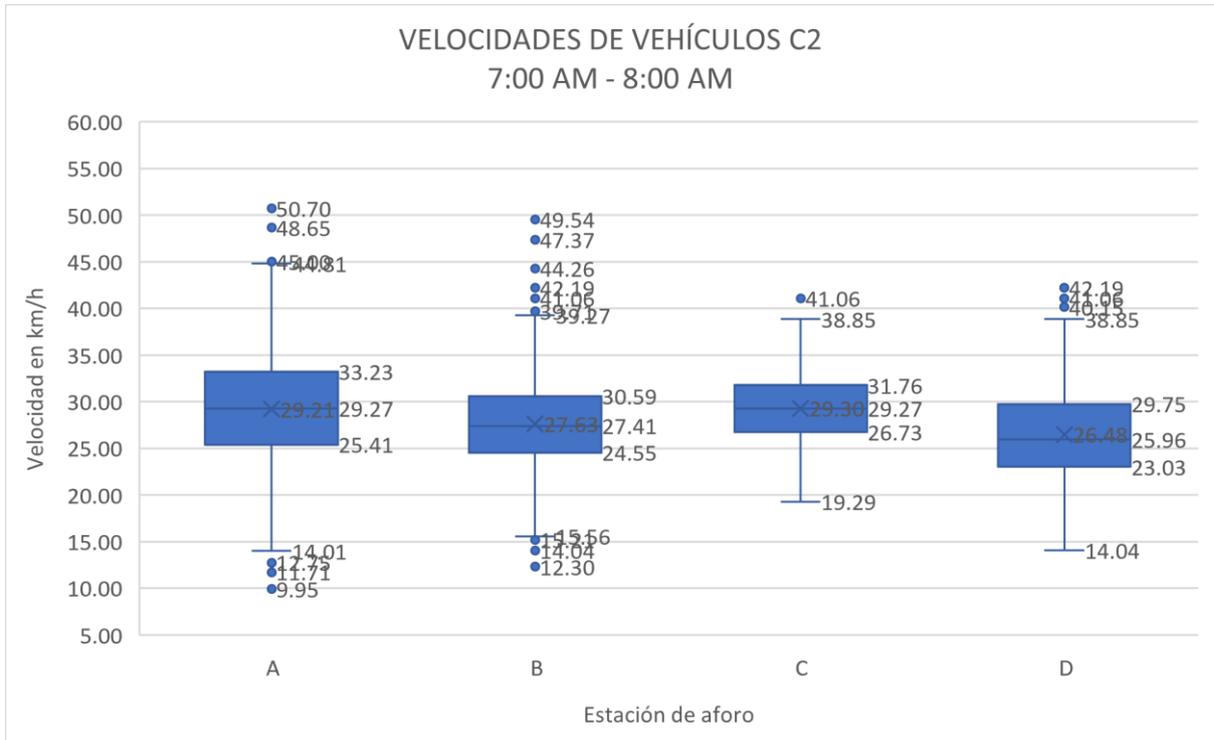
Diagrama de velocidad de vehículos en la categoría 1 (motocicletas) durante la hora pico (7:00 am a 8:00 am) y hora valle (4:00 pm a 5:00 pm) en cada estación



Nota: Elaboración propia

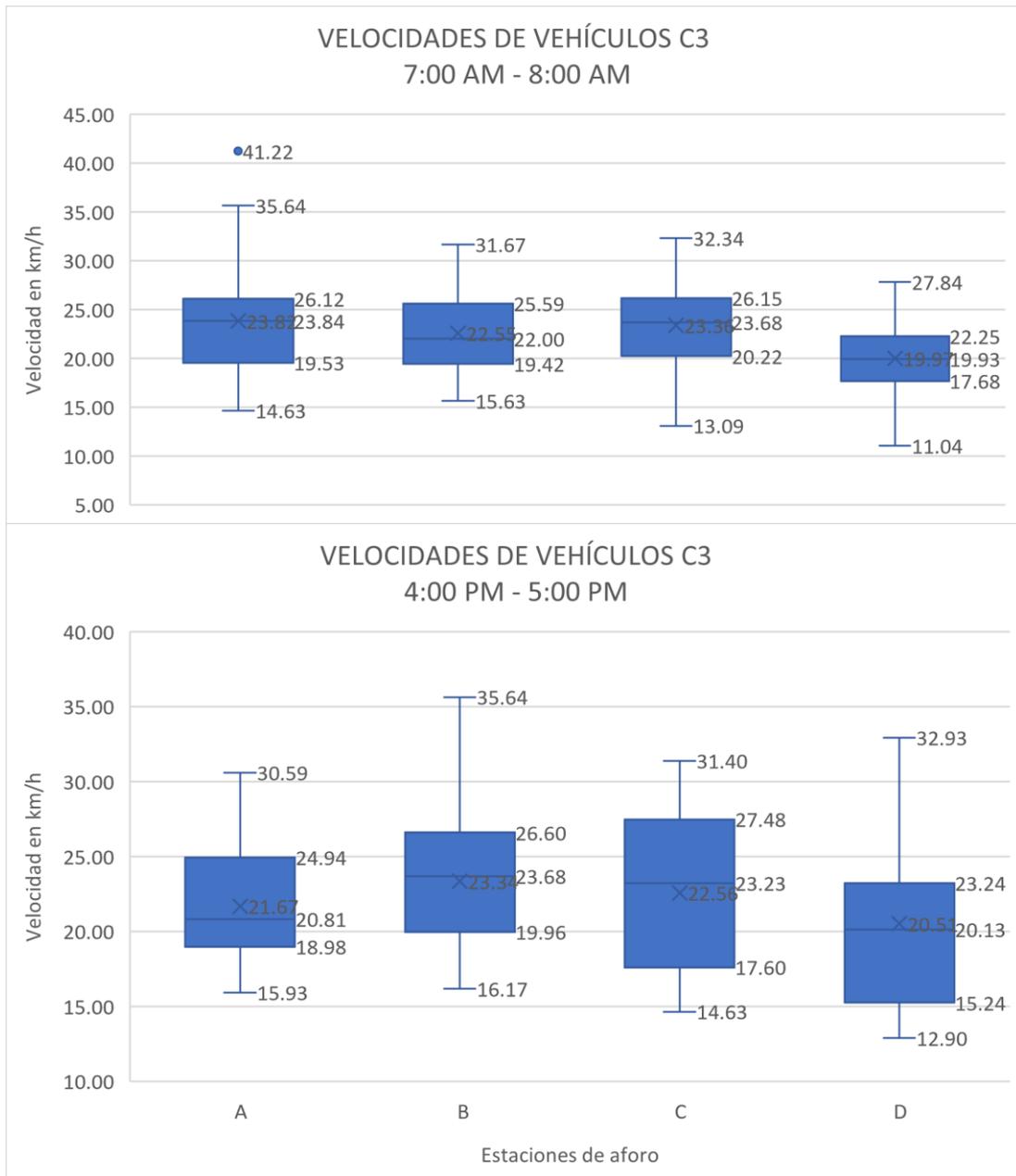
Figura 33.

Diagrama de velocidad de vehículos en la categoría 2 (vehículos livianos) durante la hora pico (7:00 am a 8:00 am) y hora valle (4:00 pm a 5:00 pm) en cada estación



Nota: Elaboración propia.

Figura 34. Diagrama de velocidad de vehículos en la categoría 3 (vehículos pesados) durante la hora pico (7:00 am a 8:00 am) y hora valle (4:00 pm a 5:00 pm) en cada estación



Nota: Elaboración propia.

En la Categoría 1 (figura 32), se observa que las velocidades tienden a exceder (fuera de los bigotes) por encima del valor máximo. Los valores de la mediana durante la hora pico exceden el límite permitido de 30 km/h en las Estaciones A y C. Durante la hora valle, también se excede la velocidad máxima para las mismas Estaciones. Aunque se esperaría que los vehículos alcanzaran mayores velocidades durante la hora valle, esto no siempre se cumple, las Estaciones C y D presentan menores durante la hora valle.

En la Categoría 2 (figura 33), se observa que las velocidades tienden a exceder por encima del valor máximo o estar por debajo del valor mínimo, en específico para las Estaciones A y B. Los valores de la mediana durante la hora pico no exceden el límite permitido de 30 km/h; sin embargo, durante la hora valle, se excede la velocidad máxima en la Estación A. Además, la Estación A es la única en la que la velocidad es mayor durante la hora valle que con la hora pico.

En la categoría 3 (figura 34), se aprecia que caso no existen datos fuera del máximo, excepto para la Estación A durante la hora pico. Esto se debe a que, como se indica en la composición vehicular, la cantidad de vehículos pesados es menor con comparación que las otras categorías. Para ambas horas, no se excede la velocidad máxima permitida de 30 k/h. A igual que en otras categorías, velocidades durante la hora valle no necesariamente son mayores que durante la hora pico.

En general, se puede concluir que los vehículos, sobre todo de Categoría 1 y 2, exceden el valor máximo permito, por la que se recomienda señalar la velocidad máxima permitida.

3.8. Dispositivos de control

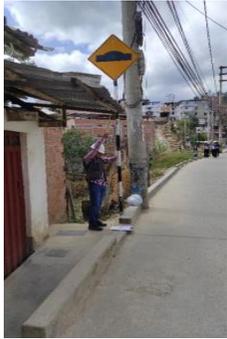
En la tabla 13 se aprecia el inventario se señales verticales

Tabla 13.

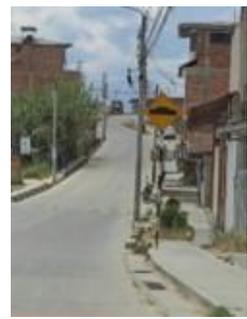
Inventario de Señales Verticales

N°	Tipo de señal	Imagen	En campo - ubicación lateral			Según el Manual de Dispositivos de Control		
			Progresiva	Distancia de sardinel a borde de calzada (metros)	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda (metros)	Verticalidad del sistema de soporte	Distancia del sardinel al borde de la señal, mínimo 0.60 m	Altura desde el nivel de vereda hasta el borden inferior de la señal, mínimo 2.00 m
1	Señal informativa, brinda información sobre la presencia de un sitio histórico		Km 0+037.70	0.00	2.25	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
2	Señal preventiva, sentido de circulación en ambos sentidos en carretera sin separador central		Km 0+055.53	0.28	2.60	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE

3	Señal restrictiva, velocidad máxima permitida		Km 0+180.00	0.15	2.50	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
4	Señal preventiva, señal de proximidad de badén		Km 0+232.16	0.20	2.60	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
5	Señal preventiva, señal de proximidad de badén		Km 0+294.12	0.00	2.60	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE

6	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		km 0+333.80	Invade la calzada	2.6	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
7	Señal informativa, brinda información sobre la presencia de un sitio turístico		Km 0+370.18	0.60	2.03	SÍ	CUMPLE	CUMPLE
8	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		km 0+420.27	0.10	2.20	SÍ	CUMNPLE	CUMPLE

9	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		Km 0+568.30	Invade la calzada	2.60	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
10	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		Km 0+799.5	Invade la calzada	2.60	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
11	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		Km 0+888.20	0.65	2.60	SÍ	CUMPLE	CUMPLE

12	Señal restrictiva, velocidad máxima permitida		Km 0+946.90	Invade la calzada	2.50	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
13	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		Km 0+988.20	Invade la calzada	2.60	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE
14	Señal rinformativa, indica la presencia de una iglesia		Km 1+012.80	Invade la calzada	2.45	SÍ	NO CUMPLE	CUMPLE

15	Señal preventiva, señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto		Km 1+038.30	1.15	2.50	SÍ	CUMPLE	CUMPLE
16	Señal preventiva, sentido de circulación en ambos sentidos en carretera sin separador central		km 1+086.60	0.65	2.60	SÍ	CUMPLE	CUMPLE

Nota: Elaboración propia

De las 16 señales inventariadas y medidas tenemos:

- Todas cumplen en la altura mínima desde el nivel de la vereda que es de 2.00 m.
- 5 de 16 cumplen en la distancia desde el sardinel al borde de la señal que es de mínimo 0.60 m, en su mayoría obligadas por el ancho mínimo de vereda y la imposibilidad de colocarlas en la acera por limitaciones de los carriles, inexistencia de bermas.
- Existen señales colocadas en postes de alumbrado público y otras que necesitan limpieza en los lugares donde están colocadas porque impiden su visibilidad y afectan su integridad.

3.9. Resaltos

Encontramos solo resaltos de tipo circular, y según la tabla 18 (ver Anexos) con una velocidad esperada de 30 km/h y una velocidad durante paso de 15 km/h obtuvimos el inventario como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14.

Inventario de Resaltos

N°	Tipo	Imagen	Progresiva	En campo		Según el Manual de Seguridad Vial	
				Altura	Longitud de cuerda	Altura mínima 7.00 cm y altura máxima 10.00 cm	Longitud de cuerda de 4.00 m para una velocidad esperada de 30 km/h y velocidad de paso de 15 km/h
1	Resalto circular		km 0+030	0.10	1.50	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Resalto circular		km 0+341.70	0.10	1.50	CUMPLE	NO CUMPLE
3	Resalto circular		km 0+376.60	0.10	1.50	CUMPLE	NO CUMPLE

4	Resalto circular		km 0+545.00	0.10	1.50	CUMPLE	NO CUMPLE
5	Resalto circular		km 0+850.00	0.10	1.50	CUMPLE	NO CUMPLE
6	Resalto circular		km 0+ 1005.30	0.10	1.50	CUMPLE	NO CUMPLE

Nota: Elaboración propia

Respecto a los resaltos tenemos que todos cumplen en altura mínima y máxima, pero ninguno cumple con una longitud de cuerda de 4 m.

3.10. Geometría de la vía

3.10.1. Radio mínimo en curvas

El valor en metros del radio mínimo se encontró mediante la ecuación 5. Los resultados se muestran en la tabla 15, además se incluye el valor del radio existente.

Tabla 15.

Radio mínimo calculado y radio existente

N° de curva	Progresiva	V (km/h)	p (%)	f	Rmín (m)	R existente (m)
1	0+530	35.27	3	0.17	48.98	10.00
2	0+640	35.27	4	0.17	46.64	35.45

Nota: Elaboración propia

Los valores mínimos de radios obtenidos son mayores que el radio existente, lo cual disminuye la seguridad.

3.10.2. Distancias de visibilidad

3.10.2.1. Distancia de visibilidad de adelantamiento

En la figura 36 (ver Anexos) no se encontró el valor para la velocidad de operación (35.27 km/h) por lo que se interpoló valores para encontrar el valor de la distancia de adelantamiento.

V (km/h)	D (m)
30	200
35.27	X
40	270
$\frac{40 - 30}{35.27 - 30} = \frac{270 - 200}{X - 200}$	

$$X = 236.89 \text{ m}$$

Redondeado, tenemos una distancia de velocidad de adelantamiento de 240 m. Evaluando las distancias en tramos rectos de la vía el resultado es que no es posible el adelantamiento vehicular de manera segura, por lo que se recomienda marcar la separación de carriles con una línea sencilla y continua en toda la vía.

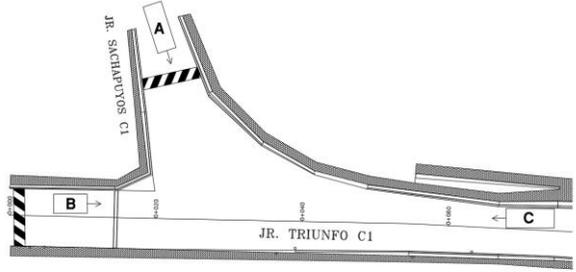
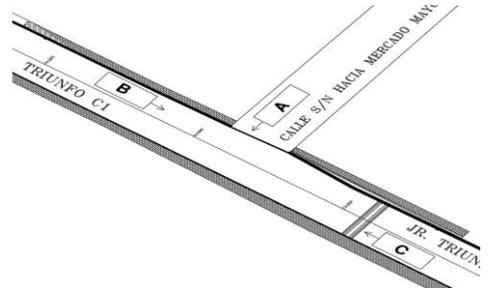
3.10.2.1. Distancia de visibilidad de cruce

Mediante la ecuación 6, 7 y 8 se calculó el valor de la distancia de visibilidad de cruce para intersecciones no canalizadas. Los resultados se aprecian en la tabla 16.

Para las intersecciones canalizadas se evaluó el radio de giro, se usó la figura 39. El resultado se aprecia en la tabla 17.

Tabla 16.

Distancias de visibilidad de cruce en intersecciones

N°	ESQUEMA	PARÁMETROS								Dc (m)	COMENTARIOS
		V (km/h)	tp (s)	d (m)	C (m)	L (m)	D	j	ta		
1		35.27	1.00	3.00	4.30	13.20	20.50	0.08	7.47	82.00	<p>En esta intersección se trata del encuentro de dos vías locales, siendo el Jr. Sachapuyos la única vía de salida de vehículos, por lo que a pesar de no tener suficiente visibilidad no es recomendable instalar señales de "PARE" ni "CEDA EL PASO". Disminuir la velocidad con resaltos es lo más adecuado.</p> <p>Se recomienda modificar las dimensiones y estado de conservación de los resaltos existentes.</p>
2		35.27	1.00	3.00	3.75	13.2	19.95	0.08	7.37	81.00	<p>Se consideró al vehículo A (vehículo pesado) como el que cruza la vía principal. Según la distancia de cruce, 81 m, no se tiene visibilidad tanto para el sentido del vehículo B ni para el vehículo C.</p> <p>Cundo no se cumple la distancia de cruce se debería instalar una señal de PARE en la vía secundaria; sin embargo, la pendiente de la vía secundaria es 23%, por lo que no es factible colocar esta señal. La recomendación es implementar una señal informativa de entrada y salida de vehículos.</p>

3		35.27	1.00	3.00	4.8	13.2	21.00	0.08	7.56	83.00	<p>Se consideró al vehículo A (vehículo pesado) como el que cruza la vía principal. Según la distancia de cruce, 83 m, no se tiene visibilidad tanto para el sentido del vehículo B ni para el vehículo C.</p> <p>Cuando no se cumple la distancia de cruce se debería instalar una señal de PARE en la vía secundaria; sin embargo, la pendiente de la vía secundaria es 15%, y además como se observa en el flujograma el movimiento vehicular es menor en la vía secundaria en comparación con la vía principal; por lo que no es factible colocar esta señal. La recomendación es implementar una señal de "CEDA EL PASE".</p>
4		35.27	1.00	3.00	4.3	13.2	20.50	0.08	7.47	82.00	<p>Se consideró al vehículo A (vehículo pesado) como el que cruza la vía principal. Según la distancia de cruce, 82 m, se tiene visibilidad tanto para el sentido del vehículo B, pero no para el vehículo C.</p> <p>Cuando se cumple la distancia de cruce se debería instalar una señal de "CEDA EL PASE" en la vía secundaria.</p>
5		35.27	1.00	3.30	4.3	13.2	20.80	0.08	7.52	83.00	<p>Se consideró al vehículo A (vehículo pesado) como el que cruza la vía principal. Según la distancia de cruce, 83 m, no se tiene visibilidad tanto para el sentido del vehículo B ni para el vehículo C.</p> <p>Cuando no se cumple la distancia de cruce se debería instalar una señal de PARE en la vía secundaria; sin embargo el movimiento vehicular es menor en la vía secundaria en comparación con la vía principal; por lo que no es factible colocar esta señal. La recomendación es implementar una señal de "CEDA EL PASE".</p>

Nota: Elaboración propia

Tabla 17. Radio de giro en intersección canalizada

N°	ESQUEMA	R (m)	COMENTARIOS
1		12.00	<p>En esta intersección canalizada por una glorieta, se encuentran dos vías locales. El radio de giro del vehículo B hacia la derecha es de 12 m, no cumpliendo con el mínimo radio de giro de 15 m. El giro de del vehículo A hacia la derecha presenta un radio de 36 m por lo que cumple.</p> <p>Se recomienda colocar marcas planas en el pavimento, marcas de viraje para advertir el giro hacia la izquierda del vehículo A.</p>

Nota: Elaboración propia

3.11. Secciones transversales

3.11.1. Carril

La vía presenta dos carriles en sentido opuestos. Según la figura 38 (ver Anexos), para una vía local con velocidad entre 30 y 40 km/h, considerando circulación de buses, el ancho recomendado de cada carril es 3.50 m. La vía presenta ancho variable desde 3.00 a 3.65 m, presentando secciones en donde no se cumple con la norma del MDGVU-2005.

3.11.2. Calzada

El ancho de calzada está directamente relacionado con el número y ancho de carriles, por lo que se infiere que no cumple con la norma del MDGVU-2005.

3.11.3. Bombeo

El valor de diseño se obtuvo del cuadro 10.3.1 del MDGVU-2005, se consideró una precipitación mayor de 500 mm/año, y pavimento superior. El resultado es un bombeo de 2.5 %. La vía presenta bombeos de 3%, por lo que este parámetro cumple con la norma.

3.11.4. Peralte

El peralte máximo según el MDGVU-2005 es 4%. En la curva 1 se midió un peralte de 3% y en la curva 2 un peralte de 4%. Se cumple la norma.

3.11.5. Berma lateral

El ancho según el MDGVU-2005 está comprendido entre 1.50 y 2.50 m. En vías urbanas es común que las cunetas sean cerradas haciendo a su vez como berma lateral, en la vía se encontró cunetas abiertas y cerradas de sección variable, pero en ningún caso su ancho es mayor de 0.60 m. Por lo tanto, no se cumple con la norma.

3.11.6. Sardineles

El MDGVU-2005 recomienda sardinel con altura de 0.15 m sobre la calzada. En la vía se encuentran sardineles de hasta 0.25 m sobre la calzada, lo que disminuye la seguridad puesto que da una sensación de estrechez.

3.11.7. Veredas

El MDGVU-2005 recomienda un ancho mínimo de vereda de 0.60 m, así mismo la norma GH-20, indica elevación sobre la calzada entre 0.15 y 0.20 m. Se encontró veredas con ancho de 0.60 m, cumpliendo con la norma; sin embargo, respecto al desnivel se encontró diferencia de alturas de hasta 1.00 m, afectando a la seguridad del peatón y, por ende, la seguridad vial.

3.12. Listas de chequeo

En los Anexos 7.2 (Listas de chequeo del MSV-2017 aplicado a la vía en estudio), se muestran las listas de chequeo que han sido aplicadas en el estudio. Se resume lo siguiente:

3.12.1. Señales Verticales

Señales verticales en estado deteriorado, mal colocadas o se encuentran obstruidas por maleza lo cual dificulta su visibilidad limitando su funcionalidad. Es necesario la implementación de algunas señales informativas y la actualización de las señales de máxima velocidad.

3.12.2. Señales horizontales

La vía no cuenta con señalización horizontal, como línea de carril, cruceros o cebras peatonales, los cuales son necesarios. Otros elementos horizontales como reductores necesitan ser cambiados por las dimensiones normativas.

3.12.3. Iluminación

La iluminación se encuentra en estado adecuado, la calzada, intersecciones y rotonda son visibles claramente de noche.

3.12.4. Pavimento

Presenta algunos defectos como grieta longitudinal y piel de cocodrilo, por lo general permite la circulación con normalidad.

3.12.5. Berma

Las bermas no presentan un ancho normativo (entre 1.50 a 1.80 m), en algunos sectores las cunetas cerradas (acho de 0.60 m) hacen la función de berma; sin embargo. Estas cunetas en algunos tramos de la vía están con tapas rotas, presentando un riesgo para los vehículos y peatones.

3.12.6. Barreras

Las barreras tipo guardavía metálico solo existen en dos sectores con una profundidad de caída elevada, no obstruyen la visibilidad, y presentan poco desgaste en su pintura. Los soportes verticales se encuentran muy próximos al filo de la calzada, lo cual ante un impacto es probable que no detenga por completo al vehículo.

3.12.7. Usuarios Vulnerables

Existe nula señalizaciones y cruces peatonales, demarcaciones para el paso de peatones, acompañado de la discontinuidad de veredas hacen que el peatón circule por la calzada y tenga que cruzar la vía.

3.13. Análisis de la Seguridad Vial

Se determinó la manera en que las características geométricas, la velocidad de circulación, los dispositivos de control y la demanda de tránsito influyeron en la seguridad vial en la zona de estudio. Para cada componente tenemos:

Tabla 18.

Resumen de parámetros del estudio.

Componente de la Zona de Estudio		Parámetros del Estudio	Parámetros Recomendados	Cumple con las normas de Seguridad Vial
Características Geométricas	Distancia de visibilidad de adelantamiento	Tramos rectos de hasta 120.00 m como máximo	Distancias con visibilidad de 240.00 m	No cumple
	Distancia de visibilidad de cruce	Intersecciones sin visibilidad de cruce	Distancias con visibilidad entre 82 y 85 m	No cumple
	Ancho de carril	Irregulares que van desde 3.00 a 3.65 m	Ancho mínimo de 3.50 m	No cumple
	Ancho de calzada	Ancho variable desde 5.70 a 7.30 m	Ancho mínimo de 7.50 m	No cumple
	Bombeo	Bombeos de 2.5 % a 3%	Bombeo mínimo de 2.5 %	Cumple
	Peralte	Variable, entre 3% y 4%	Peralte máximo 4%	Cumple
	Berma lateral	Cunetas que hacen las veces de berma, con tapas rotas, ancho mínimo de 0.60 m	Ancho entre 1.50 y 2.50 m, debe garantizar el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia	No cumple
	Sardineles	Discontinuos, altura variable de 0.10 a 0.25 m	Continuos, altura de 0.15 m	No cumple
	Veredas	Ancho mínimo de 0.60 m, con elevación sobre la calzada de hasta 1.00 m, además existe discontinuidad	Ancho mínimo de 0.60 m, con elevación sobre la calzada entre 0.15 a 0.20 m, además debe existir continuidad	No cumple
	Velocidad de Circulación	Mediciones en campo	Velocidad de 37.27 km/h	Velocidad máxima permitida 30 km/h
Dispositivos de control Vial	Señales Verticales	Según inventario la mayoría cumplen	Cumplir con los requisitos indicados en el MSV	Cumplen al informar lo necesario
	Señales Horizontales	No se cuenta señalización horizontal como línea de no adelantar, cruces peatonales ni virajes de giro	Mantener pintada la pista con línea continua	No cumple

Resaltos	De tipo circular, con longitud de cuerda de 1.50m, alto de 0.10 m, presentan pintura en mal estado con escasa visibilidad.	Se recomienda de tipo circular con longitud de cuerda de 4 m. También la implementación ser de forma trapezoidal y más largos.	No cumple	
Pavimento	Pavimento rígido, con pocos defectos en su superficie, permite el tránsito con normalidad.	Permitir el tránsito fluido y seguro.	Cumple	
Iluminación	Iluminación uniforme de calzada, intersecciones y rotonda.	Iluminación uniforme en toda la vía, intersecciones y rotondas	Cumple	
Barreras	Tipo guardavía metálico con parantes al borde de la calzada	Distancia mínima de parantes 0.90 m del borde de calzada	No cumple	
Demanda de Tránsito	Volumen vehicular	5330 veh/día	400 – 2000 veh/día	No cumple

Nota: Elaboración propia

Podemos afirmar que, según los estudios realizados, la vía de conexión entre la ciudad Chachapoyas – Higos Urco, en su mayoría no cumple los parámetros normativos. Considerando el crecimiento poblacional, se infiere que el volumen vehicular y peatonal aumentará; por lo tanto, es necesario reforzar la seguridad vial, adoptando una actitud preventiva y sin esperar la ocurrencia de accidentes fatales para implementar un plan de seguridad vial.

3.14. Propuesta de Plan de Seguridad Vial

3.14.1. Generalidades

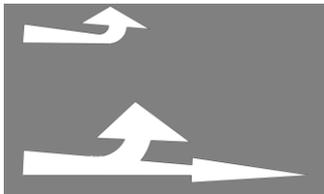
La Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM) es una de las instituciones públicas de más alto crecimiento de las últimas décadas. Con 24 años de existencia, cuenta actualmente con 25 programas de profesionales de pregrado, una moderna infraestructura, y una constante incorporación de nuevos programas y convenios educativos. Esta casa de estudios cuenta aproximadamente con 4500 estudiantes de pregrado, la mayoría de los cuales se alojan en el centro de la ciudad, siendo necesario su desplazamiento principalmente a través de la vía pavimentada que va desde la intersección entre el Jr. Sachapuyos y el Jr. Triunfo (1) hacia el barrio Higos Urco, hasta la intersección entre la Ca. Higos Urco y Ca. Universitaria (2), como se aprecia en la figura 35.

3.14.2. Acciones preventivas

Aquellas orientadas a evitar accidentes antes de que ocurran mediante la advertencia a los conductores sobre condiciones peligrosas.

Tabla 19.

Acciones preventivas

Elemento de la vía	Acciones	Progresiva	Imagen referencial
	<p>Implementar líneas de cruce peatonal. Líneas paralelas, continuas, de color blanco y de 0.30 m. a 0.50 m. de ancho cada una, cuya separación es del mismo ancho de la línea de cruce peatonal. Tendrá como mínimo 2.00 m. de largo. Se colocarán perpendicularmente al flujo peatonal, pudiendo también tener forma diagonal.</p>	<p>km 0+060.00 Km 1+120.00</p>	
Señales horizontales	<p>Implementar línea central. Línea continua (no se puede adelantar), de color amarillo y ancho de 10 cm.</p>	<p>Todo el tramo</p>	
	<p>Implementar flechas rectas y/o giro en las intersecciones. Las flechas serán de color blanco, sus dimensiones serán según lo indica el Manual de Dispositivos de Control para Calles y Carreteras. Se colocarán a 2 m antes de cada intersección, cruce peatonal y/o resalto.</p>	<p>En cada intersección</p>	
	<p>Implementar señal de entrada y salida de camiones. Se colocará al lado derecho del conductor y en la vía principal. El sistema de soporte deberá asegurar la correcta posición ante cargas de viento y movimientos sísmicos. Además, serán pintados con franjas blancas y negras de 0.30m. La distancia del borde de la calzada (sardinel) al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0.60 m.</p>	<p>km 0+190.00 km 0+ 310.00</p>	

**Señales
verticales**

Implementar señal "CEDA EL PASO" (R-2) en las vías secundarias: Jr. Prolongación Piura, Psj. José modesto de la Vega y Ca. Taquia con su respectivo soporte metálico.

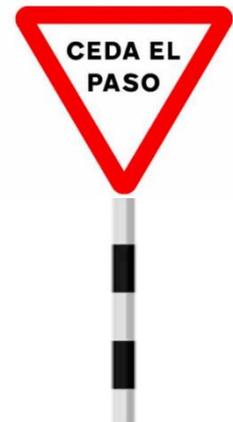
Esta señal se colocará al lado derecho del conductor y en la vía secundaria. El sistema de soporte deberá asegurar la correcta posición ante cargas de viento y movimientos sísmicos. Además, serán pintados con franjas blancas y negras de 0.30m.

La distancia del borde de la calzada (sardinel) al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0.60 m.

km 0+360.00

km 0+530.00

km 0+620.00



Implementar señal informativa sobre la existencia de un "CENTRO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD" (I-14).

Esta señal se colocará al lado derecho del conductor y en la vía secundaria. El sistema de soporte deberá asegurar la correcta posición ante cargas de viento y movimientos sísmicos. Además, serán pintados con franjas blancas y negras de 0.30m.

La distancia del borde de la calzada (sardinel) al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0.60 m.

km 0+730.00

km 0+850.00



Nota: *Elaboración propia*

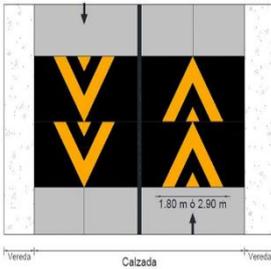
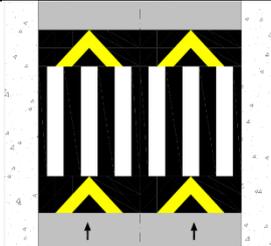
Además, todas las señales existentes deben ser pintadas periódicamente a fin de tener suficiente visibilidad y legibilidad por parte de los conductores.

3.14.3. Acciones correctivas

Aquellas acciones destinadas a corregir un problema de señalización o un mal diseño de la carretera.

Tabla 20.

Acciones correctivas

Elemento de la vía	Acciones	Progresiva	Imagen referencial
Señales verticales	<p>Actualizar señal de máxima velocidad (R-30), de 35 km/h a 30 km/h (Decreto Supremo N.º 025-2021-MTC).</p> <p>El sistema de soporte deberá asegurar la correcta posición ante cargas de viento y movimientos sísmicos. Además, serán pintados con franjas blancas y negras de 0.30 m.</p> <p>La distancia del borde de la calzada (sardinell) al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0.60 m.</p>	<p>km 0+180.00</p> <p>km 0+ 942.00</p>	
Resaltos	<p>Cambiar dimensiones de resalto tipo circular, de longitud de cuerda 1.50 m a 4.00 m con elevación de 10 cm. Será pintado con franjas diagonales alternadas, de color negro y amarillo, de treinta (30) o cincuenta (50) centímetros de ancho, y con una inclinación máxima de cuarenta y cinco grados (45°) hacia ambos lados respecto al eje de simetría del carril, abarcando todo el ancho del reductor, para que sea visible en cualquier sentido del tránsito vehicular.</p>	<p>km 0+545.00</p> <p>km 0+850.00</p> <p>km 1+005.30</p>	
Otros	<p>Cambiar de resalto tipo circular a resalto trapezoidal con cruceo peatonal. Será pintado con flechas de color amarillo, de espesor de medio metro (0.50m) y la dirección según el sentido del tránsito. En los bordes de la sección plana se marcarán con líneas de color amarillo y fondo negro.</p>	<p>km 0+341.70</p> <p>km 0+376.60</p>	
Otros	<p>Reconstruir tapas de cunetas de concreto armado.</p>	<p>Km 0+560.00 - 0+570.00</p> <p>Km 0+950.00 - 1+020.00</p>	
<p>Limpeza de vegetación que obstruye la visibilidad de señal vertical</p>	<p>Km 1+080.00 - 1+020.00</p>		

Nota: *Elaboración propia*

3.14.4. Acciones de mejora

Finalmente, seguir las recomendaciones que señalan Camarena et al., (2001), menciona algunas medidas a considerar para mejorar la seguridad vial, no son estrictamente imperativas, pero si sirven para referencias de las medidas a tomar en cuenta.

- Educación de niños, jóvenes y adultos para el respeto a las normas de tránsito y la responsabilidad vial de proteger la vida propia y de los demás.
- Aumentar las exigencias para el otorgamiento de las licencias para conducir.
- Modificar la legislación para controlar el crecimiento de la flota vehicular de acuerdo con las capacidades de las vialidades existentes y con respecto a las penalidades a conductores.
- Establecer multas a peatones que violen las normas de tránsito. Incluir el uso de aparatos electrónicos para fiscalizar el tránsito vehicular
- Aplicar una planificación del desarrollo urbano que contemple el diseño de vías de acceso y la seguridad de peatones, conductores, ciclistas y minusválidos.
- Destinar mayores recursos a la conservación de la infraestructura vial
- Mejorar la gestión del tránsito.
- Crear instancias de coordinaciones entre las instituciones para formular objetivos, políticas y programas de transporte y seguridad vial.

IV. DISCUSIÓN

Considerando el trabajo de Pisfil Vargas, (2023), que se centra en evaluar el impacto vial y define niveles de servicio del A al F, siendo A el mejor y F el peor, es relevante señalar que elige calles con alta demanda de tráfico, similares a las seleccionadas en el presente estudio. Sin embargo, durante la pandemia, el flujo de vehículos fue más limitado. Pisfil Vargas, identifica su zona de estudio como B y C, considerándolas en buenas condiciones, pero al no abordar la seguridad vial en aspectos como el estado de señales, cruces peatonales o señalización para peatones, no se asegura que el nivel de servicio garantice un desplazamiento seguro para peatones, únicamente para vehículos. Esto destaca la importancia de incorporar indicadores de seguridad vial en los estudios de impacto vial, como lo sugieren los manuales utilizados en este trabajo, para asegurar un análisis integral de las condiciones de una vía.

Teniendo en cuenta el estudio de Malca Berru, (2021), se analiza de manera similar al presente estudio el comportamiento de los usuarios en una zona específica en términos de tráfico y seguridad vial. No obstante, Malca Berru añade factores adicionales tales como la adaptación de la información obtenida de datos de volúmenes de tránsito, de velocidad y de señales a un contexto de simulación utilizando software especializado, que en comparación a lo abordado en el presente estudio no concluye en definir si existe o no seguridad vial. En cambio, con el modelo simulado elabora propuestas de cómo mejorar el congestionamiento vehicular, empleando el HCM 2000, un manual internacional de capacidad vehicular. Se genera propuestas de manera más cuantitativa, pues compara los datos obtenidos y los simulados con proyecciones y generación de carriles exclusivos o adicionales. Estas propuestas en la práctica son más de política y reordenamiento que medidas a adoptar como parte de un sistema de mejora. El estudio concluye que para mejorar el servicio de una vía y garantizar seguridad vial se deben tomar medidas drásticas que afectarían la circulación actual, pero garantizarían un tránsito seguro y fluido. Esto se asemeja a lo concluido en el presente estudio, donde con las propuestas se garantiza la mejora de la seguridad vial, mas no el transito fluido a niveles deseados.

En cambio, el estudio de Huaman Velasquez & Huaman Velasquez, (2019) aplicó el manual de seguridad vial, para analizar una vía principal en su zona de estudio. Realizando listas de chequeo, conteos vehiculares, diagramas de flujo del tránsito y direcciones, e identificaron señales verticales y horizontales, similares al presente estudio. Concluyendo que una vía de tanta demanda presenta demasiados problemas, estos mayormente dados por el aumento progresivo de vehículos, el aumento poblacional y vías que no fueron diseñadas con estas proyecciones. Así como la presente tesis, observaron que el diseño de partes de la vía fue condicionado por las viviendas existentes. La metodología fue en base a fichas de chequeo, como se abordó en el presente estudio; sin embargo, este estudio también tuvo un enfoque más de obtención de parámetros y cálculos que determinan la seguridad vial desde una perspectiva de cálculos en base a la medición y comparación con parámetros recomendados por el diseño geométrico y manual de seguridad vial. Por lo cual podemos mencionar que se puede realizar listas de chequeo para un diagnóstico y determinar si existe o no seguridad vial, además se pueden sugerir propuestas de acción en base a la observación y evidencia visual. Por otra parte, si queremos analizar con más detalle, se puede emplear parámetros de cálculo como el que se hizo en el presente estudio, proponiendo en planos y utilizando los cálculos como base para recomendaciones del manual.

V. CONCLUSIONES

- Las condiciones de seguridad de la vía no son las adecuadas. En su estado actual y con el aumento vehicular, no existe garantía de que el desplazamiento, tanto para conductores o como peatones, sea completamente seguro. Por ello, se presenta una propuesta técnica a través de un plan para reforzar la seguridad vial.
- Las características geométricas influyen de manera negativa en la seguridad de la vía. Esto se debe a la irregularidad del ancho de calzada (condicionada por las edificaciones existentes), curvas representativas con radios menores al mínimo calculado, distancias de visibilidad de adelantamiento de cruce menores a las recomendadas, cunetas con tapas deterioradas que hacen las veces de berma lateral, y discontinuidad de veredas.
- La velocidad de circulación influye de manera negativa en la vía. La velocidad de operación, percentil 85, sobrepasa la velocidad máxima permitida en vías locales urbanas, que es 30 km/h.
- Los sistemas de control vial influyen de manera negativa en la seguridad de la vía. Señales verticales desgastadas, algunas ubicadas en postes de luz, otras obstruidas por la vegetación y desactualizadas. Ausencia de señales horizontales. Reductores de velocidad con demarcación deteriorada que no cumplen con las dimensiones normativas.
- La demanda de tránsito vehicular influye de manera negativa en la seguridad de la vía. La cantidad de vehículos contabilizada es elevada para la geometría de la vía, teniendo en cuenta que el número de vehículos que usan una vía tienden a crecer, la seguridad vial se verá aún más afectada.
- La demanda de tránsito peatonal influye de manera negativa en la seguridad de la vía. Esta es el principal acceso hacia la Universidad, la cual cuenta con una población de 4500 estudiantes de pregrado, en constante crecimiento debido a la creación de diversos programas de estudio. Los peatones, al no tener señales que orienten su desplazamiento, entran en conflicto con los vehículos.
- La seguridad vial en la zona de estudio podría mejorarse mediante la implementación de una propuesta técnica, como un Plan de Seguridad Vial. Este plan estaría basado en acciones preventivas, correctivas y de mejora para

reforzar la seguridad en la conexión Chachapoyas – Higos Urco (ver ítem 3.14).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los interesados que, al investigar y realizar análisis de seguridad vial, tener en cuenta muchos de los parámetros analizados en este estudio, así como los manuales normativos nacionales, con el fin de obtener datos y resultados confiables y actualizados. Además, se sugiere incorporar investigaciones utilizando tecnologías de big data, como el uso del sistema de información geográfica (GIS), para generar mapas de áreas de riesgo.
- Se sugiere utilizar el Manual de Seguridad Vial como base para la elaboración y evaluación de planes de seguridad vial, tanto en vías en operación como en las etapas de perfil, factibilidad y diseño preliminar. Esto asegurará un estudio adecuado y la implementación de medidas de mejora que garanticen un servicio de desplazamiento óptimo, tanto para conductores como para peatones.
- Se recomienda a los futuros investigadores implementar el uso de dispositivos tecnológicos en la recolección de datos, con el fin de minimizar el error humano. Esto incluye el uso de pistolas de radar para la medición de velocidades, sensores de movimiento en el pavimento para el aforo vehicular, y cámaras inteligentes para los aforos peatonales, entre otros.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camarena, M., Del Carmen, A., & Herrera, V. (2001). *CONCEPTOS DE SEGURIDAD VIAL Y CULTURA DE TRANSITO PARA ERRADICAR LOS ACCIDENTES EN LA CARRETERA GUADALAJARA-CHAPALA*.
- Castro Bobadilla, D., & Dicikerman Kraunick, A. (1991). Accidentes de Transito. *Depto de Fco. Moraza*, 34–51.
<http://www.bvs.hn/Honduras/MEDICINALEGAL/pdf/MEDICINALEGAL-21.pdf>
- Eugenia, M., Merchán, P., Elena González Pérez, R., Patricia, O., & Aristizábal, N. (2011). *SEGURIDAD VIAL Y PEATONAL: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA DESDE LA POLÍTICA PÚBLICA*. 16(2), 190–204.
- Huaman Velasquez, A. A., & Huaman Velasquez, E. A. (2019). *ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN LAS PRINCIPALES VÍAS ARTERIALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO, MEDIANTE EL MÉTODO DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL, DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL PERUANO (MSV-2017), ENTORNO URBANO*. Universidad Andina del Cusco.
- Malca Berru, A. J. (2021). *EVALUACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR Y PEATONAL Y PROPUESTAS ANTE EL CONGESTIONAMIENTO EN EL 1° SECTOR MOSHOQUEQUE, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO 2020*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Medina, M. Z. (2014). *APUNTES DE TOPOGRAFÍA* (01 ed.). Universidad Nacional Autónoma de México . <http://cursotopografia.blogspot.com/>
- Mendoza Díaz, A., Quintero Pereda, F., & Mayoral Grajeda, E. (2003). *Seguridad Vial en Carreteras* (Issue 224).
- Montoro, L., Alonso, F., Esteban, C., & Toledo, F. (2000). *Manual de Seguridad Vial: El factor humano* (J. Batallé, Ed.; 1° Edición, Vol. 1). Editorial Ariel.
- MTC. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS*. www.vchisa.com.pe/www.construccion.org.pe
- MTC. (2017). *Manual de Seguridad Vial*.

- Novoa, A. M., Pérez, K., & Borrell, C. (2009). Efectividad de las intervenciones de seguridad vial basadas en la evidencia: una revisión de la literatura. In *Gaceta Sanitaria* (Vol. 23, Issue 6). <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2009.04.006>
- OMS. (2017). *Salve VIDAS-Paquete de medidas técnicas de seguridad vial* (1era ed.). Publicaciones de la OMS. <http://apps.who.int/bookorders>.
- Organización Mundial de la Salud. (2023, December 13). *Traumatismos causados por el tránsito*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- Pisfil Vargas, F. F. (2023). *EVALUACIÓN DEL IMPACTO VIAL EN LA ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS-2021* [Univesidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3219>
- Sampieri Hernández, R., & Collado Fernández, C. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta Edició). McGraw Hill Education.
- Wang, C., Quddus, M. A., & Ison, S. G. (2013). The effect of traffic and road characteristics on road safety: A review and future research direction. In *Safety Science* (Vol. 57, pp. 264–275). <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.02.012>
- Wegman, F. (2017). The future of road safety: A worldwide perspective. In *IATSS Research* (Vol. 40, Issue 2, pp. 66–71). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2016.05.003>
- World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety 2023*.

ANEXOS

7.1.Figuras y tablas usadas en el estudio

Figura 36.

Valores del coeficiente de fricción longitudinal según la velocidad de circulación

Cuadro 7.1.1										
Valores del Coeficiente de Fricción Longitudinal según la velocidad de circulación										
V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
f	0.4	0.38	0.35	0.33	0.31	0.3	0.3	0.29	0.28	0.28

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets ASSHTO 1994

Nota: (MTC, 2005)

Figura 37.

Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

Tabla 205.03				
Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos				
VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D _A (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Nota: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Figura 38.

Ancho de carriles

CUADRO 10.2.1
Ancho de carriles (1)

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts) (5)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
		40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
ARTERIAL	COLECTORA	50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
		60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0
EXPRESAS		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Notas

1. Los anchos indicados son validos solo en tramos rectos. Para zonas de curva ver la sección relativa a diseño de curvas horizontales del presente manual.
2. El uso de los anchos mínimos exige trazados con clotoides para velocidades iguales o mayores a 50 km/hora
3. Si el porcentaje de vehiculos pesados excede el 10% entonces el mínimo para $V < 70$ Kms/hora es 3.25 mts y para $V \geq 70$ Kms/hora es 3.50 mts.
4. Si el carril es único, como por ejemplo para el caso de accesos o salidas, entonces deberá adicionarse dos (2) metros al ancho mínimo
5. Si dos carriles juntos han de ser de distinto sentido – no recomendable- el mínimo ancho para las dos vías será el doble del mínimo ancho para los carriles solo Bus.

Nota:(MTC, 2005)

Figura 39.

Bombeo de calzada

CUADRO 10.3.1
Bombeo de la calzada

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3) 2.75	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (1)	3.0 – 4.9

(1) En climas definitivamente desérticos se puede rebajar los bombeos hasta un mínimo de 1.0 % para pavimentos superiores y 2% para el resto

Nota:(MTC, 2005)

Figura 40.*Radio mínimo en intersecciones canalizadas según peraltes mínimos y máximos*

Cuadro 11.2.7.2									
RADIOS MINIMOS EN INTERSECCIONES CANALIZADAS SEGÚN PERALTES MINIMOS Y MAXIMOS									
VD (Km/H)	25	30	35	40	45	50	55	60	65
f Máximo	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
Radio mínimo (m) (p=0%)	15	25	40	55	75	100	130	170	210
Radio mínimo (m) (p=6%)	(*)	20	30	45	60	80	100	125	150

(*) Radio mínimo < 15: no aceptable en Intersecciones Canalizadas, salvo en curvas de tres centros

Tabla 21.*Radio y longitud de cuerda de un resalto de sección circular*

Velocidad esperada (km/h)	Radio (m)	Longitud de cuerda (m)	Velocidad durante el paso (km/h)
25	15	3.5	10
30	20	4.0	15
35	31	5.0	20
40	53	6.5	25
45	80	8.0	30
50	113	9.5	35

Nota: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017)**Tabla 22.***Longitudes de rampas y pendiente para resalto de sección trapezoidal*

Velocidad esperada (km/h)	Longitud de rampa (m)	Pendiente (m)	Velocidad durante el paso (km/h)
25	0.8	12.5	5
30	1.0	10.0	10
35	1.3	7.5	15
40	1.7	6.0	20
45	2.0	5.0	25
50	2.5	4.0	30

Nota: La máxima elevación recomendada para los tipos de resalto de sección circular y trapezoidal es de 10 cm y mínimo de 7 cm. Las elevaciones mayores ocasionarán daños a los vehículos. MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017.

Tabla 23.*Clasificación del tipo de vía urbana según la DG-2018*

Tipo de carretera	IMDA	Separador	Carriles
Autopista de Primera Clase	>6000 veh/día	Mínimo de 6 metros que divide las calzadas	Cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60 m mínimo
Autopista de Segunda Clase	6000 – 4001 veh/día	Puede variar de 6 a 1 metro que divide las calzadas	Cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60 m mínimo
Carretera de Primera Clase	4000 – 2001 veh/día	No tiene	Una calzada con dos carriles, cada uno con un ancho mínimo de 3.60 m
Carretera de Segunda Clase	2000 – 400 veh/día	No tiene	Una calzada con dos carriles de 3.30 m mínimo
Carretera de Tercera Clase	<400 veh/día	No tiene	Una calzada de dos carriles de 3.00 m, de manera excepcional hasta 2.50 m

Nota: Adaptado de la DG-2018**7.2. Listas de chequeo del MSV-2017 aplicadas en la vía de estudio**

(<https://drive.google.com/file/d/1ZrjIyGBtXXDTxteZltoMpmLXFn5fK74e/view?usp=sharing>)

7.3. Tabla de aforos

Aforo de velocidades (<https://drive.google.com/drive/folders/1T6cgbHj67pz-HEclOsQdLo26RbvHqecn?usp=sharing>)

Aforo vehicular

(<https://drive.google.com/drive/folders/1FqPif0jk27Kf2t6tSYGIhE50Ej8lms5V?usp=sharing>)

Aforo peatonal (<https://drive.google.com/drive/folders/1Ed--EqjxbtxR5sNICx-hxWHvU6sv1kcm?usp=sharing>)

7.4. Planos de señalización