



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD VIAL PARA REDUCIR LOS ACCIDENTES
DE TRÁNSITO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD
VIAL DEL MTC EN LA INTERSECCIÓN DE LA PANAMERICANA NORTE KM 39
Y LA AV. LOS ARQUITECTOS – ANCON – LIMA 2025

Línea de investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Mitma Ayvar, Ronald Jesús

Asesor

Jiménez Rodrigo, Edgar Gabriel

ORCID: 0000-0003-0205-2333

Jurado

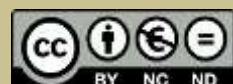
Benites Zúniga, José Luis

Pomachagua Basualdo, Yuri Arturo

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

Lima – Perú

2026



MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD VIAL PARA REDUCIR LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC EN LA INTERSECCIÓN DE LA PANAMERICANA NORTE KM 39 Y LA AV. LOS AR

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

5%

2

www.scribd.com

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

5

www.hersan.com.mx

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

1%

7

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

1%

8

www.seguridad-vial.net

Fuente de Internet

1%

9

carreteros.org

Fuente de Internet

1%

10

Submitted to Universidad de Salamanca

Trabajo del estudiante

1%

11

Submitted to uncedu

Trabajo del estudiante

<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD VIAL PARA REDUCIR
LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO MEDIANTE LA
METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL
MTC EN LA INTERSECCIÓN DE LA PANAMERICANA NORTE
KM 39 Y LA AV. LOS ARQUITECTOS – ANCON – LIMA 2025

Línea de Investigación:

Seguridad Vial e Infraestructura de Transporte

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Mitma Ayvar, Ronald Jesús

Asesor

Jiménez Rodrigo, Edgar Gabriel
ORCID: 0000-0003-0205-2333

Jurado

Benites Zúniga, José Luis
Pomachagua Basualdo, Yuri Arturo
Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

Lima – Perú
2026

Dedicatoria

A mis padres quienes anhelaron ver a su hijo convertirse en un profesional, me motivaron a seguir adelante, a pesar de las adversidades ellos creyeron en mí y apostaron para ser un profesional de la rama de la ingeniería.

También dedico de manera especial a mi querido hijo Yeiko Murat Mitma Mercedes, por ser el motivo para no rendirme y seguir adelante.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mi abuela Elena, por cuidar y guiar mi camino desde el cielo.

Agradezco de forma especial a mis padres, por su constancia en motivarme a lograr este objetivo y por su apoyo incondicional.

Agradecer a la empresa PTVGROUP por brindarme la licencia del software PTV VISSIM, con el cual fue posible realizar la micro simulación del tráfico vehicular.

ÍNDICE

Resumen	14
Abstract	15
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Descripción y formulación del problema	16
1.1.1. Descripción general.....	16
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2. Antecedentes	21
1.2.1. En el ámbito internacional.....	21
1.2.2. En el ámbito nacional	24
1.3. Objetivos	27
1.3.1. Objetivo general.....	27
1.3.2. Objetivos específicos.....	28
1.4. Justificación.....	28
1.5. Hipótesis.....	29
1.5.1. Hipótesis general	29
1.5.2. Hipótesis específicas	29
II. MARCO TEÓRICO	30
2.1. Seguridad vial.....	30
2.1.1. Factores que influyen en la seguridad vial.....	31
2.1.2. Elementos y sistemas que ayudan a la seguridad vial.....	33
2.2. Puntos negros	34
2.2.1. Principios y métodos de identificación de los puntos negros	35
2.2.2. Metodologías de identificación de los puntos negros.....	37
2.3. Auditorías e inspecciones de seguridad vial.....	47

2.3.1. <i>Definición</i>	47
2.3.2. <i>Cuando realizar una Auditoría e Inspección</i>	47
2.3.3. <i>La importancia de la prevención</i>	48
2.4. Intersecciones viales	49
2.4.1. <i>Las intersecciones viales a nivel</i>	49
2.4.2. <i>Intersecciones a desnivel</i>	51
2.5. Calmado de tráfico	52
2.5.1. <i>Reductores de velocidad</i>	54
2.6. Herramientas de modelamiento del tráfico	58
2.6.1. <i>Transmodeler</i>	59
2.6.2. <i>Synchro</i>	60
2.6.3. <i>VISSIM</i>	60
2.7. Geometría vial	60
2.7.1. <i>Velocidad</i>	62
2.7.2. <i>Factores topográficos</i>	62
III. MÉTODO	65
3.1. Tipo de investigación	65
3.2. <i>Ámbito espacial y temporal</i>	66
3.2.1. <i>Espacial</i>	66
3.2.2. <i>Temporal</i>	66
3.3. Variables.....	66
3.3.1. <i>Variable independiente</i>	66
3.3.2. <i>Variable dependiente</i>	66
3.4. Población y muestra	66
3.5. Instrumentos	67

3.6. Procedimientos	67
3.6.1. <i>Tramos con mayor tasa de accidentes en la Panamericana Norte dentro del distrito de Ancón.</i>	68
3.6.2. <i>Accidentes de tránsito en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos</i>	69
3.6.3. <i>Tipos de vehículos involucrados en los accidentes de tránsito</i>	70
3.6.4. <i>Proceso para identificar los puntos negros</i>	70
3.6.5. <i>Lista de chequeo e inspección de seguridad vial del MTC (ANEXO A3 – MSV 2017).</i>	72
3.6.6. <i>Señalizaciones existentes en toda la zona de la intersección.</i>	73
3.6.7. <i>Puntos críticos en la intersección que podrían ocasionar accidentes de tránsito.</i>	79
3.6.8. <i>Proceso para la micro simulación en el software VISSIM</i>	82
3.6.9. <i>Ingreso de datos al Software PTV VISSIM</i>	87
3.7. Análisis de datos.....	89
3.8. Consideración ética	90
IV. RESULTADOS	91
4.1. Resultados de la data de accidentes de tránsito	91
4.1.1. <i>Cantidad de accidentes ocurridos según el tipo de vehículo</i>	91
4.1.2. <i>Modalidad de accidentes de tránsito</i>	92
4.1.3. <i>Porcentaje de víctimas de los accidentes de tránsito</i>	94
4.1.4. <i>Porcentaje de accidentes de tránsito según progresiva</i>	95
4.2. Resultados de la Inspección de seguridad vial	96
4.3. Resultados del software PTV VISSIM del entorno y comportamiento del usuario	98

4.4. Resultados del software PTV VISSIM en el nodo de la situación actual	101
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	103
VI. CONCLUSIONES	125
VII. RECOMENDACIONES	128
VIII. REFERENCIAS	130
IX. ANEXOS	137

Índice de tablas

Tabla 1	Criterios para las ecuaciones de cálculo de TCA según la Dirección General de Tránsito de España.	42
Tabla 2	Autopistas y carreteras convencionales doble calzada según la Dirección General de Tránsito de España.	43
Tabla 3	Carreteras convencionales bidireccionales rápidas según la Dirección General de Tránsito de España.	44
Tabla 4	Relación velocidad-severidad de siniestros	53
Tabla 5	Relación velocidad-distancia de los reductores de velocidad.....	54
Tabla 6	Accidentes de tránsito en la intersección de la Panamericana norte y la av. Los Arquitectos 2020 – 2024	69
Tabla 7	Valores de las variables P y N para autovías, autopistas y carreteras desdobladas con el valor de IMD.....	71
Tabla 8	Aforo vehicular del segundo semáforo en dirección S-N con sus respectivos movimientos.	84
Tabla 9	Aforo vehicular del primer semáforo en dirección S-N con sus respectivos movimientos.....	85
Tabla 10	Aforo de tiempos (segundos) y cálculo de velocidad promedio entre ambos semáforos por cada tipo de vehículos.....	86
Tabla 11	Resultados de nodos generados por el software PTV VISSIM de la situación actual.....	101
Tabla 12	Criterio I para la validación de puntos negros según MTC.	104
Tabla 13	Criterio II para la validación de puntos negros según MTC.....	105
Tabla 14	Criterio III para la validación de puntos negros según MTC.	105

Tabla 15	Criterio IV para la validación de puntos negros según MTC.....	106
Tabla 16	Puntos negros con mayor tasa de accidentes en la intersección.....	108
Tabla 17	Resumen de velocidades promedio con la propuesta de mejora.....	117
Tabla 18	Tabla de resultados de velocidades promedio de la situación actual y la mejora.	118
Tabla 19	Tabla de resultados de la longitud de cola y nivel de servicio con la reconfiguración del ciclo semafórico.....	119
Tabla 20	Tabla de resultados de la longitud de cola de la situación actual y la mejora.	120

Índice de figuras

Figura 1	Un nuevo accidente vehicular deja hasta el momento seis personas heridas	18
Figura 2	Camioneta impacta contra berma central de la Panamericana Norte en villa estela Km.39	18
Figura 3	Accidente vehicular en el paradero Villa Estela, choque entre tráiler y un camión	19
Figura 4	Un auto dio varias vueltas de campana para finalmente estrellarse con una unidad de la empresa de transportes VIPUSA. Esto ha ocurrido en la parte final de la bajada del Km 39. Se reportan varios heridos.	19
Figura 5	Factores que Contribuyen a los Siniestros Viales.....	33
Figura 6	Relación entre etapas de un proyecto y la programación de ASV/ISV	48
Figura 7	Tipos de intersecciones a nivel	50
Figura 8	Tipos de intersecciones a desnivel.....	52
Figura 9	Tachas reflexivas o conocidos como “ojos de gato”	55
Figura 10	Bandas rugosas o conocidos como “pianitos”	55
Figura 11	Lomos de burro macizos o rompemuelleres de PVC.....	56
Figura 12	Bandas sonoras o bandas transversales de alerta.	56
Figura 13	Pasos peatonales sobre rompemuelleres.	57
Figura 14	Lomo de burro o rompemuelleres in situ.	58
Figura 15	Cuadro comparativo de kilómetros de mayores accidentes de tránsito. ...	68
Figura 16	Señal R-2 “Ceda el paso” en la av. Los Arquitectos en el ingreso a la carretera Panamericana.	73
Figura 17	Señal R-8, “No voltear a la derecha” en la vía Panamericana.	74

Figura 18	Señal R-30 “Velocidad máxima de 40 km/h” en ingreso y dentro de la intersección.	74
Figura 19	Señal P-2A “Curva suave a la izquierda” para el ingreso a la av. Los Arquitectos.	75
Figura 20	Señal P-20 “Reducción de la calzada a la derecha” para el ingreso a la vía Panamericana.	76
Figura 21	Señal P-48 “Cruce de peatones” a una distancia de 30 m. a la intersección.	76
Figura 22	Señal P-55 “Proximidad de un semáforo” a una distancia de 100 m. a la intersección.	77
Figura 23	Señal P-19 “Reducción de la calzada a la izquierda” para el ingreso a la vía Panamericana.	77
Figura 24	Señal I-5 “Dirección de destino” ubicado a 20 m para el ingreso a la av. los Arquitectos.	78
Figura 25	Señal I-5A “Dirección de la salida” a una distancia de 300 metros de la intersección.	78
Figura 26	Tachas viales que delimitan los carriles se encuentran destruidas.	79
Figura 27	Discontinuidad de la berma y un desnivel muy pronunciada.	80
Figura 28	Falta de mantenimiento de las señales horizontales.	80
Figura 29	Interferencia de avisos publicitarios.	81
Figura 30	Alta densidad de postes de cableado eléctrico.	81
Figura 31	Deterioro de la capa asfáltica.	82
Figura 32	Flujograma general de la intersección.	83
Figura 33	Flujograma y composición vehicular del punto P1.....	84
Figura 34	Flujograma y composición vehicular del punto P2.....	85

Figura 35	Trazado de enlaces, carriles y conectores.	87
Figura 36	Inserción de elemento y dispositivos de control de tránsito, volumen y composición vehicular.	88
Figura 37	Asignación de comportamientos estándar y agresivos a los diferentes tipos de vehículo.	88
Figura 38	Configuración de ciclo semafórico y asignar las reglas de prioridad.	89
Figura 39	Tipos de vehículos involucrados en los accidentes de tránsito en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.	91
Figura 40	Porcentaje según tipo de vehículos ocurridos en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos desde el año 2020 al 2024.	92
Figura 41	Tipo de accidentes más concurrentes en la zona de la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.	93
Figura 42	Porcentaje de tipo de accidentes más concurrentes en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.	93
Figura 43	Estadística de resultados de la cantidad de heridos y muertos ocasionados por los accidentes en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.	94
Figura 44	Ubicación de los accidentes en las progresivas la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.	95
Figura 45	Accidente de tránsito en la intersección por exceso de velocidad.	99
Figura 46	Accidente de tránsito en la intersección por cruzar semáforo en rojo.	99
Figura 47	Maniobra peligrosa al cruzar semáforo en rojo.	100
Figura 48	Invasión de carril por imprudencia del conductor.	100
Figura 49	Bandas alertadoras o resonadores sonoros instalada a 150 metros antes del primer semáforo.	110

Figura 50	Tachones reductores de velocidad instalada en el tramo intermedio de ambos semáforos.....	111
Figura 51	Flujograma del cruce con mayor flujo vehicular convertidos en UCP...112	
Figura 52	Configuración del ciclo semafórico optimizada para incrementar el nivel de servicio.	113
Figura 53	Inserción de las bandas alertadoras en modelo de software PTV VISSIM.	114
Figura 54	Inserción del elemento reductor de velocidad en modelo de software PTV VISSIM.	115
Figura 55	Inserción de los tiempos del ciclo semafórico optimizada en modelo de software PTV VISSIM.....	116
Figura 56	Descarga del parámetro Velocidad del software PTV VISSIM.	117
Figura 57	Comparativa del parámetro Velocidad entre la situación actual y con mejora.	118
Figura 58	Resultado de los parámetros analizados dentro del nodo.	119
Figura 59	Comparativa de la longitud de cola entre la situación actual y con mejora.	121
Figura 60	Comparativa del nivel de servicio (LOS) entre la situación actual y con mejora.	121

Resumen

Objetivo: Proponer el mejoramiento de la seguridad vial aplicando la metodología del manual de seguridad vial (MSV) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para reducir los accidentes de tránsito en la intersección Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima. **Método:** El estudio tiene un diseño no experimental, con enfoque cuantitativo y correlacional, se recopiló la información de accidentes de tránsito suscitados en zona de estudio y la inspección de seguridad vial en la intersección con las listas de chequeo de los diferentes componentes de la infraestructura vial, una vez identificado la causa de los accidentes se planteó las mejoras, finalmente las mejoras fueron insertadas en un modelo de micro simulación del software VISSIM. **Resultados:** Con el análisis de los datos de accidentes de tránsito se confirmó que la intersección cumplía con los cuatro criterios de evaluación establecidos en el MSV-2017 para ser catalogado como un punto negro. En la inspección de seguridad vial se obtuvo como resultado la carencia de mantenimiento de las señales horizontales y elementos que inciden en el calmado de tráfico vehicular, para lo cual se ha planteado las mejoras con la implementación de bandas alertadoras y tachones reductores de velocidad, así como también la reconfiguración del ciclo semafórico. **Conclusiones:** La intersección es un punto negro de la Panamericana Norte, el exceso de velocidad es la principal causa de los accidentes, se requiere implementar reductores de velocidad y optimización de ciclo semafórico, así de esa manera reducir los accidentes de tránsito.

Palabras clave: Puntos negro, tramos de concentración de accidentes, seguridad vial, Software PTV VISSIM.

Abstract

Objective: To propose the enhancement of road safety through the application of the methodology in the Road Safety Manual of the Ministry of Transport and Communications of Peru, published by the *Ministerio de Transportes y Comunicaciones, also known as MTC*, with the aim of reducing traffic accidents at the intersection of the Pan-American Highway North km 39 and Los Arquitectos Avenue, Ancón, Lima. **Method:** The study followed a non-experimental design with a quantitative and correlational approach. Traffic accident data from the study area were collected, followed by a road safety inspection of the intersection using standardized checklists addressing various components of the road infrastructure. Once accident causality factors were identified, proposals for infrastructure improvements were formulated. Finally, the proposed interventions were incorporated into a microsimulation model using *VISSIM* software. **Results:** Analysis of the traffic accident data confirmed that the intersection met the four evaluation criteria established in *MSV-2017* to be classified as a black spot. The road safety inspection, used as a method to identify deficiencies in road infrastructure, revealed insufficient maintenance of horizontal signage and traffic-calming devices. Consequently, the proposed measures included the implementation of rumble strips or alert bands and raised speed-reducing markers, as well as the reconfiguration of the traffic signal cycle. **Conclusions:** The intersection constitutes a black spot of the Pan-American Highway North, where excessive speed is the primary cause of accidents. The implementation of speed-reducing devices and the optimization of the traffic signal cycle are required to mitigate traffic accidents.

Keywords: black spots, high-accident road segments, road safety, *PTV VISSIM* software.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

En la Carretera Panamericana Norte, en el km 39, y la Av. Los Arquitectos, se presentan frecuentes accidentes de tránsito, convirtiendo esta intersección en un punto peligroso para los conductores y peatones que utilizan la vía. A pesar de contar con señalización a lo largo de su recorrido, se han registrado incidentes como volcaduras, atropellos, despistes y colisiones.

1.1.1. Descripción general

El uso desorganizado y desordenado de la infraestructura vial, junto con el crecimiento acelerado del transporte informal, provoca congestionamientos y accidentes de tránsito, esto afecta inevitablemente a las personas que ejercen sus derechos al realizar actividades económicas en la vía, como el derecho a la vida, identidad, integridad moral, psíquica y física, así como al libre desarrollo y bienestar (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2001). Por ello, las medidas relacionadas con la seguridad vial son fundamentales para el progreso del país y el bienestar de sus ciudadanos. Esta problemática ha contribuido al incremento de los accidentes de tránsito en el Perú en los últimos años.

A nivel global, el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano están en constante aumento, lo que incrementa el número de peatones y vehículos que hacen uso de la infraestructura vial. La congestión, con sus impactos negativos, exige un control disciplinado mediante un diseño adecuado de la infraestructura vial que satisfaga las necesidades de los usuarios (CEPAL, 2001). En cuanto a las intersecciones viales, se dispone de diseños modernos en términos operacionales y de seguridad, siempre y cuando se basen en criterios eficientes que aseguren la disminución de altas velocidades al acceder a ellas.

El Perú, al igual que otros países, enfrenta esta problemática que requiere una revisión interna de responsabilidades y funciones dentro de los organismos competentes, con el objetivo de identificar las debilidades que dificultan la reducción sustancial de las altas tasas de muertes y lesiones en las vías, es importante señalar que, en la actualidad, las muertes por accidentes de tránsito son consideradas un problema de salud pública cada vez más grave a nivel mundial (Príncipe, 2022).

En el Perú, el crecimiento de la población ha impulsado un aumento en el transporte público y privado, lo que ha llevado a una expansión de la infraestructura vial para satisfacer necesidades básicas como educación, trabajo, alimentación y salud. Este incremento poblacional no solo afecta a Lima, sino también a las provincias. El diseño y selección de intersecciones se basa en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras (DG, 2018), que establece parámetros para el desarrollo de proyectos viales. Sin embargo, los accidentes siguen ocurriendo con frecuencia en las intersecciones de las vías urbanas con la carretera Panamericana, especialmente en la intersección de la Av. Los Arquitectos y la Panamericana Norte km 39, lo que convierte a esta intersección en un punto peligroso para los usuarios. A pesar de contar con señalización a lo largo de su recorrido, continúan registrándose volcaduras, atropellos, despistes y choques. (Acevedo y Migone, 2021).

Figura 1

Un nuevo accidente vehicular deja hasta el momento seis personas heridas



Nota. Radar Puentepedrinó (2019).

Figura 2

Camioneta impacta contra berma central de la Panamericana Norte en villa estela Km. 39



Nota. Municipalidad Distrital de Ancón (2021).

Figura 3

Accidente vehicular en el paradero Villa Estela, choque entre tráiler y un camión



Nota. Ancón es ancón FB (2022)

Figura 4

Un auto dio varias vueltas de campana para finalmente estrellarse con una unidad de la empresa de transportes VIPUSA. Esto ha ocurrido en la parte final de la bajada del Km 39. Se reportan varios heridos.



Nota. Ancón es ancón FB (2020)

La falta de la educación vial, exceso de confianza, velocidades superiores a lo establecido, falta de señalización, infraestructura vial inadecuada, son las causas más probables que generan inseguridad vial y aumentando el riesgo de accidentes.

Por lo tanto, para reducir la tasa de accidentes de tránsito, es fundamental implementar un conjunto de acciones orientadas a garantizar la protección tanto de peatones como de conductores.

1.1.2. Formulación del problema

Problema General: ¿De qué manera la propuesta de mejora que aplique la metodología del manual de seguridad vial del MTC se relaciona en la reducción del número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima?

Problema Específico 1: ¿De qué manera la aplicación de metodología del manual de seguridad vial del MTC se relaciona en la identificación de los puntos neurálgicos o puntos negros actuales en la intersección?

Problema Específico 2: ¿De qué manera los puntos neurálgicos o puntos negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección?

Problema Específico 3: ¿En qué medida las mejoras en la infraestructura vial se relacionan de manera efectiva en la disminución del número de accidentes de tránsito en la intersección vial?

Problema Específico 4: ¿De qué manera se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial para verificar la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección?

1.2. Antecedentes

1.2.1. En el ámbito internacional

A nivel mundial, se han realizado estudios para reducir la cantidad de puntos críticos de accidentabilidad, conocidos como "puntos negros", con el fin de minimizar la aparición de nuevos puntos y proponer soluciones efectivas para reducir las estadísticas de accidentes. Como primer paso se debe de evaluar los métodos para la identificación de zonas o tramos de concentración de accidentes. En la investigación de Gavilanes (2022), expone que la identificación adecuada de los Puntos de Concentración de Accidentes de Tránsito (PCAT) es de gran importancia para las ciudades o vías urbanas. En ello concluye y recomienda el uso del Método Empírico Bayesiano (MEB), destacando que estadísticamente supera a los métodos convencionales, porque contempla fenómenos estadísticos propios de las variables aleatorias, como es el caso de la regresión a la media. En su estudio se enfoca en las intersecciones más conflictivas identificadas mediante el procesamiento de los datos de siniestralidad de la ciudad de Cuenca registrados por la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV EP) en el periodo 2016 – 2021. Identificando a los vehículos involucrados, 63.76% son vehículos particulares, 19.37% son motocicletas y los demás tipos de vehículos presentan un valor inferior al 5%. Entre las causas más frecuentes es la poca o nula importancia a las señales de tránsito 21.05%, conducción bajo los efectos del alcohol 19.39% y pérdida de concentración a las condiciones del entorno 18.68%. como recomendación final enfatiza que la identificación adecuada de estos PCAT a través del método desarrollado por el autor será de gran ayuda no solo para los investigadores, servirá también para las instituciones o entidades que gestionan la movilidad sostenible y la seguridad vial en las vías urbanas.

Por su parte, Sanhueza y Ramírez (2021) realizaron una investigación sobre el análisis de intersecciones conflictivas y la justificación de la implementación de semáforos en cruces con problemas de accidentabilidad. Considerando que la instalación de semáforos puede implicar altos costos para el municipio, también se analizó el Manual de puntos negros, proponiendo soluciones de bajo costo para abordar estos problemas. En el estudio se identificaron tres problemáticas principales: la baja notoriedad de la intersección, el conflicto vehículo/peatón en la calle Díaz Sagredo y la baja visibilidad en Córdova y Figueroa. Las medidas correctivas propuestas se centraron en mejorar la visibilidad y lograr un comportamiento más seguro entre los usuarios de la intersección. A diferencia de las soluciones semaforizadas, las medidas propuestas en este estudio son más accesibles y económicamente viables, buscando reducir los accidentes en los cruces conflictivos.

En la investigación de Parreño (2023) sobre las causas y efectos de la accidentabilidad de tránsito en la ciudad de Riobamba durante el período 2020-2022, se identificaron alrededor de 46 intersecciones conflictivas dispersas por diversos sectores de la ciudad, como avenidas principales, zonas comerciales y áreas cercanas a escuelas, las cuales presentan una alta densidad de tráfico vehicular. Aunque la circulación vehicular y peatonal cuenta con semáforos, señalización horizontal y vertical, además de rotondas, estos mecanismos de control presentan un notable deterioro, lo que convierte a las intersecciones en zonas de alto riesgo con elevada frecuencia de accidentes. La principal causa se relaciona con la obsolescencia de la señalización, tanto horizontal como vertical, lo que incrementa la peligrosidad de varios cruces. Asimismo, las condiciones climáticas en época invernal y la distracción de los conductores por el uso de dispositivos tecnológicos contribuyen al incremento de los siniestros, al igual que el exceso de velocidad en determinados sectores de la ciudad. De acuerdo con la Dirección de Movilidad de Riobamba, los

accidentes de tránsito se explican principalmente por dos factores: el humano, que comprende la fatiga del conductor, el irrespeto a las normas, la imprudencia peatonal y el exceso de velocidad; y el de infraestructura, relacionado con la deficiente iluminación, la mala señalización, el deterioro de la superficie de rodadura y las condiciones de los vehículos. Como medida preventiva, se plantea una campaña periódica de sensibilización sobre seguridad vial orientada a estudiantes de secundaria en Riobamba, mediante charlas sobre accidentes y siniestralidad, así como la entrega de folletos, afiches y simulaciones diseñadas con este fin.

En el estudio de seguridad vial realizado por Piñeiro (2020), se proponen tres alternativas para lograr la mayor ortogonalidad posible en la intersección de la N-234 y la CV-320 en la localidad de Torres Torres. Para ello, se propone desviar la CV-320 y eliminar la curva existente antes de la intersección, alargando la carretera en la entrada de la curva, sin llegar a realizar modificaciones drásticas. Con estas modificaciones, se lograría la ortogonalidad deseada, cumpliendo con la normativa vigente. Tras analizar los antecedentes, los puntos conflictivos y la seguridad vial, se concluyó que la intersección no cumple con la normativa actual. Después de estudiar las tres alternativas, se optó por una solución que equilibra lo económico y lo técnico, eligiendo la Alternativa 1, que cumple con los requisitos normativos y resuelve la mayoría de los problemas planteados. Aunque la Alternativa 2 también cumplía con la normativa y podría ser una mejor solución en algunos aspectos, su alto costo y el bajo tráfico de la intersección hicieron que se decidiera por la opción más viable económicamente, la Alternativa 1.

En otro estudio realizado por Jara y Mestre (2020) sobre la seguridad vial en una intersección de alta accidentalidad en el municipio de Aguazul-Casanare, se verificó el diseño geométrico de la intersección según los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Instituto Nacional de Vías [INVIAS], 2008). En este caso, se concluyó

que no era necesaria una intervención física en la intersección, es decir, no se requerían modificaciones constructivas ni ampliaciones. Sin embargo, se propusieron varias alternativas para reducir la accidentalidad en la intersección de la Calle 12 con la vía Nacional. Entre las medidas propuestas se incluye la implementación de señalización y demarcación vial en la Calle 12, la modificación del sentido de acceso a la calle 12 (cambiando los empalmes para que sean unidireccionales), y la ampliación de un reductor de velocidad frente a la estación de servicio Terpel, cubriendo toda la franja de pavimento disponible. Además, se sugirió construir y señalizar nuevos reductores de velocidad tipo bandas de concreto en dos puntos clave, con un mínimo de 20 metros entre cada banda. Estas medidas buscan inducir a los conductores a reducir su velocidad y detenerse si es necesario, proporcionando tiempo suficiente para una reacción segura.

En su investigación, Balsalobre (2020) concluye que la mayoría de los accidentes no son causados por las características geométricas de las intersecciones, sino por las infracciones cometidas por los usuarios. Como solución, propone que se debe promover la educación vial para que todos los usuarios respeten las normas de señalización y se genere un cambio en la mentalidad de las personas, priorizando el uso de transportes sostenibles sobre los vehículos motorizados, reconociendo que la ciudad está diseñada para los peatones y no para los vehículos.

Por lo tanto, además de crear o modificar infraestructuras, es fundamental invertir en educación y formación vial desde los niveles de enseñanza básica.

1.2.2. En el ámbito nacional

El estudio realizado por Acevedo y Migone (2021), mediante la aplicación de los criterios del Manual de Seguridad Vial del MTC, tuvo como objetivo proponer un nuevo diseño para el óvalo Tortugas en la Panamericana Norte km 395, con el fin de reducir el número de puntos negros en esta zona. Según los datos obtenidos, se identificó que el óvalo Tortugas es un punto negro,

siendo las volcaduras el tipo de accidente más frecuente con un 64%, seguido por los choques con un 20% y los despistes con un 11%. Ante esto, se propuso un rediseño geométrico como medida de mitigación para reducir la accidentabilidad. Aunque el estado actual del óvalo cumple con la normativa del Manual de Carreteras DG-2018, los criterios de identificación de puntos peligrosos lo catalogan como un punto negro. Se propuso un rediseño de la rotonda siguiendo el modelo del Reino Unido, modificando su forma circular y ajustando el diámetro del círculo inscrito a 31.8 metros. Esta modificación permitiría reducir las velocidades excesivas, disminuyendo así la ocurrencia de volcaduras y reduciendo los accidentes en un 65%, eliminando la condición de punto negro.

Por otro lado, Salazar (2022) en su investigación sobre la mejora en la seguridad vial en la ciudad de Lima, analizó la intersección de la Av. Garcilaso y Av. Bolivia, siguiendo la metodología de análisis de Seguridad Vial propuesta en el Manual de Seguridad Vial (MSV) y en el Highway Safety Manual (HSM) donde logró el objetivo de identificar, analizar, proponer y priorizar las propuestas de mejora de seguridad vial de la intersección de la Av. Inca Garcilaso de la Vega y la Av. Bolivia. Para ello sugiere agregar señalización de tránsito vertical informativa y propone la implementar más semáforos, ya que reduce 5.64 accidentes a un costo-efectividad de S/10,442.13. Para lo cual se aplicó el método predictivo a la jurisdicción del Distrito del Cercado de Lima con la ayuda del desarrollo de un factor de Calibración con la información de 3 intersecciones por un periodo de los últimos 5 años. Mediante la ejecución de los 4 primeros pasos de la Metodología de la Administración de la Seguridad Vial fue posible determinar que el proyecto de inversión que se debe ejecutar con la intervención de las autoridades pertinentes con el afán de reducir el efecto de los factores que generan accidentes.

Se aplicó la metodología de Inspección de Seguridad Vial (ISV) del Manual MSV-2017 para mejorar el rendimiento y la utilización de la vía. Alcazar y Cornejo (2021) realizaron una inspección para proponer mejoras, utilizando herramientas como listas de verificación y tablas de hallazgos. Esta metodología permitió identificar fallas en la Avenida de Evitamiento, en Cusco. El estudio de velocidad reveló que el 84% de los vehículos exceden el límite de velocidad, lo que aumenta el riesgo para los peatones, mientras que solo el 16% lo respeta. Como solución, se propone la implementación de reductores de velocidad y mejor señalización para mejorar la seguridad vial.

Se empleó un modelo de micro simulación para representar el estado actual de la intersección, calibrado y validado con el software VISSIM - Viswalk 8.0. Alarcón y Cárdenas (2021) recolectaron datos sobre la geometría de la intersección, el flujo vehicular y peatonal, los tiempos y fases semafóricos, así como las longitudes de cola y los tiempos de viaje en la intersección entre la Av. Comandante Espinar y la Calle Dos de Mayo, en el distrito de Miraflores, uno de los más modernos de Lima. Aunque el Plan Integral de Ordenamiento Vial (PIOV), que prioriza la movilidad sostenible y al peatón, fue implementado, la inspección de seguridad vial reveló áreas que requieren mejoras para optimizar el uso del espacio público. Los principales problemas observados en la intersección son los siguientes:

- El radio de las curvas en las esquinas de la intersección es superior a 8 metros, lo que facilita que los vehículos tomen giros a altas velocidades, aumentando el riesgo de accidentes.
- La avenida tiene tres carriles por cada dirección, lo que permite reducir el ancho de los carriles y agregar una ciclovía, promoviendo la movilidad sostenible.

- El deterioro del pavimento y la falta de señalización adecuada, tanto horizontal como vertical, impactan negativamente en la seguridad vial, según los informes obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

En su investigación, Príncipe (2022) aplicó las herramientas del Manual de Seguridad Vial en la elaboración de estudios de Inspección de Seguridad Vial para reducir los accidentes de tránsito en el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) del Perú. El estudio abarcó un total de 202.00 km de tramos viales, en los cuales entre 2015 y 2018 se registraron 563 accidentes, resultando en 181 muertes y 1,390 heridos. Las principales causas de los accidentes fueron los choques (61%), despistes (24%) y atropellos (15%). El análisis de los datos mostró que el 93% de los accidentes fueron causados por el factor humano, el 23% por la infraestructura y el 2% por el vehículo. El promedio del IMDA (Índice de Mortalidad y Daño de Accidente) fue del 53% para vehículos pesados y del 48% para vehículos ligeros, cuyas velocidades variaban entre 60 km/h y 90 km/h.

Se identificaron varios problemas críticos en la infraestructura vial, como la falta y discontinuidad de sistemas de contención vehicular, accesos y salidas sin una adecuada canalización, distancias cortas para los cambios de velocidad, curvas con radios inapropiados, sobreelevaciones insuficientes, mala visibilidad y deficiente percepción de los dispositivos de control de tránsito, lo que contribuye significativamente a la alta tasa de accidentes en estos tramos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer el mejoramiento de la seguridad vial aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC para reducir el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

Objetivo Específico 1: Aplicar la metodología del manual de seguridad vial del MTC para la identificación de los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.

Objetivo Específico 2: Determinar de qué manera los puntos neurálgicos o negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.

Objetivo Específico 3: Identificar las mejoras en la infraestructura vial que se relacionan de manera efectiva en la disminución del número de accidentes de tránsito en la intersección.

Objetivo Específico 4: Determinar la manera de cómo se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial para verificar la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección.

1.4. Justificación

La presente investigación surge como respuesta a los constantes accidentes ocurridos en la carretera Panamericana Norte, especialmente en la intersección entre la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos (paradero Villa Estela). Estos accidentes son consecuencia de una mala gestión en el diseño y en los elementos que componen dicha intersección. La investigación tiene justificación teórica, ya que existen autores e investigadores que han abordado el tema de la seguridad vial desde hace varios años, pero esa teoría no se está aplicando en las vías de la Panamericana Norte. Por ello, esta investigación busca proponer soluciones a los problemas de seguridad vial existentes, contribuyendo así a la línea de investigación sobre seguridad vial e infraestructura de transporte.

Tiene justificación práctica porque los diseños propuestos son viables para ser implementados. Además, cuenta con justificación económica, ya que la propuesta busca reducir los accidentes de tránsito, lo cual conlleva a una disminución de las pérdidas económicas que

sufren los usuarios de la vía. Por último, tiene justificación social, ya que la seguridad vial en una red vial es fundamental para el desarrollo y crecimiento de un país, siendo el transporte de personas y mercancías esencial para su funcionamiento. Asimismo, la implementación de estas soluciones contribuirá a reducir la cantidad de accidentes de tránsito.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Determinando la propuesta de mejora que aplique la metodología del manual de seguridad vial del MTC reducirá el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Villa Estela, Lima.

1.5.2. Hipótesis específicas

Hipótesis Específica 1: Aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC se identificará los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.

Hipótesis Específica 2: Determinando como los puntos neurálgicos o negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.

Hipótesis Específica 3: Identificando las mejoras en la infraestructura vial disminuirá el número de accidentes de tránsito en la intersección.

Hipótesis Específica 4: Determinando la manera de cómo se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial se verificará la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Seguridad vial

La seguridad vial engloba una serie de medidas y acciones orientadas a asegurar el correcto funcionamiento del tránsito, con el propósito primordial de reducir los accidentes fatales y las lesiones en las vías. Esto se consigue mediante la aplicación de estrategias que incluyen leyes, reglamentos, normativas y pautas de comportamiento para todos los usuarios de la vía, ya sean peatones, pasajeros o conductores, con el objetivo de promover un uso responsable de la vía pública y prevenir accidentes de tránsito. En la actualidad, también involucra tecnologías y métodos que buscan asegurar la seguridad en el desplazamiento terrestre, ya sea en ómnibus, camiones, automóviles, motocicletas, bicicletas o a pie (Agencia Nacional de Seguridad Vial [ANSV], 2022).

El conocimiento sobre seguridad vial es esencial no solo para los conductores, sino también para peatones, motoristas, ciclistas y cualquier otro usuario de la vía. Los accidentes de tránsito son una de las principales causas de muerte a nivel mundial, especialmente entre los jóvenes. Comportamientos peligrosos de los jóvenes, como conductores, peatones o pasajeros, ponen en peligro su seguridad y la de los demás (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022). Por ello, es crucial contar con formación en seguridad vial para conducir de manera responsable, estar atentos, mirar ambos lados antes de cruzar la calle y respetar las señales de tránsito, con el objetivo de prevenir accidentes.

Es esencial tomar precauciones en cuanto a seguridad vial, ya que estas precauciones ayudarán a generar hábitos y conductas que contribuyan a reducir las alarmantes cifras de accidentes, lesionados y víctimas.

2.1.1. Factores que influyen en la seguridad vial

A. Factor humano: Para comprender cómo influye el factor humano, es esencial conocer la interacción entre el conductor y la carretera. El conductor recibe una gran cantidad de información mientras circula, pero esta información se ve influenciada por su experiencia, nivel de estrés, edad, entre otros factores. Si el conductor percibe poca información, esto puede generar distracciones que provocan accidentes. En las vías interurbanas, las distracciones son responsables del 42% de los accidentes, mientras que en las vías urbanas este porcentaje disminuye al 31%. Por otro lado, si el conductor recibe demasiada información, podría no procesar todos los datos relevantes, lo que también eleva el riesgo de accidentes. En resumen, cuando la carga cognitiva del conductor, es decir, la cantidad de información que debe procesar, es muy baja, aumenta el riesgo de distracción; mientras que, si es demasiado alta, el riesgo de no percibir información importante para la conducción también se incrementa. Para reducir esta carga cognitiva, el diseño de la infraestructura juega un papel clave. La visibilidad debe ser adecuada para que el conductor tenga el tiempo necesario para filtrar y procesar la información. Esto requiere tener en cuenta factores del diseño vial, como la alineación de la carretera, los taludes y la vegetación. Además, los diseños auto explicativos, que requieren menos señalización, también contribuyen a reducir la carga cognitiva, permitiendo que el conductor tome decisiones más claras y seguras durante la conducción (MSV, 2017).

B. Factor vehículo: Los accidentes relacionados con el vehículo suelen ser causados principalmente por un deficiente mantenimiento, como es el caso de los pinchazos, la falta de frenos adecuados o fallos en el sistema de dirección. Con el paso del tiempo, se han implementado cada vez más y mejores medidas de seguridad en los vehículos. Además de los conocidos sistemas

de airbag, cinturón de seguridad y frenos ABS, los vehículos modernos ahora incorporan sensores y actuadores diseñados para prevenir atropellos o colisiones por alcance (Fundación CEA, 2024).

C. Factor infraestructura: El factor infraestructura interactúa estrechamente con el factor humano, lo que permite intervenir directamente para identificar los riesgos y tomar medidas basadas en la experiencia. En términos generales, la tasa de accidentes en carreteras convencionales es de dos a cuatro veces superior a la de autopistas y autovías. Esta diferencia se debe principalmente a la presencia de medianas: cuanto mayor sea su ancho, menor es la probabilidad de que los vehículos invadan el sentido contrario. Sin embargo, las barreras colocadas en estas medianas, junto con la vegetación utilizada para integrarlas paisajísticamente, pueden reducir la visibilidad, por lo que es crucial minimizar sus efectos adversos. En las carreteras convencionales, los accesos e intersecciones tienen un impacto negativo en la siniestralidad, por lo que es necesario canalizar los accesos a través de vías de servicio y reemplazar intersecciones por glorietas. Aunque estas acciones suelen aumentar el número de accidentes, también disminuyen su gravedad. Además, los accesos que disponen de pasos sobre la cuneta incrementan significativamente la gravedad de los accidentes en caso de salida de vía (MSV, 2017).

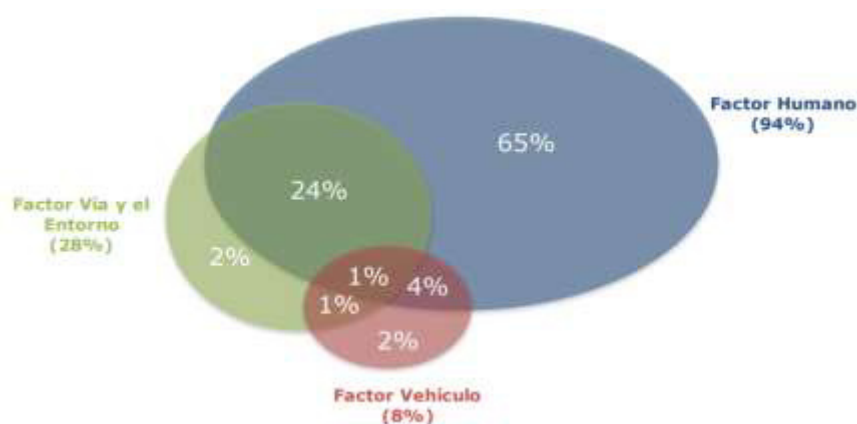
D. Factor tráfico: El tráfico afecta la siniestralidad, especialmente debido a la velocidad de circulación. Una velocidad alta aumenta tanto la probabilidad como la gravedad de los accidentes, aunque no es la velocidad por sí sola la causa, sino la combinación de esta con otros factores. Además, la variación de la velocidad entre los distintos usuarios de la vía también está vinculada con la tasa de accidentes (MSV, 2017).

Finalmente, la composición del tráfico es un factor crucial, ya que un mayor porcentaje de vehículos pesados, que son más lentos, genera una mayor dispersión de velocidades entre los usuarios. Esta variabilidad puede aumentar la probabilidad de colisiones por alcance.

E. Factor entorno: Las condiciones meteorológicas adversas afectan de manera considerable la seguridad vial, especialmente al reducir la adherencia de los neumáticos al pavimento en presencia de lluvia, nieve o hielo. Además, complican la visibilidad en situaciones de lluvia, niebla o deslumbramientos por el sol, especialmente al salir de túneles, lo que incrementa el riesgo de accidentes (MSV, 2017).

Figura 5

Factores que Contribuyen a los Siniestros Viales



Nota. MSV – 2017

2.1.2. Elementos y sistemas que ayudan a la seguridad vial

A. Seguridad preventiva: Son los elementos que alertan al conductor sobre posibles situaciones de riesgo, permitiéndole corregirlas con antelación. Ejemplos incluyen luces que se encienden automáticamente, avisos de cambio de carril o advertencias de riesgo de hielo (Fundación CEA, 2024).

B. Seguridad pasiva: Son los dispositivos que minimizan los daños cuando ocurre un accidente. Ejemplos típicos son los airbags, cinturones de seguridad, entre otros (Fundación CEA, 2024).

C. Seguridad activa: Son los sistemas que intervienen directamente para evitar un accidente cuando hay un alto riesgo de que este ocurra. A diferencia de la seguridad preventiva, los elementos de seguridad activa no solo advierten, sino que actúan para evitar el accidente. Un ejemplo claro son los sistemas antibloqueo de frenos (ABS) (Fundación CEA, 2024).

D. Seguridad paliativa: Son los sistemas que facilitan el rescate y la atención a las víctimas tras un accidente. Ejemplos incluyen los sistemas de comunicación telefónica o e-calls, el desconectador de cierre centralizado y el corte de la alimentación de la batería.

La seguridad vial se ve influenciada por varios factores relacionados con el comportamiento de los conductores. Muchas veces, estos no respetan las señales de tránsito, exceden los límites de velocidad, conducen bajo los efectos del alcohol o las drogas, y están distraídos, especialmente con el uso del teléfono móvil mientras conducen (Fundación CEA, 2024).

Además de los factores humanos, también existen aspectos relacionados con el mantenimiento de la infraestructura vial que afectan la seguridad. El mal estado de las vías, la presencia de huecos en el asfalto, la rugosidad de la calzada, la falta de señalización y la deficiente iluminación contribuyen a aumentar el riesgo de accidentes.

2.2. Puntos negros

Alonso et al. (2013) menciona que los "puntos negros" reciben diversas denominaciones en la literatura científica, especialmente en el ámbito anglosajón, tales como localizaciones de alto riesgo, puntos frecuentes de accidentes, puntos calientes, entre otros (p. 58).

Desde un enfoque teórico, un punto negro se define como cualquier emplazamiento específico en la vía (generalmente de menos de 0.5 km) que presenta un número de accidentes superior al de otras áreas similares debido a factores de riesgo local. (Elvik, 2007).

Esta definición sugiere que los puntos negros son zonas donde los factores de riesgo local, asociados con el diseño vial y el control del tráfico, tienen un impacto importante en la ocurrencia de accidentes. Por ello, las mejoras de ingeniería y el avance en la infraestructura vial son herramientas clave para reducir la accidentabilidad, aunque no son los únicos factores determinantes, ya que el comportamiento del usuario y el estado del vehículo también juegan un papel importante. La premisa central de la gestión de los puntos negros es que el diseño de la infraestructura vial tiene un impacto fundamental en la ocurrencia de muchos accidentes de tráfico. Por lo tanto, se puede asumir que, al implementar mejoras de ingeniería en estas áreas peligrosas, se podría evitar una gran parte de los accidentes (Alonso et al., 2013).

2.2.1. Principios y métodos de identificación de los puntos negros

Para desarrollar este apartado, se utilizará el estudio de Alonso et al. (2013) titulada “La gestión de los Puntos Negros en el marco de los Sistemas de Gestión de la Seguridad de infraestructuras viarias” expone los diferentes métodos que deben emplearse para la identificación de los puntos negros. Según el autor, en un primer nivel, se utilizan términos globales y métodos basados o no en datos de accidentes para identificar dichos puntos.

Primero, los métodos basados en datos de accidentes, específicamente en las estadísticas oficiales, se dividen en dos tipos: los que utilizan modelos de accidentes y los que emplean métodos específicos sin utilizar modelos.

En segundo lugar, los métodos no basados en datos de accidentes se dividen en dos categorías: los métodos cuantitativos, que utilizan mediciones numéricas y datos objetivos, y los métodos cualitativos, que se basan en observaciones y juicios subjetivos para identificar las áreas problemáticas.

A. Métodos de identificación basados en datos de accidentes. Alonso et al. (2013), entre las ventajas de los métodos basados en datos de accidentes se encuentran las siguientes: son los más robustos desde un punto de vista teórico, ya que consideran la variación sistemática derivada del diseño vial general y del volumen de tráfico, lo que facilita la identificación precisa de los verdaderos puntos negros. Además, prestan una atención adecuada a las fluctuaciones aleatorias, permitiendo una identificación más precisa de las áreas problemáticas.

Sin embargo, entre las desventajas, se destacan los siguientes puntos: se requiere una gran cantidad de datos sobre accidentes, características de la vía y tráfico, lo que puede resultar costoso y complicado de recopilar. Algunos métodos son parcialmente retrospectivos, lo que implica que los datos utilizados para el análisis pueden no ser completamente actuales. Además, estos métodos solo pueden ser desarrollados por administraciones nacionales o regionales, lo que limita su accesibilidad y aplicación. Por último, dependen de datos de accidentes que, en muchos casos, pueden ser incompletos o imprecisos.

Entre estos métodos, el método empírico bayesiano se considera el mejor desde un punto de vista teórico, ya que tiene la capacidad de integrar tanto la variación sistemática como las fluctuaciones aleatorias, lo que lo convierte en una herramienta particularmente útil para la identificación de puntos negros.

B. Métodos de identificación no basados en datos de accidentes. Los principios para identificar puntos negros que no dependen de datos de accidentes pueden ser cuantitativos o cualitativos, y se centran en factores relacionados con la vía, el tráfico, el conductor o una combinación de estos elementos (Elvik, 2008).

Entre las ventajas de estos métodos, se destaca su naturaleza prospectiva, ya que no dependen de los datos históricos de accidentes y pueden identificar riesgos antes de que ocurran.

Además, son independientes de los datos de accidentes, lo que los hace útiles en situaciones donde no se disponen de estadísticas completas o precisas.

Sin embargo, entre las desventajas, se encuentran: la necesidad de una gran fase de identificación, lo que puede ser un proceso largo y costoso; la dependencia de datos y métodos complementarios, ya que estos métodos no son suficientes por sí solos para una evaluación completa; el uso de indicadores indirectos, que pueden no reflejar con exactitud la peligrosidad de un área; y la necesidad de experiencia y conocimiento local para interpretar correctamente los resultados. Además, pueden presentarse dificultades en la aplicación, así como en la comprensión y aceptación de los métodos por parte de los sujetos a los que se solicita información, lo que puede limitar su efectividad (Alonso et al., 2013).

Por último, se puede recurrir a principios de identificación combinados, que integran diferentes métodos para contrarrestar las desventajas de cada uno. Entre las ventajas de este enfoque, se destaca que, al combinar varios métodos, se logran compensar las limitaciones individuales, obteniendo un análisis más robusto. Sin embargo, las desventajas incluyen una fase de identificación más amplia, que puede ser aún más compleja y prolongada; posibles dificultades en la comprensión, aplicación y aceptación de los métodos combinados; y la falta de comparación de los datos, ya que la combinación de diferentes tipos de información puede hacer que no sean directamente comparables entre sí (Alonso et al., 2013).

2.2.2. Metodologías de identificación de los puntos negros

A. Identificación de los TCA mediante la aplicación de métodos de análisis de siniestralidad. Algunos métodos basados en modelos no estadísticos de accidentalidad son la frecuencia de accidentes, definida como el tramo de concentración en el cual se registran n

números de accidentes en un periodo de estudio; o la densidad de accidentes que considera un TCA a una densidad de accidentes superior a un valor determinado; o el índice de peligrosidad que tiene en cuenta los niveles de exposición y cuya ecuación se presenta a continuación (Arnés, 2011).

$$IP = \frac{n(t)}{q(t)}$$

Donde:

n(t)= Número de accidentes registrado en un determinado tramo durante un tiempo “t”.

q(t)= Volumen de tráfico en dicha localización durante un tiempo “t”.

También existen métodos estadísticos que determinan los puntos negros mediante la comparación entre el número de accidentes observados en un tramo con una tipología determinada y el número de accidentes que ocurrirían en un tramo de características similares. Uno de estos métodos es el número crítico de accidentes (N-crítico), que parte de la suposición de que los accidentes siguen una distribución de Poisson. Esta distribución discreta se emplea para calcular, a partir de una frecuencia media de ocurrencia, la probabilidad de que suceda un número determinado de eventos (en este caso, accidentes) durante un periodo de tiempo específico. Esta metodología permite identificar tramos con una frecuencia de accidentes significativamente alta en comparación con lo esperado, lo que ayuda a señalar los puntos de riesgo en la red vial.

$$N_{critico} = N_{medio} + K * \sqrt{N_{medio}} + \frac{1}{2}$$

Donde:

N crítico: El número crítico de accidentes para una ubicación específica (sección o intersección)

N medio: La media de accidentes en tramos con características similares representa el promedio

de accidentes ocurridos en vías con condiciones comparables, como el tipo de carretera, el volumen de tráfico, y otros factores relevantes.

K: El factor de probabilidad (K) se establece según el nivel de significación requerido para el número crítico de accidentes (N-crítico). Por ejemplo, $K = 1,645$ se utiliza para un intervalo de confianza del 95% (Arnés, 2011). Esto significa que hay un 5% de probabilidad de que la localización registre un número de accidentes superior al promedio de los tramos con características similares.

Otras metodologías integran la severidad de los accidentes ocurridos teniendo en cuenta los criterios basados en accidentes y no en los usuarios, se deberá ponderar la severidad en tres categorías del accidente y de la persona herida, y dichos pesos de ponderación deberán ser calculados a partir de valoraciones económica y la media de accidentes registrados según la categoría de accidentalidad; como la EPDO (Equivalent Property Damage Only), el cual asigna pesos a un accidente según la severidad máxima registrada en el mismo (Campbell & Knapp, 2005).

$$IS = \frac{W_F + W_A * A + W_B * B + W_C * C + D}{T}$$

Donde:

IS: Índice de severidad para una localización específica (sección o intersección).

W: Coeficientes de ponderación asignados a cada categoría de severidad.

F: Accidentes con víctimas mortales en una localización determinada.

A: Accidentes con víctimas que sufren heridas del tipo A (graves, que requieren hospitalización) en una localización específica.

B: Accidentes con víctimas que sufren heridas del tipo B (leves, que requieren atención médica) en una localización determinada.

C: Accidentes con víctimas que sufren heridas del tipo C (contusiones) en una localización específica.

D: Accidentes con solo daños materiales en una localización determinada.

T: Número total de accidentes registrados en una localización específica.

Aunque son válidas y actualmente usadas las metodologías expuestas anteriormente, no presentan lineamientos concisos y una definición clara para la determinación de tramos de accidentes, es por esto, que hoy en día cada país establece una normativa técnica para la determinación de TCA; y teniendo en cuenta que España con el cuarto país del mundo con menor tasa de mortalidad en accidentes de tránsito (29 fallecidos por millón de habitantes), se usa como referencia de comparación metodología en la determinación de TCA, con las actuales metodologías para el análisis de accidentalidad en Colombia, como lo son la de Escobar (et al, 1980) y la del Sergio Pabón (Instituto Nacional de Vías INVIAS y Fondo de Prevención Vial, 2001); a continuación se presentan los lineamientos y definición de cada una de las metodología mencionadas.

B. Metodología de la Dirección General de Tránsito – DGT España. Este apartado corresponde a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Tráfico (DGT, 2014) de España, para la identificación de los TCA. Corresponde a la identificación o localización de los tramos de mayor concentración de tramos de accidentalidad en la red de carreteras de estudio, donde su peligrosidad se resalta de los demás tramos. Como principal insumo para la aplicación de esta metodología, se debe contar con los datos históricos de registro de accidentalidad,

actualizados, de no ser así se deberá contemplar metodologías basadas en no accidentes (basados en la observación o inspección de la red vial).

Se debe realizar un análisis del número de accidentes ocurridos a lo largo de la vía en estudio, con el objetivo de evitar confusiones en la identificación de los tramos con alta concentración de accidentes. Para determinar estos tramos de alta concentración de accidentes, es importante considerar el número de accidentes mortales por unidad de longitud de vía en relación con el volumen de tráfico de años anteriores.

Una vez aplicada la metodología descrita, se podrá realizar el análisis de los tramos, utilizando la definición de que un tramo de concentración de accidentes (TCA) es aquel tramo de 1 km donde el número de accidentes con víctimas ocurridos en los últimos cinco años y el índice de peligrosidad (IP) promedio en ese período sean superiores a la media más la desviación estándar de los mismos. Este análisis se realizará para todos los tramos de vía con características similares en cuanto a su categoría (uso, diseño físico) y TPD equivalentes (DGT, 2014).

$$IPM_5 \geq P \quad Y \quad \sum ACV_5 \geq N$$

Los criterios de identificación del TCA son los tramos de un 1 kilómetro que cumple las siguientes condiciones:

Tabla 1

Criterios para las ecuaciones de cálculo de TCA según la Dirección General de Tránsito de España.

CRITERIO	ECUACIONES
Criterio I	$IP_{aa} \geq \frac{P}{2} \quad y \quad IP_{ua} \geq \frac{P}{2}$
Criterio II	$IPM_2 \geq \frac{2P}{3}$
Criterio III	$\sum AC V_{aa} \geq \frac{N}{5} \quad y \quad \sum AC V_{ua} \geq \frac{N}{5}$
Criterio IV	$\sum AC V_2 \geq \frac{N}{2}$

Nota. (Dirección General de Tráfico, 2014)

Donde:

IPM5: El índice de peligrosidad promedio en los últimos 5 años se calcula dividiendo el número de accidentes por cada 10^8 vehículos-kilómetro ($acv/10^8$ veh-km). Si durante ese período de 5 años se han realizado modificaciones importantes en las características físicas o de tráfico del tramo, solo se deben tomar en cuenta el índice de peligrosidad promedio y los accidentes ocurridos durante el período en el que el tramo haya mantenido su configuración actual.

IPM2: Índice de peligrosidad medio en los últimos 2 años ($acv/10^8$ veh-km).

SACV5: Suma de los accidentes ocurridos en los últimos 5 años.

SACV2: Suma de los accidentes ocurridos en los últimos 2 años.

Aa: Año anterior.

Ua: Último año.

P: Constante dependiente del tipo de tramo (tipo de vía, zona, tráfico). Se calcula con los índices de peligrosidad de todos los tramos con características similares, basándose en la suma de la media de la serie y su desviación media.

N: Es una constante dependiente del tipo de tramo (como el tipo de vía, zona y tráfico), que se calcula utilizando el número de accidentes con víctimas en tramos con características similares, basándose en la suma de la media de la serie y su desviación estándar.

Los tramos de 1 km a considerar pueden no coincidir exactamente con los puntos kilométricos (Pk) de la carretera. En el caso de que se identifiquen varios TCA solapados, su análisis se realizará de manera conjunta, lo que resultará en el estudio de un tramo cuya longitud será superior a 1 km. Los valores de P y N, según el tipo de vía y el TPD (Tráfico Promedio Diario) utilizados para el año, se expresan en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2

Autopistas y carreteras convencionales doble calzada según la Dirección General de Tránsito de España.

TPD	URBANO		RURAL	
	P	N	P	N
0 – 10.000	210	10	90	10
10.000 – 15.000	93	10	69	10
15.000 – 20.000	15	10	41	10
20.000 – 40.000	52	11	34	10
40.000 – 80.000	60	23	31	10
> 80.000	46	42	30	18

Nota. (Dirección General de Tráfico, 2014)

Tabla 3

Carreteras convencionales bidireccionales rápidas según la Dirección General de Tránsito de España.

TPD	URBANO		RURAL	
	P	N	P	N
0 – 3.000	287	10	159	10
3.000 – 5.000	162	5	126	5
5.000 – 8.000	213	11	77	5
8.000 – 15.000	95	8	80	6
> 15.000	73	12	48	7

Nota. (Dirección General de Tráfico, 2014)

El enfoque existente en la reducción de las tasas de accidentes en la red de carreteras ha impulsado el desarrollo de métodos que pueden identificar y mejorar de manera efectiva los lugares de alta incidencia de accidentes, conocidos como Tramos de Concentración de Accidentes.

Estos tramos representan aquellos lugares de la red donde el riesgo de accidente es mayor que otros sitios de similares características. Por un lado, su identificación permite actuar directamente para mejorar la seguridad vial donde se concentren los accidentes, optimizando así el uso de los recursos disponibles. Por otro lado, se espera que el tratamiento de los lugares propensos a los accidentes nos proporcione información útil para introducir principios de seguridad en el diseño, preparación y mantenimiento de las carreteras como medio para prevenir accidentes.

C. Cálculo de los Indicadores de Accidentalidad. Los indicadores de accidentalidad se utilizan para medir, analizar y gestionar los riesgos de accidentes en diferentes contextos, con el fin de prevenirlos y mejorar la seguridad vial. Estos indicadores son herramientas fundamentales para la planificación, implementación y evaluación de estrategias orientadas a la prevención de accidentes (Vergara, 2023).

Una vez que se han identificado los tramos de concentración de accidentes de tránsito (TCA), se calculan los índices básicos de accidentalidad para cada tramo, considerando tramos consecutivos y cada año de análisis. Entre los índices de medición propuestos por Sergio Pabón Lozano en su obra *Accidentalidad en Carreteras. Identificación y solución de puntos críticos* (1986), se encuentran el Índice de Peligrosidad para accidentes totales (Ipat), el Índice de Peligrosidad para accidentes con víctimas (Ipav) y el Índice de Severidad (IS). A continuación, se presentan las fórmulas para calcular cada uno de estos indicadores.

D. Índice de peligrosidad (IP). EL índice de peligrosidad en accidentes de tránsito establece una relación entre el número total de accidentes ocurridos en un año y la cantidad de vehículos que transitan por un sector específico de la carretera. (Vergara, 2023, p. 34). Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{N * 10^8}{TPD * 365 * L} \text{ accidentes/veh} - Km$$

Donde:

N: número de accidentes de tránsito totales del año.

TPD: (Tránsito Promedio Diario) se calcula dividiendo el número total de vehículos que pasaron por un sector durante el año de análisis entre el número de días del año (365). Si ya se tiene el número total de vehículos que pasaron durante el año, entonces la fórmula se simplifica al eliminar el factor correspondiente a los días del año.

L: Longitud del sector en kilómetros

Índice de Peligrosidad para el total de accidentes (Ipad)

$$IPAT = Nat * \frac{10^6}{TPD * 365 * L} \text{ accidentes/veh} - Km$$

Donde:

Nat: número de accidentes totales registrados en un año

TPD: Transito Promedio Diario Semanal del tramo analizado

L: longitud del tramo en kilómetros

Índice de Peligrosidad para los accidentes con víctimas (IPAV)

$$IPAV = Nav * \frac{10^6}{TPD * 365 * L} \text{ accidentes/veh} - Km$$

Donde:

Nav: número de accidentes con víctimas totales registrados en un año

TPD: Transito Promedio Diario Semanal del tramo analizado

L: longitud del tramo en kilómetros

Índice de Severidad (IS)

$$IPAV = \frac{(M * 18 + 2H + S) * 10^6}{TPD * 365 * L} \text{ accidentes/veh} - Km$$

Donde:

M: número de accidentes con víctimas.

H: número de accidentes con heridos.

S: número de accidentes con daños a propiedades.

TPD: Transito Promedio Diario Semanal del tramo analizado

L: longitud del tramo en kilómetros

Adicional se obtienen los siguientes indicadores adicionales, que se expresan en accidentes / km y que son de utilidad en la priorización del estudio detallado de los tramos críticos:

Tasa de accidentes con víctimas

TAV = número de accidentes con víctimas / L (longitud del tramo en km)

Tasa de víctimas

TV = número de víctimas / L (longitud del tramo en km)

2.3. Auditorías e inspecciones de seguridad vial

2.3.1. Definición

Se consideran procesos sistemáticos, con un enfoque principalmente preventivo, que permiten verificar el cumplimiento de todos los aspectos relacionados con la seguridad de las vías, su entorno y el comportamiento de los usuarios. En este proceso, un equipo técnico calificado, competente e independiente evalúa la vía con el objetivo de minimizar las probabilidades de accidentes. Además, en caso de que se produzcan, se busca que la propia infraestructura vial esté diseñada de manera que minimice las consecuencias negativas de los accidentes (MSV, 2017).

2.3.2. Cuando realizar una Auditoría e Inspección

Es crucial que las Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial (ASV/ISV) se conviertan en una práctica habitual, similar a la verificación estructural y el control de los puntos fijos de nivelación. Estas actividades deben formar parte integral de los mecanismos de contratación existentes en el país, como los contratos de conservación vial y las concesiones viales, entre otros. El proceso de ASV/ISV requiere que, en intervalos regulares, un equipo calificado realice una evaluación independiente. Luego, la entidad contratante debe considerar dicha evaluación y las recomendaciones resultantes para implementar las mejoras necesarias (MSV, 2017).

Figura 6

Relación entre etapas de un proyecto y la programación de ASV/ISV



Nota. Fuente: MSV, 2017

2.3.3. La importancia de la prevención

La importancia de las auditorías e inspecciones de seguridad vial, MSV (2017) radica en la capacidad de prevenir incidentes y tomar medidas de precaución que resultan en menos sufrimiento humano y menores costos para la administración pública. La sociedad asume el costo de una vía de diversas formas:

- ✓ El costo de diseñarla.
- ✓ De construirla.
- ✓ De mantenerla.
- ✓ El costo de los usuarios.
- ✓ El costo para otros durante su vida útil.

Cuando una vía o carretera presenta un problema grave de seguridad vial, los costos generados por los accidentes pueden llegar a ser el principal componente de los costos viales

totales a lo largo de la vida útil del proyecto. Las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) en la fase de diseño permiten hacer ajustes sencillos, como modificar una línea en el plano, evitando la necesidad de realizar modificaciones más costosas, como cambiar longitudes de hormigón o asfalto en el terreno. Generalmente, es mucho más económico para la comunidad prevenir un problema antes de la construcción que corregirlo una vez que la infraestructura está en funcionamiento.

La seguridad operacional de una vía existente puede cambiar con el tiempo debido a factores como el aumento de los volúmenes de tráfico, los tipos de usuarios o los cambios en el uso de la tierra circundante. Una revisión de la seguridad vial de una vía existente, combinada con otras herramientas a disposición del ingeniero especialista en seguridad vial, permite tomar medidas correctivas que aseguren un nivel de seguridad vial adecuado y coherente con el uso actual de la vía (MSV, 2017).

2.4. Intersecciones viales

Una intersección vial es un componente de la infraestructura de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras facilitan a los conductores el intercambio entre diferentes rutas. El cruce de caminos puede ocurrir a nivel, es decir, en el mismo plano, o mediante una intersección a desnivel, donde los caminos se cruzan a diferentes alturas (DG, 2018).

2.4.1. Las intersecciones viales a nivel

En este contexto, el "acceso" hace referencia a la entrada de un tramo vial hacia una zona de conflicto, también conocida como el "centro" de la intersección, donde es más probable que ocurran accidentes. Esta área comprende los espacios donde las rutas de los vehículos se cruzan, lo que aumenta el riesgo de colisiones (Pinto, 2022). Los movimientos posibles que puede realizar un vehículo al entrar en la intersección son los siguientes:

- ✓ Giro a la derecha
- ✓ Movimiento directo
- ✓ Giro a la izquierda
- ✓ Movimiento en U

Es común que en las intersecciones a nivel se asignen carriles exclusivos para giros a la derecha o a la izquierda, con el propósito de mejorar la capacidad de la intersección y prevenir el bloqueo del flujo de otros vehículos que esperan para avanzar (Pinto, 2022).

Figura 7

Tipos de intersecciones a nivel

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES	EN ESTRELLA 		VEASE FIGURA 501.01 		
			ROTONDA 		

Nota. DG – 2018

Las intersecciones a nivel controladas requieren algún sistema que regule el paso de los vehículos para garantizar su circulación segura. Estos sistemas y códigos permiten evitar que

varios vehículos ocupen el mismo espacio de forma simultánea, especialmente en movimientos que podrían generar conflictos (Pinto, 2022). Entre los sistemas de control más comunes se encuentran:

- ✓ Señal de Stop
- ✓ Señal de Ceda el Paso
- ✓ Semáforo
- ✓ Rotondas o Glorietas
- ✓ Señal de Calzada con prioridad
- ✓ Señal de Intersección a nivel con prioridad

Por otro lado, las intersecciones sin control siguen reglas simples, como otorgar prioridad al primer vehículo que llega, al que circula por la derecha o al que transita por una vía pavimentada. Estas intersecciones son habituales en zonas rurales, residenciales con bajo volumen de tráfico (Pinto, 2022).

2.4.2. Intersecciones a desnivel





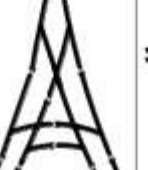













Las intersecciones a desnivel son aquellas que ofrecen mayor capacidad de circulación, pues permiten separar los flujos vehiculares en distintos niveles mediante estructuras como túneles o viaductos. Generalmente, los distintos niveles se conectan por medio de rampas, lo que facilita los cambios de ruta entre vías. Este tipo de solución se implementa sobre todo en autopistas y autovías, o en cruces donde las intersecciones a nivel resultan inviables por la magnitud del tránsito (DG, 2018).

Entre las configuraciones más comunes se encuentran las intersecciones en trébol, ampliamente usadas cuando los flujos en ambas vías son elevados. De manera similar, también

existen otras variantes como las intersecciones en molino, diamante, espagueti o de turbina, que se emplean de acuerdo con la complejidad y volumen de tránsito de cada caso.

Figura 8

Tipos de intersecciones a desnivel

DE CUATROS RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACIÓN		CON CONDICIÓN PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TRÉBOL COMPLETO	DIAMANTES	TRÉBOL PARCIAL		
					
					
					

Nota. DG – 2018

2.5. Calmado de tráfico

El objetivo del calmado del tráfico es disminuir la velocidad de los vehículos motorizados hasta aproximadamente 30 km/h, lo que contribuye a reducir los riesgos de accidentes y lesiones graves en caso de que ocurran, además de beneficiar a peatones y ciclistas. Estas medidas son generalmente de fácil implementación y bajo costo. Cuando las velocidades son inferiores a 30 km/h, se elimina el riesgo de colisiones con obstáculos imprevistos a una distancia de 15 metros del vehículo. Estas medidas suelen incluir la colocación de obstáculos que alteran la trayectoria

del vehículo, ya sea de forma horizontal o vertical, forzando al conductor a reducir la velocidad, lo que a su vez mejora la comodidad de la conducción y previene daños al vehículo. (MSV, 2017).

Existe una relación clara entre la velocidad, la siniestralidad y la gravedad de los accidentes, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Relación velocidad-severidad de siniestros

Velocidad del vehículo	Resultado
50 km/h	7 de cada 10 peatones fallecen
30 km/h	1 de cada 10 peatones fallecen

Nota. MSV-2017

En el análisis de la accidentalidad vial, MSV (2017) se pueden identificar tramos o puntos con alta concentración de accidentes, especialmente debido al exceso de velocidad. Este problema puede mitigarse con la señalización adecuada y, en caso de ser necesario, se pueden implementar dispositivos físicos para reducir la velocidad de los vehículos. El siguiente esquema ilustra los lugares donde se deberían aplicar diferentes medidas en función de la velocidad deseada y el tipo de vía. La integración de elementos adicionales, como plataformas elevadas, alteraciones en la trayectoria o reducción del ancho de la calzada, puede reducir la velocidad media en unos 10 km/h.

Tabla 5*Relación velocidad-distancia de los reductores de velocidad*

Velocidad objetivo	Distancia recomendable entre elementos reductores de velocidad	Distancia máxima de eficiencia entre elementos reductores de velocidad
50 km/h	150 m	250 m
40 km/h	100 m	150 m
30 km/h	60 m	75 m
10 - 20 km/h	20 m	50 m

Nota. MSV-2017

Las técnicas más utilizadas para el calmado del tráfico incluyen:

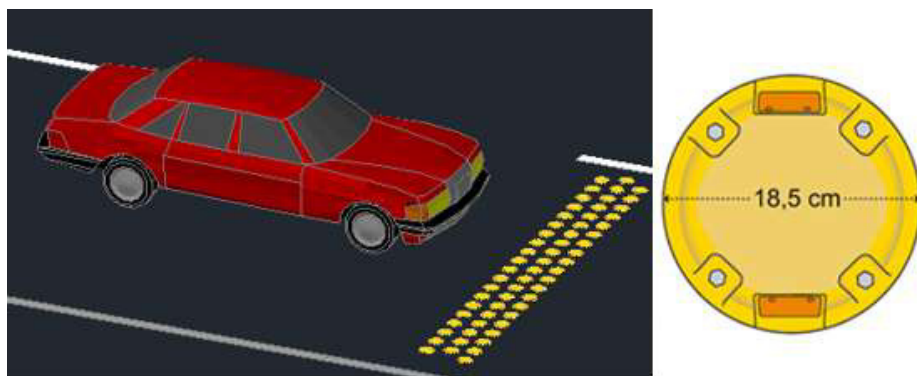
- ✓ Badenes y elevaciones de la calzada al nivel de la acera con paso peatonal.
- ✓ Estrechamientos de calzada.
- ✓ Cambios de alineación e instalación de obstáculos en la vía.
- ✓ Franjas transversales de alerta y cambios en el pavimento.
- ✓ Intervenciones en intersecciones, como elevaciones o instalación de obstáculos.

2.5.1. Reductores de velocidad

A. Tachones. Son tachas amarillas que se colocan intercaladas, cada una de éstas tiene 4 centímetros de alto por 18,5 de diámetro, están confeccionadas con un material termoplástico muy resistente y tienen ojos reflectivos en ambas caras para garantizar su visibilidad (pueden ser advertidas a unos 100 metros) (DGT, 2019).

Figura 9

Tachas reflexivas o conocidos como “ojos de gato”



Nota. Elaboración propia

B. Bandas rugosas. Se trata de pequeños elementos resistentes adosados al pavimento que, al contacto con los neumáticos de los vehículos que se aproximan con elevada velocidad, generan un ruido que sirve de alerta a los conductores. Estos elementos se usan generalmente como separadores de carriles (DGT, 2019).

Figura 10

Bandas rugosas o conocidos como “pianitos”

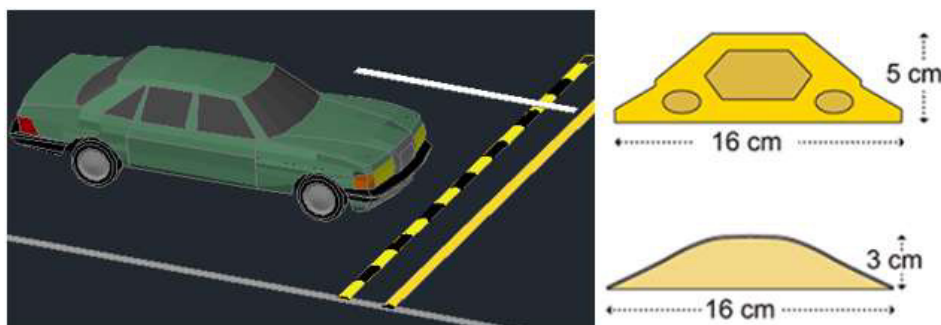


Nota. Elaboración propia

C. Lomos de burro macizos. Son estructuras fabricadas en PVC de alta resistencia, vienen en bloques que se ensamblan y fijan en el pavimento, su altura puede variar entre los 3 y 10 centímetros, soportan el paso de camiones y colectivos con pendientes suaves, de color amarillo y negro, por lo general se colocan pocos metros antes de un cruce peligroso (DGT, 2019).

Figura 11

Lomos de burro macizos o rompemuelles de PVC.

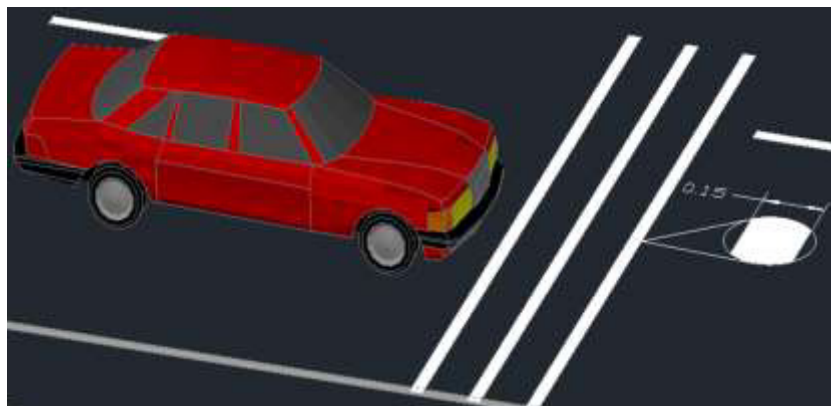


Nota. Elaboración propia

D. Bandas sonoras. Se trata de un sistema de señalización horizontal que se coloca en los caminos como una alerta para los conductores, generando una vibración táctil y audible para el conductor y le avisan cuando se va de su carril a otro o debe disminuir la velocidad (DGT, 2019).

Figura 12

Bandas sonoras o bandas transversales de alerta.

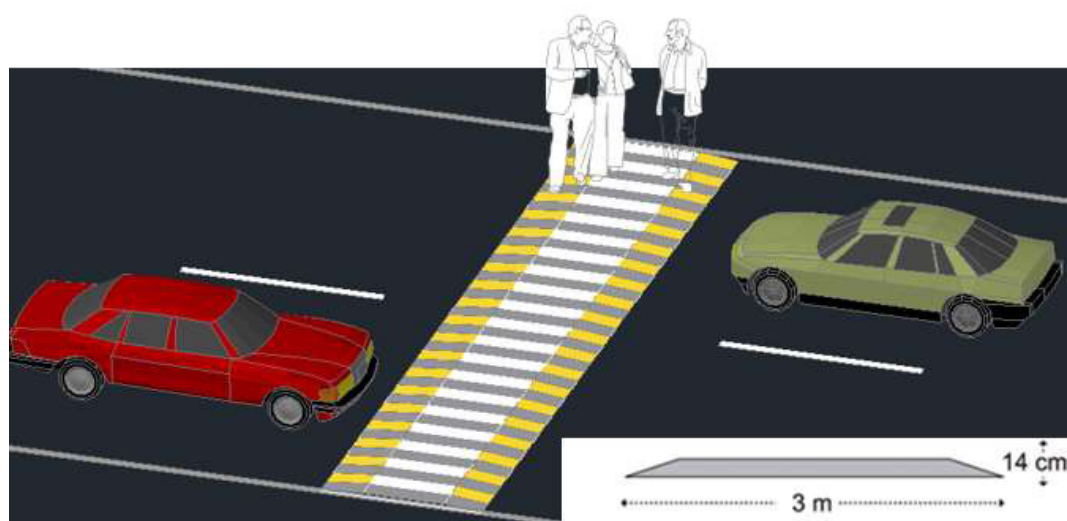


Nota. Elaboración propia

E. Pasos peatonales. Según la empresa de pavimentos industriales (UNIFORT, 2023), consisten en una área elevada y ancha, que se encuentra al mismo nivel que las aceras, con dos rampas inclinadas a los costados, formando una figura trapezoidal. Además de disminuir la velocidad de los vehículos, su principal objetivo es proteger a los peatones en los lugares más frecuentados para cruzar.

Figura 13

Pasos peatonales sobre rompemuelles.

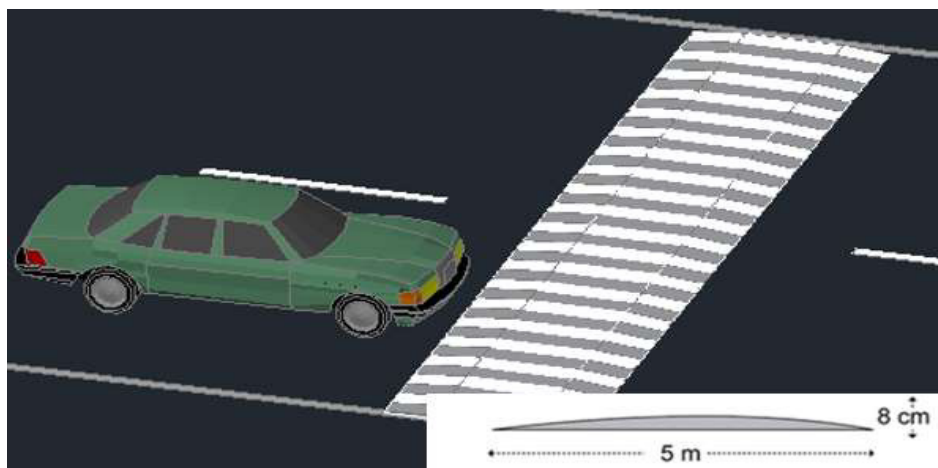


Nota. Elaboración propia

F. Lomos de burro in situ. Es una elevación de segmento circular construido con el mismo material del pavimento, puede tener diferentes anchos, pero las pendientes son suaves y deben estar señalizadas con pintura reflectiva de color blanco o amarillo para poder ser advertidas desde 50 metros antes como mínimo (UNIFORT, 2023).

Figura 14

Lomo de burro o rompemuelleres in situ.



Nota. Elaboración propia

Las cuerdas y bandas sonoras son los dispositivos más eficaces para reducir la velocidad. Además, son bastante económicos en comparación con otras medidas físicas que requieren obras más complejas y costosas en la vía.

2.6. Herramientas de modelamiento del tráfico

En los últimos años, ha aumentado la disponibilidad de software para el diseño de vías, y hoy en día su uso se ha vuelto esencial para llevar a cabo proyectos de forma rápida y precisa, permitiendo así competir en aspectos clave como seguridad, calidad, costos y tiempos de ejecución.

Teniendo en cuenta que la ingeniería de tránsito toca temas referentes al diseño y operación de calles, carreteras y autopistas además de su relación con diferentes medios de transporte, se ha visto envuelta en el desarrollo de instrumentos que permitan un mejor entendimiento y modelación de las situaciones requeridas. Por ejemplo, el Consejo de Transporte del Condado de Poughkeepsie-Dutchess (PDCTC) está trabajando con Wilbur Smith Associates para desarrollar un Plan de Gestión de Corredor que identifique y recomiende acciones de políticas y proyectos

para mejorar el movimiento vehicular y no vehicular a lo largo de CR 93 en la Ciudad de Wappinger, Nueva York, utilizando software que le permita preparar micro-simulaciones del corredor. Otro proyecto a destacar, sería en el que Caliper (Empresa privada), ha desarrollado un modelo de micro-simulación del área metropolitana de Eureka (GEA) en el norte de California para el Departamento de Transporte de California (Caltrans) y el condado de Humboldt; para proporcionar una plataforma integral de demanda y simulación de tráfico para que la ciudad pueda evaluar proyectos realizados o futuros (Tovar, 2019).

Existen diferentes tipos de programas, usados tanto por entidades públicas como privadas, para la modelación de tránsito, detallando las aplicaciones que tienen y proyectos en donde se empleen.

2.6.1. Transmodeler

Se trata de un software que ofrece una amplia gama de herramientas para la planificación y modelado del tránsito, incluyendo la simulación y gestión del flujo vehicular, la animación del comportamiento de los sistemas de tráfico multimodal, la visualización del flujo de vehículos, la funcionalidad de las señales de tránsito y el rendimiento general de la red de transporte. También permite simular el tránsito de vehículos públicos, bicicletas, automóviles y camiones (Tovar, 2019).

Uno de los proyectos en los que se está utilizando esta herramienta es el modelo de micro simulación del área del condado de Lake, donde se emplea para calibrar un modelo que cubre gran parte de este condado en California. El objetivo del modelo es gestionar la demanda de tráfico entre las rutas norte y sur de Clear Lake. Este corredor, que abarca más de 50 millas, incluye las

rutas estatales 20, 29 y 53, así como muchas de las carreteras locales en las ciudades que atraviesan estas rutas (Tovar, 2019).

2.6.2. *Synchro*

Ofrece aplicaciones para el análisis de tráfico, optimización y simulación, caracterizado por su facilidad de uso, permitiendo modelar en poco tiempo, realiza micro simulación y animación de tráfico vehicular y peatonal. Dentro del programa se puede determinar si se necesita una señal de tráfico para una intersección. Implementa el método de utilización de la capacidad de intersección para determinar la capacidad de intersección; que es más preciso y menos sujeto a manipulación, y está destinado a ser utilizado en aplicaciones de planificación, como el diseño de carreteras futuras y los estudios de impacto del sitio (Synchro,2024).

2.6.3. *VISSIM*

Es una herramienta de simulación microscópica y multimodal del tránsito, que integra comportamientos de conducción para modelar vehículos automatizados, ofrece visualizaciones de sistemas y proporciona opciones más flexibles para las rutas. Entre sus aplicaciones se encuentran el diseño geométrico con cualquier tipo de semaforización, la gestión del tráfico, la simulación del transporte público y la modelación de emisiones contaminantes como CO₂ y NO_x. Además, recopila datos sobre trayectorias, velocidades, aceleraciones y el tráfico en autopistas, considerando variables como los tiempos de viaje y las longitudes de cola, todo mientras integra detalles sobre el diseño geométrico y el comportamiento de conducción (Tovar, 2019).

2.7. Geometría vial

En las especificaciones del manual de carreteras (DG, 2018), se menciona que el diseño geométrico de carreteras implica definir las características visibles de una vía, como el pavimento, la alineación horizontal y vertical, la gestión de pendientes y las intersecciones, entre otros

elementos. Su propósito es cumplir con las necesidades de los conductores, asegurando la seguridad de los vehículos, la comodidad al conducir y la eficiencia para todos los usuarios. Además, se deben considerar otros factores específicos según las particularidades de cada proyecto.

El diseño de la carretera debe alinearse con la clasificación funcional prevista y ajustarse a las necesidades de todos los usuarios (Dirección de Normatividad Vial [DNV], 2006). Entre las características más relevantes a considerar en el diseño geométrico se encuentran:

- ✓ Elementos de sección transversal.
- ✓ El gradiente.
- ✓ La intersección.
- ✓ La distancia visual.

Este diseño también está influenciado por varios parámetros, tales como:

- ✓ Las características del vehículo.
- ✓ El comportamiento del conductor.
- ✓ La psicología del conductor.
- ✓ Características del tráfico.
- ✓ Volumen del tráfico.
- ✓ Velocidad del tráfico.

Un diseño adecuado puede reducir considerablemente la gravedad de los accidentes, ya que el objetivo principal es lograr la máxima eficiencia en el funcionamiento del tráfico y la máxima seguridad. Todo esto debe lograrse con la mayor economía posible en términos de costos y construcción, a diferencia del pavimento, cuyo proceso de planificación es previo a la construcción (DG, 2018).

Es fundamental también considerar los factores que afectan el diseño geométrico, como la velocidad de diseño y los aspectos topográficos. La velocidad de diseño influye en elementos como la longitud de las curvas verticales, las curvas horizontales y las distancias de visibilidad (DG, 2018).

2.7.1. Velocidad

La velocidad es un parámetro que varía significativamente según el conductor, el tipo de vehículo, la topografía, entre otros factores. Esta variabilidad hace que la velocidad de diseño sea un factor crucial en el diseño geométrico de las carreteras. La velocidad de diseño se refiere a la velocidad continua más alta que se considera segura bajo condiciones climáticas favorables, lo que facilita un viaje más seguro. Además, la velocidad legal es aquella que los conductores tienden a superar, a menudo excediendo límites seguros. La velocidad deseada, por otro lado, es la máxima velocidad a la que un conductor puede circular cuando está limitado por la geometría de la carretera o las condiciones del tráfico (DG, 2018).

Como se mencionó anteriormente, la velocidad es un factor determinante que provoca variaciones de diversos tipos, lo que implica la necesidad de establecer diferentes velocidades de diseño para satisfacer los requisitos de todos los conductores.

2.7.2. Factores topográficos

La topografía es el segundo factor más relevante que influye en el diseño geométrico de las carreteras, en terrenos planos, la construcción de una vía es relativamente sencilla de acuerdo con los estándares establecidos. Sin embargo, cuando el terreno se vuelve más accidentado o presenta pendientes pronunciadas, el costo de construcción aumenta para una velocidad de diseño específica. Desde una perspectiva económica, mantener los costos y tiempos de construcción

controlados requiere que los estándares geométricos se ajusten según las características del terreno o la topografía, considerando gradientes más pronunciados y curvas más cerradas (DG, 2018).

Así como también se menciona otros factores que afectan el diseño geométrico de las carreteras incluyen:

- El vehículo
- El ser humano
- El medio ambiente
- La economía
- El tráfico

El avance en la tecnología y el uso de nuevos materiales han llevado a la fabricación de una amplia variedad de vehículos, desde unidades pequeñas hasta vehículos de gran tonelaje. El peso del eje, las dimensiones y las características de los vehículos son determinantes en aspectos clave del diseño geométrico, como el ancho del pavimento, los espacios libres, los radios de curva y la geometría del estacionamiento. Para garantizar que las carreteras se adapten a estos vehículos, se establecen diseños estándar que incluyen un peso y dimensiones específicas, facilitando así el control del diseño y asegurando que se acomoden los vehículos de acuerdo con sus características operativas (MTC, 2005).

Además, el diseño geométrico de las carreteras debe considerar las características físicas, mentales y psicológicas de los conductores, dado que estos factores impactan en gran medida el diseño. Esta consideración debe hacerse con base en datos recopilados sobre el tráfico y las condiciones previas.

También es esencial tener en cuenta las preocupaciones ambientales, como el ruido y la contaminación del aire, al desarrollar el diseño geométrico de las vías. Se deben considerar todos

los factores mencionados, tanto naturales como económicos, dentro del presupuesto destinado para la construcción y el mantenimiento de las carreteras. El diseño debe garantizar que la estética del entorno no se vea afectada, logrando un equilibrio entre funcionalidad y respeto por el medio ambiente (MTC, 2005).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es tipo aplicada y se clasifica como no experimental, cuantitativa y correlacional.

La investigación aplicada se centra en la aplicación práctica del conocimiento científico para resolver problemas concretos, se basa en el conocimiento adquirido a través de la investigación básica y busca traducirlo en aplicaciones concretas (Hernández y Mendoza, 2014).

Se clasifica como no experimental ya que según Kerlinger (2002), es la búsqueda empírica y sistemática en la que el investigador no tiene el control directo de las variables, debido a que sus manifestaciones ya sucedieron o son inherentemente no manipulable (p. 269).

Se utiliza un enfoque cuantitativo, ya que tiene como objetivo calcular la cantidad de accidentes y analizar las causas asociados a ellos. Como mencionan Hernández y Mendoza (2014) “Con los estudios cuantitativos se pretenden describir, explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos (variables). Esto significa que la meta principal es la prueba de hipótesis y la formulación y demostración de teorías” (p. 7).

Según Bernal (2010), La investigación correlacional tiene como propósito mostrar o examinar la relación entre variables o resultados de variables. Examina relaciones entre variables o sus resultados. Su principal soporte es el uso de herramientas estadísticas (p. 122). Siguiendo este concepto, esta investigación tiene el tipo de diseño correlacional porque busca identificar las fallas viales que los causan los accidentes de tránsito y, a través de propuestas y simulaciones, verificar las posibles correcciones necesarias para mejorar la seguridad vial y el nivel de servicio. La investigación adopta un enfoque que va de lo general a lo específico. La recopilación de datos

se llevará a cabo utilizando instrumentos estandarizados, que han sido validados y demostrados como confiables en estudios anteriores, cumpliendo con los estándares internacionales. En resumen, la investigación sigue un proceso riguroso y sistemático para asegurar resultados precisos y confiables.

3.2. Ámbito espacial y temporal

3.2.1. Espacial

En el ámbito espacial del estudio se hará aplicando la técnica de la observación para determinar los puntos negros que son causantes de accidentes viales en la intersección de la Panamericana Norte kilómetro 39 y la avenida de los Arquitectos distrito de Ancón.

3.2.2. Temporal

El ámbito temporal para el desarrollo de la presente investigación es el año 2025.

3.3. Variables

3.3.1. Variable independiente

Mejoramiento de la seguridad vial

3.3.2. Variable dependiente

Reducir accidentes de tránsito

3.4. Población y muestra

- **Población**

La población es la carretera del distrito de Ancón. Según Valderrama (2013), “Una población es un grupo que cumple una determinada especificación” (p.176).

- **Muestra**

La muestra para la recolección de datos corresponde a la intersección de la carretera Panamericana Norte, km 39, con la avenida Los Arquitectos en el distrito de Ancón. Según

Hernández y otros (2014), la muestra se define como un subconjunto del conjunto de interés, del cual se recopilan los datos, y debe ser seleccionada con precisión de antemano (p. 166).

3.5. Instrumentos

Las herramientas fundamentales para el desarrollo de la tesis incluyeron la lista de chequeo de inspección de seguridad vial del Manual de Seguridad Vial del MTC y el software VISSIM, que es un programa de micro simulación del tráfico vehicular. Según Hernández y otros (2014), las herramientas utilizadas son los recursos que el investigador emplea para registrar la información (p. 176).

3.6. Procedimientos

Es fundamental identificar el lugar de interés, en este caso, la intersección de la carretera Panamericana Norte KM 39 con la avenida Los Arquitectos en Ancón. Luego, se debe definir la muestra según las características de la vía y las recomendaciones del MTC, para asegurar que se sigan los procedimientos de muestreo, métodos y protocolos establecidos. Se utilizará la técnica de observación para identificar los puntos negros responsables de los accidentes viales en dicha intersección, siguiendo los siguientes pasos:

- Acudir a la comisaria del sector para solicitar la data de accidentes de tránsito suscitados en la zona de estudio.
- Inspección de seguridad vial en la intersección empleando la lista de chequeo.
- realizar la grabación de tráfico vehicular en la intersección en horas de máxima demanda durante una hora y media.
- Realizar el aforo vehicular tomando en cuenta los posibles movimientos en la intersección por los usuarios.

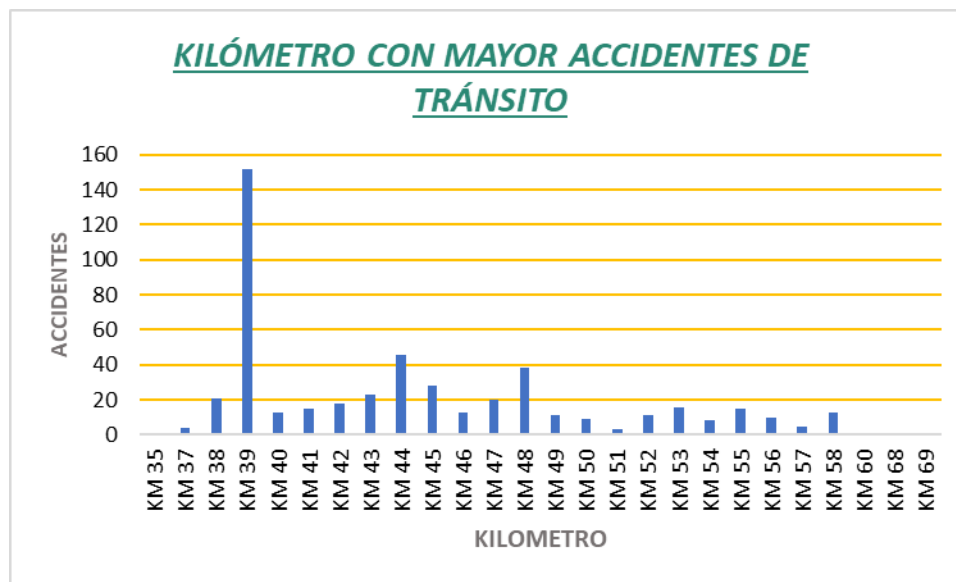
Se realizó una comparación gracias a la información recopilada y proporcionada por la Policía Nacional del Perú (PNP) de la comisaría de Ancón (Dirección de Tránsito), con el cual se ha realizado un cuadro comparativo con la mayor y la menor incidencia de accidentes ocurridos en la Panamericana Norte dentro del distrito de Ancón en el período del 2020 al 2024.

3.6.1. Tramos con mayor tasa de accidentes en la Panamericana Norte dentro del distrito de Ancón.

Se realizó una comparación utilizando la información proporcionada por la PNP de la comisaría de Ancón (Dirección de Tránsito). Con estos datos, se elaboró un cuadro comparativo que presenta las incidencias más altas y bajas de accidentes ocurridos en la Panamericana Norte, dentro del distrito de Ancón, durante el período de 2020 a 2024.

Figura 15

Cuadro comparativo de kilómetros de mayores accidentes de tránsito.



Nota. Elaboración propia (2025).

Como se puede apreciar el kilómetro 39 (intersección de la panamericana norte y av. Los Arquitectos) es el que cuenta con mayor incidencia de accidentes ocurridos en la Panamericana

Norte dentro del distrito de Ancón. Esto quiere decir, que existen características en ese tramo que deben de ser corregidas para su mejora.

3.6.2. Accidentes de tránsito en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos

Para la recopilación de los accidentes ocurridos en la Panamericana Norte dentro del distrito de Ancón durante el período de 2020 a 2024, la Policía Nacional del Perú (PNP, 2024), a través de la comisaría de Ancón y la Dirección de Transportes, proporcionó información relevante sobre los accidentes más frecuentes en el kilómetro 39. Esta información se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 6

Accidentes de tránsito en la intersección de la Panamericana norte y la av. Los Arquitectos

2020 – 2024

ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA INTERSECCIÓN	
PROGRESIVA	CANTIDAD
38+400	1
38+500	3
38+600	1
38+700	4
38+750	2
38+800	8
38+825	17
38+890	31
38+900	58
39+000	11
TOTAL	136

Nota. Elaboración propia

Como se puede observar en la información proporcionada, se registra un alto índice de accidentes de tránsito, lo que permite identificar esta área como un "Punto Negro". Las mayores incidencias de accidentes ocurren entre las progresivas 38+890 y 39+900, ubicándose en el cruce de la vía auxiliar de la Panamericana Norte hacia la avenida Los Arquitectos.

3.6.3. Tipos de vehículos involucrados en los accidentes de tránsito

En cuanto a los tipos de vehículos involucrados, se identificaron 7 categorías, las cuales se presentan en orden de mayor a menor frecuencia.

- ✓ Moto lineal
- ✓ Mototaxi
- ✓ Auto
- ✓ Station wagon
- ✓ Camioneta
- ✓ Micro
- ✓ Camión
- ✓ Ómnibus
- ✓ Semitráiler

3.6.4. Proceso para identificar los puntos negros

La propuesta para la identificación de puntos negros, según la metodología del manual de seguridad vial, se adapta a las características específicas del Perú y se basa en el modelo español.

A continuación, se presentan las siguientes características:

- ✓ Segmentación de la red: No aplica.
- ✓ Aplicación de ventana deslizante: 500 metros = 0.5 km.
- ✓ Referencia a nivel normal de seguridad: Los valores de las variables P y N para

autovías, autopistas y carreteras desdobladas, con un valor de IMD de 30,500, se obtienen de la siguiente manera:

Tabla 7

Valores de las variables P y N para autovías, autopistas y carreteras desdobladas con el valor de IMD.

IMD	URBANO		INTERURBANO	
	P	N	P	N
0 - 10.000	200	10	100	10
10.000 - 40.000	100	20	80	15
> 40.000	50	30	50	20

Nota. Elaboración propia

✓ Constante dependiendo el tipo de tramo, con los índices de peligrosidad de tramos con características similares $P = 80$.

✓ Constante dependiendo del tipo de tramo, con el número de accidentes con características similares $N = 15$.

✓ Registros o número de accidentes esperados: No requiere.

✓ Consideración de la lesividad: No requiere.

✓ Período: 2 años.

Se tienen que cumplir los 4 criterios de identificación de puntos negros para señalar a un punto en la vía como tal:

✓ Criterio I

$$IP_{AA} \geq P/2 \text{ y } IP_{UA} \geq P/2$$

✓ Criterio II

$$IPM_2 \geq 2P/3$$

✓ Criterio III

$$SACV_{AA} \geq N/5 \text{ y } SACV_{UA} \geq N/5$$

✓ Criterio IV

$$SACV_2 \geq N/2$$

Siendo:

IP_{AA} : índice de peligrosidad en el año anterior y IP_{UA} el índice de peligrosidad en el último año.

IPM_2 : índice de peligrosidad medio en los últimos 2 años.

$SACV_{AA}$: suma de accidentes con víctimas en el año anterior y $SACV_{UA}$ la suma de accidentes con víctimas en el último año.

$SACV_2$: la suma de accidentes con víctimas en los dos últimos años.

3.6.5. Lista de chequeo e inspección de seguridad vial del MTC (ANEXO A3 – MSV 2017).

En la presente investigación se desarrolla la inspección de la seguridad vial con uso de las listas de chequeo las cuales se ubican en el ANEXO D, conteniendo la inspección de los siguientes componentes:

- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para señalización vertical.
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para señalización horizontales
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para semáforos.
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para iluminación.
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para pavimentos.
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para bermas.
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para visibilidad y velocidad.
- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para intersecciones.

- ✓ Lista de chequeo, inspección de seguridad vial para usuarios vulnerables.

3.6.6. Señalizaciones existentes en toda la zona de la intersección.

A. Señalización Reglamentaria. Con la visita al campo pudimos observar la señalización de R-2 “ceda el paso” en la salida de la av. Los Arquitectos e ingreso a Panamericana sobre un poste de acero de 2.90 metros, señal R-8, “no voltear a la derecha” instalada sobre un postes metálico de altura de 3.00 metros a nivel de la superficie ubicados a lado derecho de la vía Panamericana que prohíbe el ingreso a la vía auxiliar y la señal R-30 “velocidad máxima de 40 km/h”, el cual se encuentra instalada sobre un poste de acero con una altura de 3.00 metros ubicados al ingreso a la intersección , tal como se muestran en las figuras 16, 17 y 18.

Figura 16

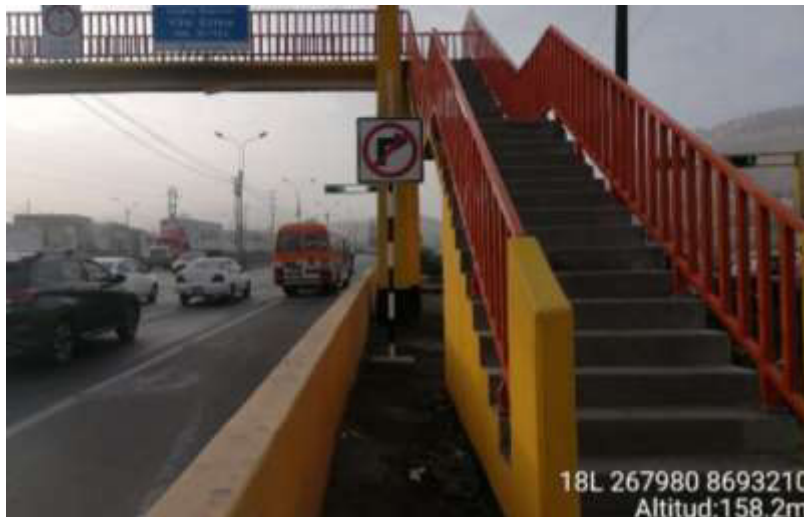
Señal R-2 “Ceda el paso” en la av. Los Arquitectos en el ingreso a la carretera Panamericana.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 17

Señal R-8, “No voltear a la derecha” en la vía Panamericana.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 18

Señal R-30 “Velocidad máxima de 40 km/h” en ingreso y dentro de la intersección.



Nota. Elaboración propia, (2025).

B. Señales preventivas. Durante la inspección en campo recopilamos algunas señales preventivas que se mostraran a continuación en la figura 19 la señal P-2A está a una distancia aproximada de 15 m del ingreso a la av. Los Arquitectos sobre un poste de acero de 3.00 metros de altura, en la figura 20 se muestra la señal P-20 que se ubica al lado del semáforo entre vía Panamericana y la vía auxiliar soportado por un poste de acero de 3.00 metros de altura, en la figura 21 la señal P-48 instalado sobre un poste de acero con una altura de 3 m. sobre la superficie a una distancia de 30 metros a la intersección, en la figura 22 se muestra la señal P-55 instalado sobre un poste de acero con una altura de 3 m. sobre la superficie a una distancia aproximada de 100 metros a la intersección y finalmente en la figura 23 se muestra la señal P-19 instalado sobre un poste de acero con una altura de 3 m. sobre la superficie a una distancia aproximada de 30 metros a la intersección para el ingreso a la Panamericana en sentido norte a sur.

Figura 19

Señal P-2A “Curva suave a la izquierda” para el ingreso a la av. Los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 20

Señal P-20 "Reducción de la calzada a la derecha" para el ingreso a la vía Panamericana.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 21

Señal P-48 "Cruce de peatones" a una distancia de 30 m. a la intersección.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 22

Señal P-55 “Proximidad de un semáforo” a una distancia de 100 m. a la intersección.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 23

Señal P-19 “Reducción de la calzada a la izquierda” para el ingreso a la vía Panamericana.



Nota. Elaboración propia, (2025).

C. Señales informativas. Una de las señales informativas recopiladas se muestra en la figura 24 con la señal I-5 a una distancia aproximada de 20 metros del ingreso a la av. Los Arquitectos sobre un arco de acero con una altura de 2.90 metros sobre la superficie y también se

muestra en la figura 25 con la señal I-5A a una distancia aproximada de 300 metros de la intersección sobre un arco de acero con una altura de 3.50 metros sobre la superficie.

Figura 24

Señal I-5 “Dirección de destino” ubicado a 20 m para el ingreso a la av. los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Figura 25

Señal I-5A “Dirección de la salida” a una distancia de 300 metros de la intersección.



Nota. Elaboración propia, (2025).

3.6.7. *Puntos críticos en la intersección que podrían ocasionar accidentes de tránsito.*

En la inspección de campo se visualizó varios puntos críticos en la intersección, uno de ellos se muestra en la figura 26 donde las tachas viales se encuentran destruidas, pudiendo ocasionar un accidente de tránsito durante la noche ya que estos elementos tienen la función de guiar al conductor para mantener al vehículo dentro del carril.

Figura 26

Tachas viales que delimitan los carriles se encuentran destruidas.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Otro de los puntos críticos se muestra en la figura 27, cerca de la intersección encontramos una discontinuidad de la berma y un desnivel muy pronunciada, lo cual podría ocasionar accidentes de tránsito.

Figura 27

Discontinuidad de la berma y un desnivel muy pronunciada.



Nota. Elaboración propia, (2025).

En la figura 28 se muestra la poca o nula visibilidad de la señal horizontal “cruce de restricción de bloqueo” dentro de la intersección, así como también el cruceo peatonal, los cuales no reciben el mantenimiento periódico.

Figura 28

Falta de mantenimiento de las señales horizontales.



Nota. Elaboración propia, (2025).

En la figura 29 se muestra la interferencia de avisos publicitarios que restringen la visibilidad de las señales preventivas.

Figura 29

Interferencia de avisos publicitarios.



Nota. Elaboración propia, (2025).

En la figura 30 se muestra la alta densidad de postes de cableado eléctrico que interfieren en la visibilidad de las señales verticales por los conductores.

Figura 30

Alta densidad de postes de cableado eléctrico.



Nota. Elaboración propia, (2025).

En la figura 31 se muestra el deterioro de la capa asfáltica que tiene una falla de agrietamiento por deslizamiento y agrietamiento longitudinal, el cual puede ocasionar accidentes de tránsito.

Figura 31

Deterioro de la capa asfáltica.



Nota. Elaboración propia, (2025).

3.6.8. Proceso para la micro simulación en el software VISSIM

A. Recolección de datos. La obtención de datos de campo se realizó el 15 de julio, empleando la técnica de registro audiovisual continuo. Para ello, se instaló una cámara en el puente peatonal existente donde se pudo cubrir la totalidad del área de estudio, garantizando la visibilidad de los accesos y movimientos vehiculares requeridos. El registro se efectuó durante un periodo representativo de operación, permitiendo identificar patrones de circulación, velocidades de operación, tipos de vehículos y comportamiento frente a la señalización vial.

El material videográfico sirvió como insumo para cuantificar volúmenes de tránsito, identificar y clasificar vehículos en categorías (livianos, pesados, buses, motocicletas, etc.) y determinar la distribución horaria de la demanda. Esta información inicial constituyó la base para las etapas posteriores de análisis, modelado y simulación. Los datos fueron procesados y pasado a los formatos de campo donde se registraron los volúmenes vehiculares por giros en franjas horarias de cada 15 minutos.

Figura 32

Flujograma general de la intersección.



Nota. Elaboración propia

B. Identificación de flujos y composición vehicular. Una vez recopilados los datos, se procedió a su procesamiento mediante la revisión detallada de las grabaciones.

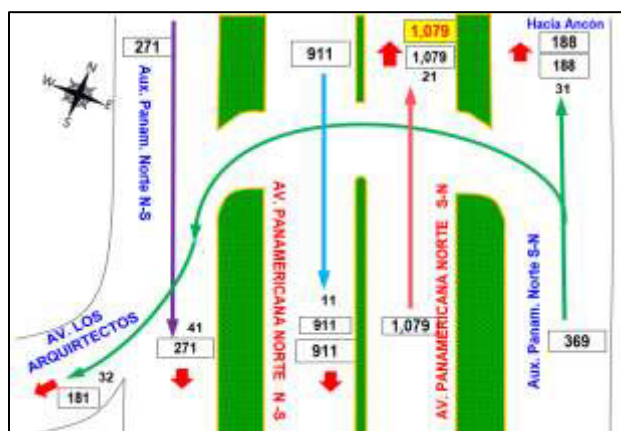
Se elaboró un flujograma de movimientos vehiculares, en el cual se representaron las trayectorias observadas en la intersección o tramo vial analizado, diferenciando los giros a la izquierda, derecha y los movimientos rectos. Cada flujo se acompañó de los volúmenes vehiculares registrados durante el periodo de observación.

A partir de esta información, se determinó la hora punta del tramo/intersección, entendida como el intervalo de 60 minutos con el mayor volumen de tránsito registrado. Este cálculo se realizó mediante la agregación de flujos por sentido y clasificación vehicular, permitiendo identificar no solo el nivel de congestión máximo, sino también la composición vehicular predominante durante ese periodo.

De los datos procesados se obtuvo la hora punta la cual se definió en el Horario de 07:30 a 08:30 horas, quedando de la siguiente manera.

Figura 33

Flujograma y composición vehicular del punto P1.



Nota. Intersección del segundo semáforo de sur a norte. Fuente: Propia

Tabla 8

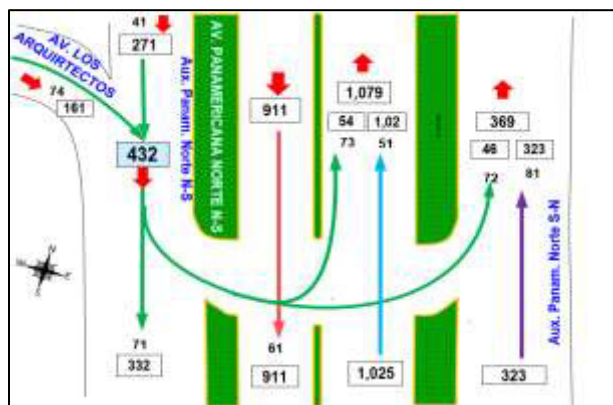
Aforo vehicular del segundo semáforo en dirección S-N con sus respectivos movimientos.

COMPOSICIÓN VEHICULAR							
TIPO DE VEHÍCULO	Av. Panamericana Norte		Aux. Panamericana Norte		Total	%	
	Norte-Sur	Sur-Norte	Sur-Norte	Norte-Sur			
	11	21	31	32			41
Bicicleta	0	0	0	0	0	0.0%	
Auto	285	382	41	61	94	863	32.8%
Camioneta	245	330	20	14	33	642	24.4%
Camión	91	125	4	13	5	238	9.0%
Ómnibus	62	26	15	5	34	142	5.4%
Microbús	20	8	64	10	48	150	5.7%
Moto lineal	40	53	6	19	4	122	4.6%
Mototaxi	5	6	29	40	21	101	3.8%
Camioneta Rural	76	92	9	19	31	227	8.6%
Articulado	87	57	0	0	1	145	5.5%
Total	911	1,079	188	181	271	2,630	100.0%
UCP	1,489	1,546	281	209	400	3,925	

Nota. Elaboración propia

Figura 34

Flujograma y composición vehicular del punto P2.



Nota. Intersección del primer semáforo de sur a norte. Fuente: Propia

Tabla 9

Aforo vehicular del primer semáforo en dirección S-N con sus respectivos movimientos.

TIPO DE VEHÍCULO	COMPOSICIÓN VEHICULAR								Total	%
	Av. P. Norte		Aux. P. Norte				Total	%		
	N-S	S-N	Sur-Norte		Norte-Sur					
51	61	71	72	73	74	81				
Bicicleta	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%	
Auto	362	285	118	7	20	51	95	938	32.9%	
Camioneta	307	245	39	7	23	36	27	684	24.0%	
Camión	123	91	9	1	2	7	16	249	8.7%	
Ómnibus	26	62	39	0	0	5	20	152	5.3%	
Microbús	7	20	57	0	1	10	74	169	5.9%	
Moto lineal	51	40	20	0	2	18	54	156	5.5%	
Mototaxi	5	5	12	29	1	21	40	113	4.0%	
Camioneta Rural	87	76	37	2	5	13	26	246	8.6%	
Articulado	57	87	1	0	0	0	0	145	5.1%	
Total	1,025	911	332	46	54	161	323	2,852	100.0%	
UCP	1,487	1,489	481	41	59	181	449	4,187		

Nota. Elaboración propia

C. Velocidad de tránsito vehicular en la vía principal. Para la recolección del tiempo de desplazamiento y el cálculo de la velocidad para cada tipo de vehículo, se ha tomado en cuenta la distancia entre los dos semáforos de una longitud de 170 m. según como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10

Aforo de tiempos (segundos) y cálculo de velocidad promedio entre ambos semáforos por cada tipo de vehículos.

Ítem	Moto lineal	Auto	Camioneta	Camioneta Rural	Microbús	Ómnibus	Camión	Articulado
1	11	8	9	9	10	10	14	17
2	9	7	10	8	9	9	12	18
3	12	9	7	13	8	9	13	11
4	10	7	8	10	11	10	11	14
5	12	10	10	10	12	8	10	9
6	12	11	9	9	8	10	10	9
7	15	9	8	9	11	10	15	11
8	13	8	8	8	11	9	13	11
9	11	7	11	9	9	8	11	15
10	10	7	10	11	10	9	12	17
11	8	8	8	10	8	9	13	14
12	12	9	9	9	10	11	15	10
13	11	10	8	8	8	9	10	12
14	11	9	11	10	12	12	11	16
15	14	8	11	8	10	10	11	13
16	9	11	8	8	11	10	12	14
17	12	8	10	12	8	9	14	11
18	9	7	8	11	11	8	12	9
19	10	11	9	9	11	11	10	10
20	11	9	9	11	12	9	13	12
Promedio	11.10	8.65	9.05	9.60	10.00	9.50	12.10	12.65

Desv. Estándar	1.74	1.39	1.19	1.43	1.45	1.05	1.62	2.85
Velocidad (m/s)	15.32	19.65	18.78	17.71	17.00	17.89	14.05	13.44
V. (km/h)	55.14	70.75	67.62	63.75	61.20	64.42	50.58	48.38

Nota. Elaboración propia

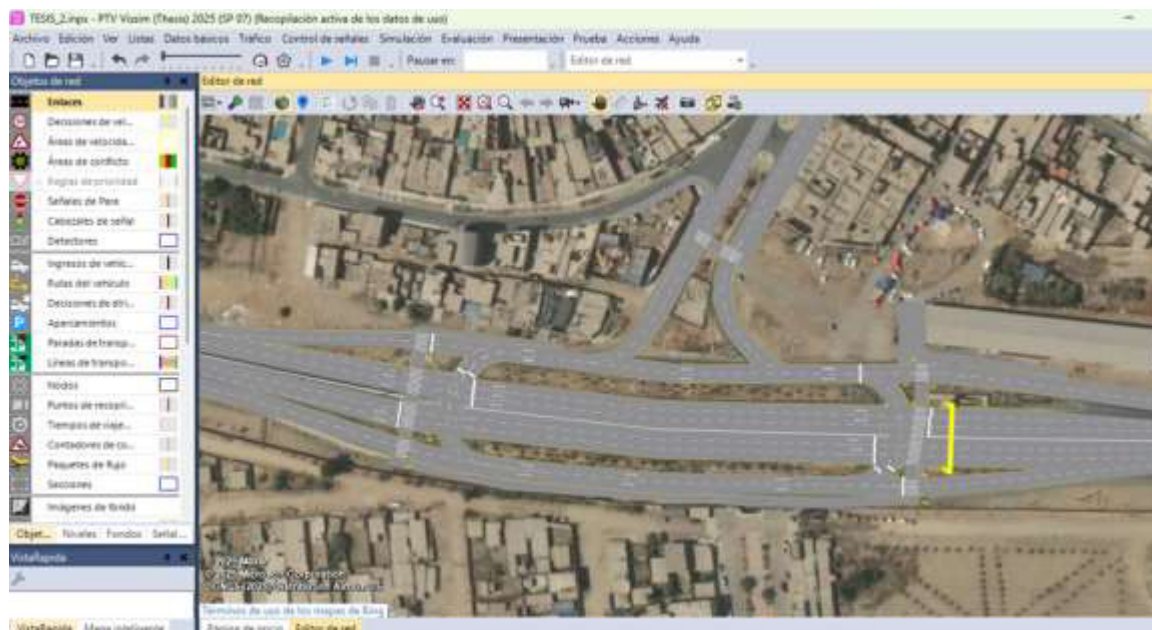
3.6.9. Ingreso de datos al Software PTV VISSIM

Para la simulación, se creó una red digital en el software PTV VISSIM, replicando fielmente la geometría de la infraestructura analizada. La modelación consideró:

A. Definición geométrica. Trazado de enlaces, carriles y conectores, así como la ubicación exacta de intersecciones, accesos y elementos de control (semáforos, señales, etc.).

Figura 35

Trazado de enlaces, carriles y conectores.

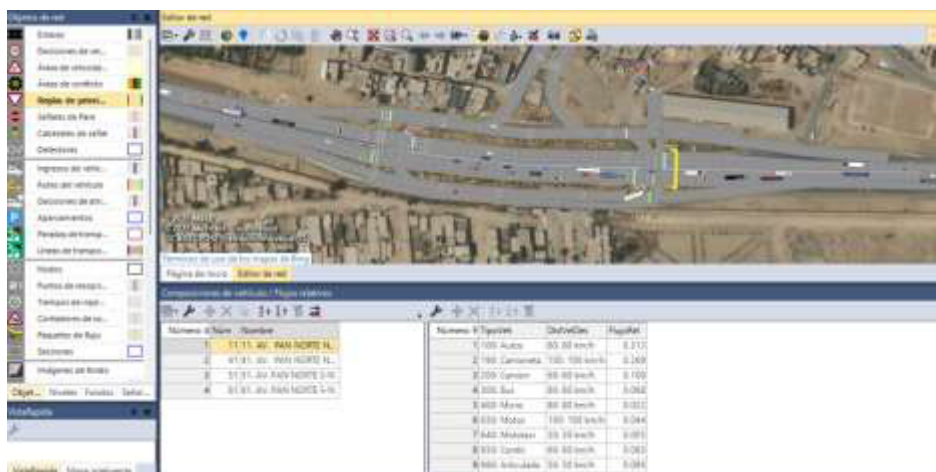


Nota. Elaboración propia

B. Parámetros de tráfico. Incorporación de volúmenes y composiciones vehiculares observadas en campo, diferenciando porcentajes de autos, buses, camiones y motocicletas.

Figura 36

Inserción de elemento y dispositivos de control de tránsito, volumen y composición vehicular.



Nota. Elaboración propia

C. Perfiles de conducción. Asignación de comportamientos estándar y agresivos a los diferentes tipos de vehículo, considerando las observaciones realizadas en la recolección de datos.

Figura 37

Asignación de comportamientos estándar y agresivos a los diferentes tipos de vehículo.

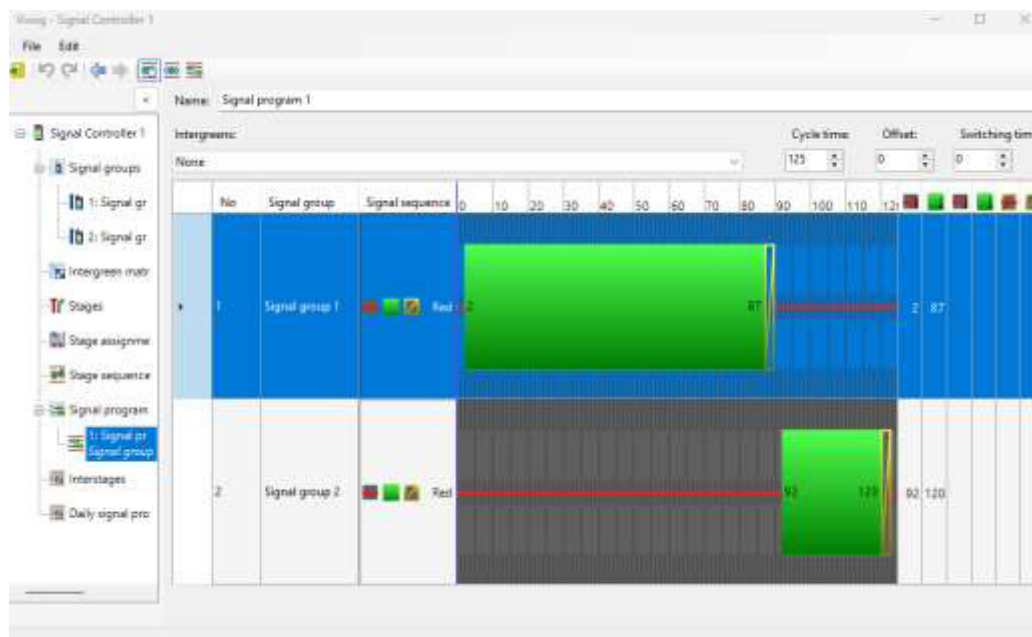


Nota. Elaboración propia

D. Programación de tiempos semafóricos y prioridades. Configuración de ciclos, fases y tiempos observados, así como reglas de prioridad de paso.

Figura 38

Configuración de ciclo semafórico y asignar las reglas de prioridad.



Nota. Elaboración propia

Finalmente, se ejecutó una calibración preliminar, comparando los resultados iniciales de la simulación (velocidades medias, longitudes de cola) con los datos reales, a fin de ajustar parámetros hasta lograr una representación fiel de la realidad.

3.7. Análisis de datos

Los resultados obtenidos de las observaciones se registrarán en plantillas impresas diseñadas por el autor, con el propósito de identificar y cuantificar los puntos negros que podrían generar conflictos y dar lugar a accidentes viales. Estos resultados se presentarán a través de gráficas y líneas de tendencia, lo que mejorará la visualización y el análisis de los datos, permitiendo realizar los ajustes y correcciones necesarios para las simulaciones.

3.8. Consideración ética

Todas las imágenes utilizadas en esta investigación contarán con la autorización y el consentimiento de las personas involucradas. Asimismo, las imágenes y videos presentados durante la sustentación también tendrán la autorización correspondiente. Se garantizará el respeto a los derechos de autor de investigaciones previas, y se empleará el formato de Normas APA, séptima edición, en todo el trabajo.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la data de accidentes de tránsito

Con respecto al procesamiento y análisis de datos, hemos realizado el filtrado de datos y elaboración de tablas estadísticas con respecto a la información brindada por la PNP - 2024 (comisaría de Ancón – Dirección de tránsito).

4.1.1. Cantidad de accidentes ocurridos según el tipo de vehículo

Con los datos proporcionados por la PNP (Comisaría de Ancón – Dirección de Tránsito), se realizó un análisis estadístico para determinar qué tipos de vehículos están involucrados en una mayor cantidad de accidentes en la intersección de la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos. A continuación, se presenta la figura 39.

Figura 39

Tipos de vehículos involucrados en los accidentes de tránsito en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Se observa que los autos, Camionetas y ómnibus son los vehículos con mayor índice de accidentes ocurridos en toda la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.

Figura 40

Porcentaje según tipo de vehículos ocurridos en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos desde el año 2020 al 2024.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Como se observa en la imagen, la mayor cantidad de accidentes involucraron a los usuarios que se transportaban en auto, con un porcentaje del 26.45%. A continuación, se encuentran los ómnibus y Camionetas, con un 19.42% y 18.59%, respectivamente.

4.1.2. Modalidad de accidentes de tránsito

Con los datos proporcionados por la PNP (Comisaría de Ancón – Dirección de Tránsito), se realizó un análisis estadístico de los tipos de accidentes ocurridos en la intersección de la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos. A continuación, se presenta la Figura 41.

Figura 41

Tipo de accidentes más concurrentes en la zona de la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Se observa que los choques son los accidentes más concurrentes en toda la zona de intersección de la Panamericana Norte con la avenida Los Arquitectos dentro del distrito de Ancón.

Además, se realizó un análisis del porcentaje de tipo de accidentes más frecuentes, como se muestra en la Figura 42.

Figura 42

Porcentaje de tipo de accidentes más concurrentes en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

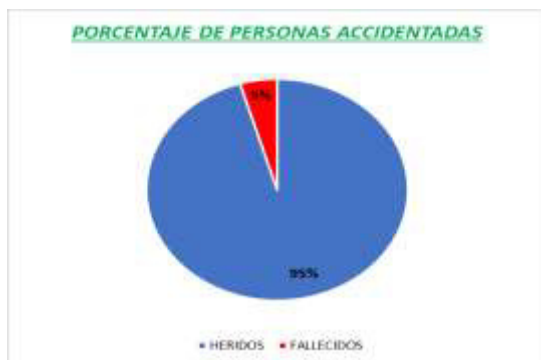
Se observa, que el choque con un 71% es el tipo de accidente con mayor predominio en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos dejando en segundo lugar a los atropellos con un 13%. Esto se debe, a que los vehículos más concurrentes de los accidentes como primer lugar son autos, seguidamente de las Camionetas y ómnibus, que tienen algo en común, son vehículos que se trasladan a gran velocidad, esto puede ocasionar este tipo de accidente (choque).

4.1.3. Porcentaje de víctimas de los accidentes de tránsito

Como resultado de los accidentes de tránsito, se obtuvo la cantidad de muertos y heridos durante el período de 2020 a 2024, como se muestra en la figura 43.

Figura 43

Estadística de resultados de la cantidad de heridos y muertos ocasionados por los accidentes en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Durante el periodo 2020 a 2024 se registraron el 5% como muerto y un 95% como heridos a raíz de los accidentes ocurridos en la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.

4.1.4. Porcentaje de accidentes de tránsito según progresiva

Para complementar la información, definimos sobre que progresivas se concentran la mayor cantidad de accidentes dentro de la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos. Gracias a los datos proporcionados por la Policía Nacional del Perú, se pudo realizar la figura 44.

Figura 44

Ubicación de los accidentes en las progresivas la intersección de la Panamericana Norte y la av. Los Arquitectos.



Nota. Elaboración propia, (2025).

Para esta investigación se ha definido un tramo de 500 metros desde la progresiva 38+500 hasta 39+000, según el gráfico la progresiva con mayor porcentaje de accidentes es la progresiva 38+900 y 38+890 con un 42.65% y 22.79% respectivamente, estas progresivas son las que se encuentran en el cruce de la auxiliar de la panamericana hacia a la avenida Los Arquitectos, en tercer lugar se encuentra la progresiva 38+825 con un porcentaje de un 12.50%, que se encuentra pasando la intersección y al ingreso a la carretera Panamericana Norte desde el auxiliar. Esto hace referencia a que existe una causa o problema para que se concentre la mayor cantidad de accidentes de tránsito.

4.2. Resultados de la Inspección de seguridad vial

A continuación, se presentará el desarrollo y análisis de la inspección de seguridad vial, usando las listas de chequeos recomendado por el MSV – 2017 que se encuentran en el ANEXO D.

Se inició con la inspección de la “Señalización vertical” donde se observó deficiencias en la ubicación y visibilidad de las señales, una de estas situaciones se presenta con la interferencia de avisos publicitarios, así como también la poca distancia que existe entre dos señales preventivas y la alta densidad de poste de concreto que disminuyen la visibilidad de las señales, respecto a las dimensiones de las señales cumplen lo especificado por el manual de dispositivos de control de tránsito.

Continuando con el chequeo de la “Señalización horizontal”, es en esta lista donde se ha identificado muchas deficiencias, primeramente la señal central de la intersección “cruce de restricción de bloqueo” no se encuentra visible, los demarcadores longitudinales central, borde y pista de la vía se encuentran deteriorados y con poca visibilidad durante la noche, existiendo tramos donde no hay presencia de delineadores como el radio de curvatura de ingreso y salida desde la vía auxiliar para cruzar la carretera Panamericana Norte, de igual manera los cruces peatonales “paso cebra” se encuentran con poca visibilidad, las tachas que delinean las vías se encuentran dañadas y desprendidos. Esto quiere decir que no se realiza el mantenimiento oportuno de las señales horizontales.

En la “Inspección de seguridad vial para semáforos” se ha observado que el tiempo asignado para el cruce peatonal es muy corto ya que los peatones no logran cruzar o tienen que acelerar el paso para lograrlo, esta actitud podría hacer que los peatones tomen una mala decisión en las direcciones de su desplazamiento y estar propensos a sufrir un atropello, otra de las

observaciones es la carencia del tiempo remanente o restante para el peatón que podría tomar la decisión de cruzar o no.

En la “Inspección de seguridad vial para iluminación” hemos verificado que la zona de la intersección se cuenta con poca iluminación, ya que existen luminarias apagadas por falta de mantenimiento.

Del mismo modo, en el desarrollo de la “Inspección de seguridad vial para pavimentos” se verificó que existen fallas por agrietamiento que han generado el desprendimiento de capa asfáltica, ondulaciones en ciertos tramos generando vibraciones que afectan el control del volante, superficie de la capa de asfalto tiene una textura lisa que podría aumentar la distancia de frenado, más aún cuando la superficie se encuentre mojada y finalmente se ha encontrado ahuellantamiento en el pavimento el cual podría generar accidentes de tránsito.

Una de las desventajas de la intersección es su perfil longitudinal, ya que se encuentra en un tramo de pendiente descendiente en dirección de sur a norte el cual dificulta el frenado de los vehículos que se aproximan a la intersección.

Con respecto a la “Inspección de seguridad de Bermas” se ha verificado que el ancho de berma no es uniforme y no es lo suficiente ancho para un vehículo mayor que podría detenerse por emergencia o avería, cerca al ingreso hacia a la intersección existe un tramo de berma que no se encuentra asfaltado con un desnivel muy pronunciado entre el carril y el terreno natural que podría ocasionar algún accidente de tránsito.

En la “Inspección de seguridad vial para visibilidad y velocidad” se ha observado que existen avisos publicitarios, postes que soportan el cableado de energía eléctrica y árboles, que interfieren y reducen la visibilidad, respecto a la velocidad señalizada es adecuado al tipo de vía, a su diseño y a la distancia de visibilidad, pero se ha verificado que no es adecuada a la velocidad

de operación, ya que los conductores en muchas ocasiones no respetan el límite de velocidad señalizada.

En la “Inspección de seguridad vial para intersecciones” se verificó que las demarcaciones en el pavimento que regulan la intersección se encuentran dañadas, esto se debe a la carencia de mantenimiento periódico y oportuno, también se ha observado que la señal informativa de la dirección de ruta no está ubicada de forma oportuna y antelación.

Finalmente, la “Inspección de seguridad vial para usuarios vulnerables” una de las observaciones más resaltantes es la zona del flujo peatonal que no se encuentra bien definida, esto se debe a la carencia de mantenimiento de las señales horizontales, se observa también que los refugios a la mitad del cruce son muy angosto, el paradero de buses que se ubica en la dirección sur a norte no está bien establecido ni segura ya que entre la vereda y la calzada existe una zona sin asfaltar con deformaciones en el terreno natural que podría ocasionar caídas de pasajeros, finalmente se observa la ubicación del ingreso al puente peatonal donde en el lado norte a sur se encuentra canalizada de forma inadecuada hacia el paradero.

4.3. Resultados del software PTV VISSIM del entorno y comportamiento del usuario

La simulación generó secuencias visuales en formato video y fotogramas, a partir de las cuales fue posible identificar comportamientos de riesgo, tales como:

- A. Cruces de intersecciones a velocidades superiores a las permitidas lo cual provoca Choques en las intersecciones.**

Figura 45

Accidente de tránsito en la intersección por exceso de velocidad.

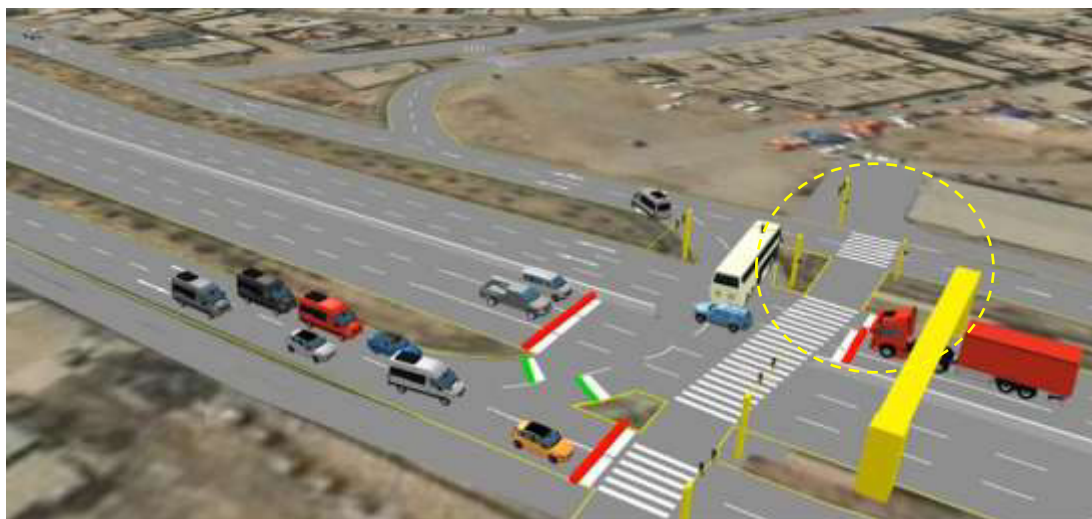


Nota. Elaboración propia

En la figura 45 se aprecia una zona de conflicto debido a que el conductor del auto en giro hacia la izquierda se pasó la luz roja, generando un choque con el camión quien viene en línea recta.

Figura 46

Accidente de tránsito en la intersección por cruzar semáforo en rojo.



Nota. Elaboración propia

B. Incumplimiento de la señal de alto o del semáforo en rojo.

Figura 47

Maniobra peligrosa al cruzar semáforo en rojo.



Nota. Elaboración propia

Se aprecia a un vehículo tipo Camioneta pickup, no respetar el semáforo, con lo cual pudo generar un choque o atropellamiento a los peatones quienes tiene el derecho de pase en sentido contrario. Ello puede ser motivado por el exceso de velocidad y confianza en sobrepasar el ámbar.

C. Maniobras bruscas de cambio de carril en proximidad a la intersección.

Figura 48

Invasión de carril por imprudencia del conductor.



Nota. Elaboración propia

Estos comportamientos se registraron en puntos específicos de la red, coincidiendo con las zonas previamente catalogadas como puntos negros en la evaluación de seguridad vial desarrollada según el Manual de Seguridad Vial del MTC.

La comparación entre las imágenes reales y las obtenidas en la simulación permitió validar que el modelo reproduce adecuadamente los comportamientos conflictivos observados en campo, ofreciendo así una herramienta confiable para el análisis y posterior planteamiento de medidas correctivas.

4.4. Resultados del software PTV VISSIM en el nodo de la situación actual

Tabla 11

Resultados de nodos generados por el software PTV VISSIM de la situación actual.

Movimiento	Long. Cola Máxima (m)	LOS
2	76.03	LOS_A
5	16.02	LOS_F
7	16.02	LOS_E
12	27.89	LOS_D
14	27.89	LOS_A
15	27.89	LOS_F
16	89.85	LOS_B
17	89.85	LOS_B

Nota. Elaboración propia

Del análisis de los resultados de nodos generados por PTV VISSIM, se identificaron los movimientos con mayores problemas operativos en la intersección, considerando como criterios un nivel de servicio (LOS) de categoría E o F y/o una longitud máxima de cola superior a 50 metros. Estos parámetros se asocian a condiciones de congestión severa y disminución significativa en la capacidad de la vía.

En primer lugar, el movimiento 2 mostró una longitud máxima de cola de 76,03 m, a pesar de mantener un LOS A. Este resultado indica que, aunque el flujo promedio sea fluido, en determinados momentos se generan acumulaciones significativas que pueden afectar la operación y la seguridad vial si no se gestionan adecuadamente.

Así mismo, los movimientos 16 y 17 presentan las colas máximas más extensas (89,85 m) y un volumen vehicular elevado, con un consumo de combustible y emisiones de CO proporcionalmente más altos en el periodo analizado. Estos indicadores sugieren un alto impacto ambiental y operativos que, aunque no siempre se reflejan en un LOS bajo, requieren atención por su incidencia en la eficiencia y sostenibilidad del sistema.

En conjunto, estos resultados permiten priorizar intervenciones en los accesos y movimientos identificados, justificando la implementación de medidas correctivas basadas en el Manual de Seguridad Vial del MTC, así como en estrategias de gestión de tráfico orientadas a reducir colas, retrasos y emisiones contaminantes.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se evaluarán los resultados obtenidos en la identificación de puntos negros en la intersección entre la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos, según el manual de seguridad vial del MTC. Se determinará cómo los puntos negros o neurálgicos contribuyen a la mayoría de los accidentes, así como también se identificarán las mejoras en la infraestructura vial que tienen un impacto efectivo en la reducción de los accidentes de tránsito en dicha intersección. Finalmente, se definirá el proceso para realizar la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial de la intersección.

5.1. Resultados del objetivo general

5.1.1. Proponer el mejoramiento de la seguridad vial aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC para reducir el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima.

El proyecto de investigación se divide en dos etapas. En primer lugar, se aplica la metodología del manual de seguridad vial del MTC para identificar los puntos negros y proponer soluciones que mejoren la seguridad vial en la intersección. Para ello, se han seguido las recomendaciones del MSV-2017, las cuales se detallan en los objetivos específicos. Se comprobó que la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos es un punto negro, además de identificar la causa de los accidentes mediante las listas de chequeo de inspección de seguridad vial del MSV-2017. Finalmente, se propusieron mejoras en la infraestructura vial de la intersección.

La segunda etapa comprende el modelamiento y micro simulación de la propuesta de mejora en el software VISSIM, donde se pudo demostrar que el uso de los dispositivos reductores

de velocidad reduce en gran medida los accidentes de tránsito y la reconfiguración del ciclo semafórico que optimiza el nivel de servicio.

5.2. Resultados de los objetivos específicos

5.2.1. Aplicar la metodología del manual de seguridad vial del MTC para la identificación de los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.

Los resultados obtenidos con el procesamiento de los datos correspondientes a los años 2023 y 2024 validan que la intersección entre la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos es un punto negro, conforme a la metodología del manual de seguridad vial del MTC. Se ha cumplido con los 4 criterios de validación establecidos. A continuación, se presentan las Tablas 12, 13, 14 y 15, que muestran los resultados de cumplimiento de dichos criterios.

Tabla 12

Criterio I para la validación de puntos negros según MTC.

CRITERIO I					
IP _{AA} ≥ P/2 y IP _{UA} ≥ P/2					
AÑO	IMDA	ACV	IP	P/2	CONDICION
2023	31,614.00	11	190.66	40	SI CUMPLE
2024	32,222.00	16	272.09	40	SI CUMPLE

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 12, tanto para el año 2023 como para el 2024, se calculó el índice de peligrosidad utilizando datos como el índice medio diario anual, la longitud de la ventana deslizante, el tiempo de análisis y la cantidad de accidentes con víctimas registrados en cada año. El valor del índice de peligrosidad debe ser mayor que el valor de P/2, el cual se calcula con los índices de peligrosidad de tramos con características similares, tomando en cuenta la suma de la media de la serie y su desviación media, lo que depende del tipo de vía, la zona y el tráfico. Para

las carreteras desdobladas y vías rápidas, la constante P tiene un valor de 80. En consecuencia, los valores de IP para los años 2023 y 2024 son mayores a $P/2$, lo que cumple con el criterio I.

Tabla 13

Criterio II para la validación de puntos negros según MTC.

CRITERIO II						
IPM ₂ ≥ 2P/3						
AÑO	IMDA	ACV	IP	IPM ₂	2P/3	CONDICION
2023	31,614.00	11	190.66	233.99	53.33	SI CUMPLE
2024	32,222.00	16	272.09	229.57	53.33	SI CUMPLE

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 13, tanto para el año 2023 como para el 2024, se calculó el índice de peligrosidad utilizando datos como el índice medio diario anual, la longitud de la ventana deslizante, el tiempo de análisis y la cantidad de accidentes con víctimas registrados en cada año. El valor del índice de peligrosidad se utilizó para calcular el índice de peligrosidad medio de los últimos dos años (IPM₂). Para el IPM₂ del año 2023, se empleó el índice de peligrosidad del 2022. El valor de IPM₂ debe ser superior a $2P/3$. En consecuencia, los valores de IPM₂ para los años 2023 y 2024 son mayores a $2P/3$, cumpliendo así con el criterio II.

Tabla 14

Criterio III para la validación de puntos negros según MTC.

CRITERIO III			
SACV _{AA} ≥ N/5 y SACV _{UA} ≥ N/5			
AÑO	SACV _{AA-UA}	N/5	CONDICION
2023	11	3	SI CUMPLE
2024	16	3	SI CUMPLE

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 14, tanto para el año 2023 como para el 2024, se calculó la suma de accidentes con víctimas del año anterior, la cual debe ser superior al valor de $N/5$. La constante N se calcula con el número de accidentes con víctimas de todos los tramos con características similares, tomando en cuenta la suma de la media de la serie y su desviación media. Este valor depende del tipo de vía, la zona y el tráfico. Para las carreteras desdobladas y vías rápidas, el valor de N es 15. En consecuencia, los valores de SACV para los años 2023 y 2024 son mayores a $N/5$, cumpliendo así con el criterio III.

Tabla 15

Criterio IV para la validación de puntos negros según MTC.

CRITERIO IV			
$SACV_2 \geq N / 2$			
AÑO	SACV₂	N/2	CONDICION
2023	30	7.5	SI CUMPLE
2024	27	7.5	SI CUMPLE

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 15, tanto para el año 2023 como para el 2024, se calculó la suma de accidentes con víctimas de los dos últimos años, la cual debe ser superior al valor de $N/2$. Los valores de SACV para los dos últimos años superan $N/2$ en los años 2023 y 2024, cumpliendo así con el criterio IV.

La intersección de la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos cumple con los 4 criterios establecidos en la metodología de identificación de puntos negros recomendada por el MSV – 2017. Por lo tanto, podemos afirmar que la intersección de la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos es un punto negro en la red vial N° 05, estos mismos criterios fueron

empleado por Acevedo y Migone (2021) en su investigación sobre puntos negros empleando el MSV-2017.

5.2.2. Determinar de qué manera los puntos neurálgicos o negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.

El manual de seguridad vial identifica varios factores que contribuyen a cada tipo de accidente, en particular a los choques, que presentan el mayor porcentaje de accidentes según la imagen 05. Estos factores incluyen el factor vía y el entorno, el factor humano y el factor vehículo. Es importante destacar que una colisión puede estar influenciada por uno, dos o incluso los tres factores, cada uno en mayor o menor medida, lo que genera dificultades al momento de asignar la responsabilidad del accidente. Esto se debe a que se puede asignar erróneamente la culpa a un solo factor, sin considerar la contribución de los otros.

Para evaluar el factor vía y el entorno, se utilizó la lista de chequeo de inspección de seguridad vial en la intersección, en la que se identificaron problemas como el diseño inadecuado de la berma, la falta de mantenimiento de las señales horizontales en el pavimento, la baja visibilidad durante la noche, la ubicación inadecuada de las señales verticales y la ausencia de dispositivos reductores de velocidad.

La Tabla 16 muestra el porcentaje de accidentes según la modalidad. Se observa que los "choques" tienen la mayor incidencia, con 96 accidentes y una tasa de 70.59%, seguidos por los atropellos con 17 accidentes y una tasa de 12.50%, los despistes con 11 accidentes y una tasa de 8.09%, las volcaduras con 5 accidentes y una tasa de 3.68%, la caída de pasajeros con 4 accidentes y una tasa de 2.94%, y finalmente los accidentes especiales con 3 accidentes y una tasa de 2.20%.

Tabla 16

Puntos negros con mayor tasa de accidentes en la intersección.

MODALIDAD DE ACCIDENTE	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
ATROPELLO	17	12.5
CHOQUE	96	70.59
VOLCADURA	5	3.68
DESPISTE	11	8.09
CAIDA DE PASAJERO	4	2.94
ESPECIALES	3	2.2

Nota. Elaboración propia

Con el desarrollo de la inspección de seguridad vial, se han verificado las condiciones actuales de la infraestructura vial y su entorno, identificando numerosas deficiencias que contribuyen de manera significativa a la ocurrencia de accidentes de tránsito.

No obstante, el factor humano y factor vehículo podrían ser los principales actores en la ocurrencia de accidentes, según se muestra en la tabla la mayor incidencia de accidentes son el choque y atropello, estos tipos de accidentes tienen causas más probables, que son por velocidades mayores a lo establecido en las señales reglamentarias y el exceso de confianza del conductor. Estos tipos de comportamientos también se pudo evidenciar en la investigación de Alcazar y Cornejo (2021), donde se realizó la inspección de seguridad vial dando como resultado el exceso de velocidad.

5.2.3. Identificar las mejoras en la infraestructura vial que se relacionan de manera efectiva en la disminución del número de accidentes de tránsito en la intersección.

Según los diagnósticos que se ha venido desarrollando en los párrafos anteriores, ya se tiene definido que el exceso de velocidad es la causa de los accidentes, en el MSV 2017– MTC recomienda el calmado del tráfico como una de las estrategias para mejorar la seguridad vial y reducir los accidentes de tránsito.

Para esta investigación se aplicará el tratamiento en las intersecciones con los reductores de velocidad, que consisten en la introducción de obstáculos que inciden directamente en la trayectoria del vehículo obligando al conductor a aminorar la marcha y tener así una conducción menos incómoda.

Con la finalidad de mejorar la situación actual, se ha propuesto la implementación de las siguientes acciones, destinado a mejorar el comportamiento de los vehículos limitando el exceso de velocidad y mejorando las condiciones de transitabilidad (Mejorar el Nivel de Servicio, Colas y tiempo de esperas).

A. Implementación de resonadores sonoros. Se plantea la instalación de resonadores sonoros en el acceso principal a la intersección el cual tiene una pendiente de 3.7% generando una vía rápida en Sentido Sur Norte. Estos elementos tienen como finalidad alertar a los conductores sobre la proximidad de la zona de control semafórico, fomentando la reducción gradual de la velocidad y aumentando la percepción del entorno. De esta manera, se mejora la seguridad peatonal y vehicular, y se reducen las frenadas bruscas que generan inestabilidad en el flujo. Se propone la instalación los resonadores en sentido Sur – Norte de la Panamericana Norte a 150 metros del primer control semafórico.

Figura 49

Bandas alertadoras o resonadores sonoros instalada a 150 metros antes del primer semáforo.

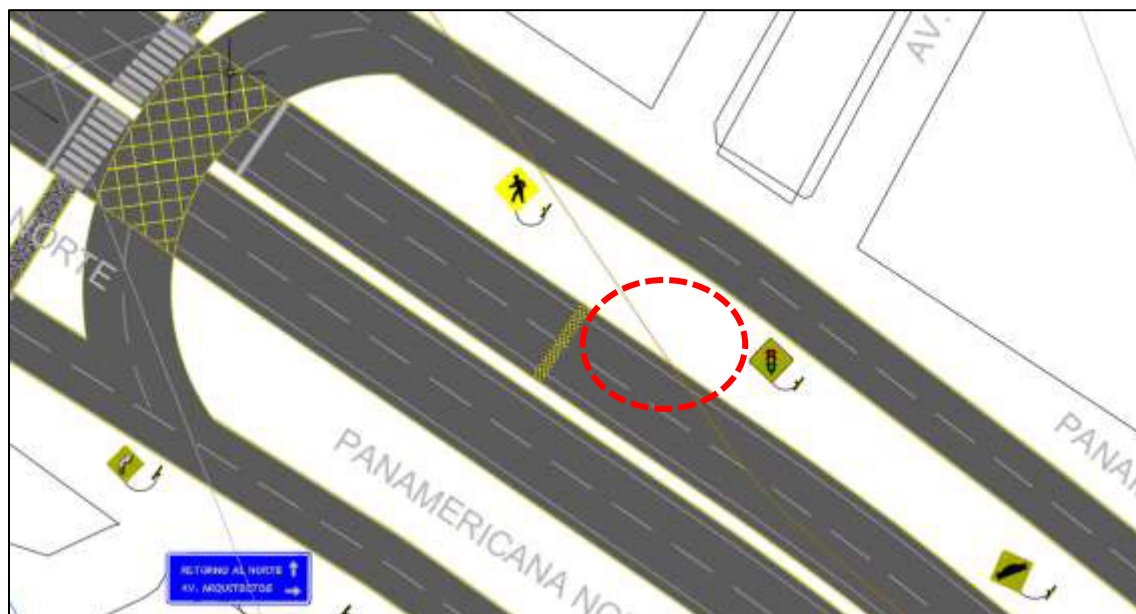


Nota. La planta general y señalización de la intersección se muestran en el ANEXO G. Fuente: Propio

B. Colocación de tachones como reductores de velocidad. En coordinación con la implementación de resonadores, se propone instalar tachones en tramos estratégicos previos a la intersección. Su objetivo es reforzar la moderación de la velocidad de aproximación, mejorar la disciplina de carril y reducir la posibilidad de maniobras peligrosas. Esto, a su vez, contribuye a un ingreso más ordenado al cruce semaforizado. Esta misma propuesta de mejora lo plantearon Alcazar y Cornejo (2021), para reducir el exceso de velocidad y recomendando que son medidas de bajo costo.

Figura 50

Tachones reductores de velocidad instalada en el tramo intermedio de ambos semáforos.

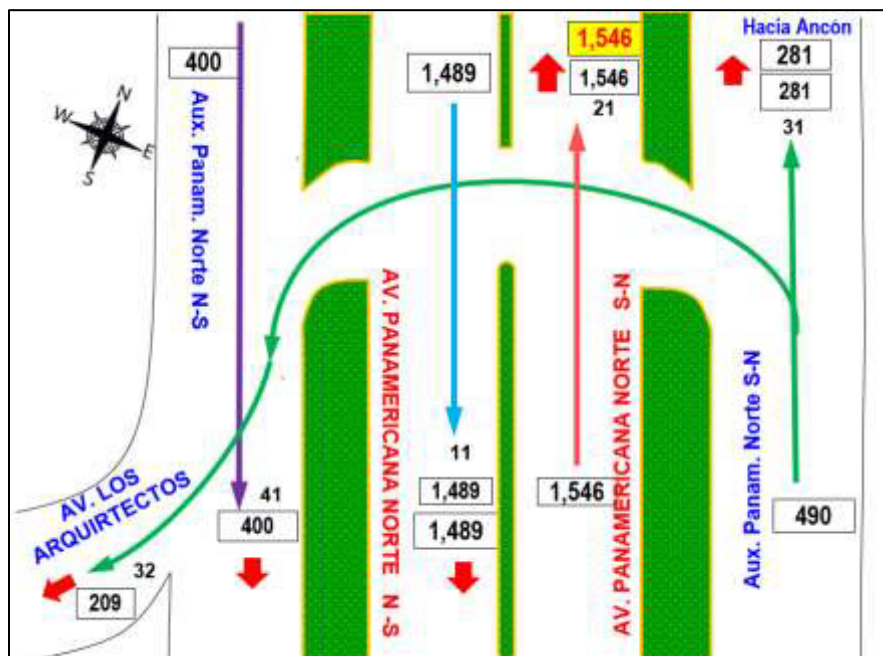


Nota. La planta general y señalización de la intersección se muestran en el ANEXO G. Fuente: Propio.

C. Reconfiguración del ciclo semafórico. La tercera propuesta se enfoca en la optimización del ciclo semafórico, ajustando los tiempos de verde, ámbar y rojo en función de la demanda real detectada en cada acceso. Este rediseño busca dar prioridad en hora punta a las corrientes de mayor flujo. Para ello utilizamos el flujograma de la Hora Punta con los volúmenes vehiculares totales convertidos en UCP, esta propuesta también se planteó en la investigación de Sanhueza y Ramirez (2021), donde se ha optimizado el tiempo de los ciclos semafóricos, así como también se menciona el bajo costo de su implementación.

Figura 51

Flujograma del cruce con mayor flujo vehicular convertidos en UCP.



Nota. El flujo máximo se presenta en el segundo semáforo. Fuente: Propia.

✓ **Cálculo del ciclo semafórico por el método de Webster**

Para el cálculo aplicaremos la siguiente fórmula:

$$T_{CO} = \frac{1.5 * P + 5}{1 - Y}$$

Donde:

Tco = tiempo de ciclo óptimo

P = tiempo total perdido por ciclo (Sumatoria de tiempos de ámbar y todo rojo)

Y= Flujo de saturación de la intersección

Datos:

P = 10 s (2 Fases, 3 ámbar y 2 rojo rojo)

Fase 1 (vía principal): Y1=1546 UCP/h, 2 carriles, Saturación 1800/carril=3,600 UCP/h

Fase 2 (giro izquierdo): Y2=103 UCP/h, 2 carriles, Saturación 1800/carril=3,600 UCP/h

Grado de saturación de diseño: $Y = 0.90$

Vía principal – FASE 1

$$\frac{I}{S} = \frac{1546}{3600} = 0.429$$

Giro derecho – FASE 2

$$\frac{I}{S} = \frac{209}{3600} = 0.058$$

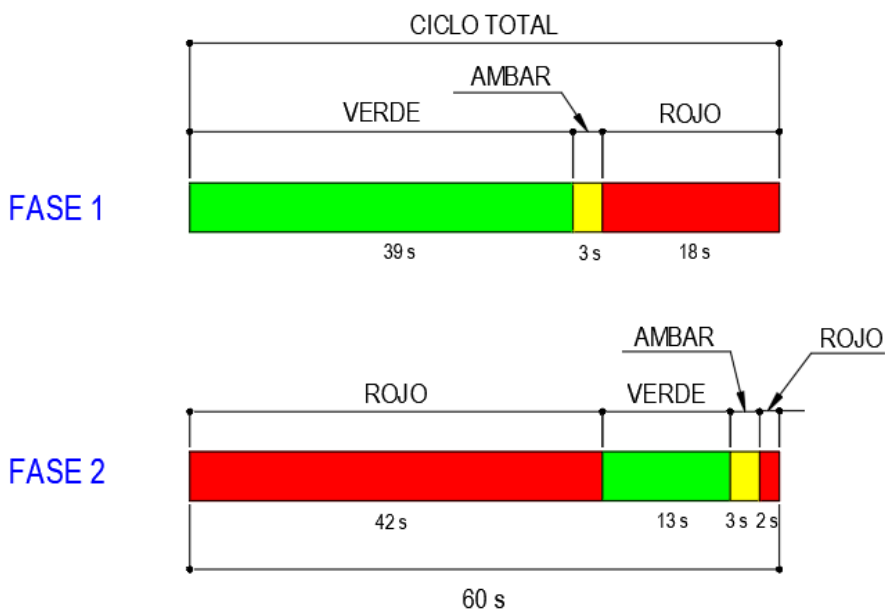
Ciclo:

$$T_{CO} = \frac{1.5 * 10 + 5}{1 - (0.429 + 0.058)} = 39 \text{ seg.}$$

Ciclo recomendado mínimo de 60 segundos con lo cual, usando el tiempo muerto de 10 segundos y aplicando la proporción de los tiempos verdes calculados, obtenemos un tiempo verde para la **FASE 1** de **39 s** y **FASE 2** de **13 s**.

Figura 52

Configuración del ciclo semafórico optimizada para incrementar el nivel de servicio.



En el software se tiene precargado los resonadores sonoros o bandas alertadoras que influyen en el comportamiento de los conductores al cruzar sobre este elemento.

Como segunda propuesta es la instalación de tachones en cual se insertará al modelo, ubicado en el tramo intermedio de ambos semáforos con el propósito de reducir la velocidad al cruzar el segundo semáforo en dirección de sur a norte.

Figura 54

Inserción del elemento reductor de velocidad en modelo de software PTV VISSIM.



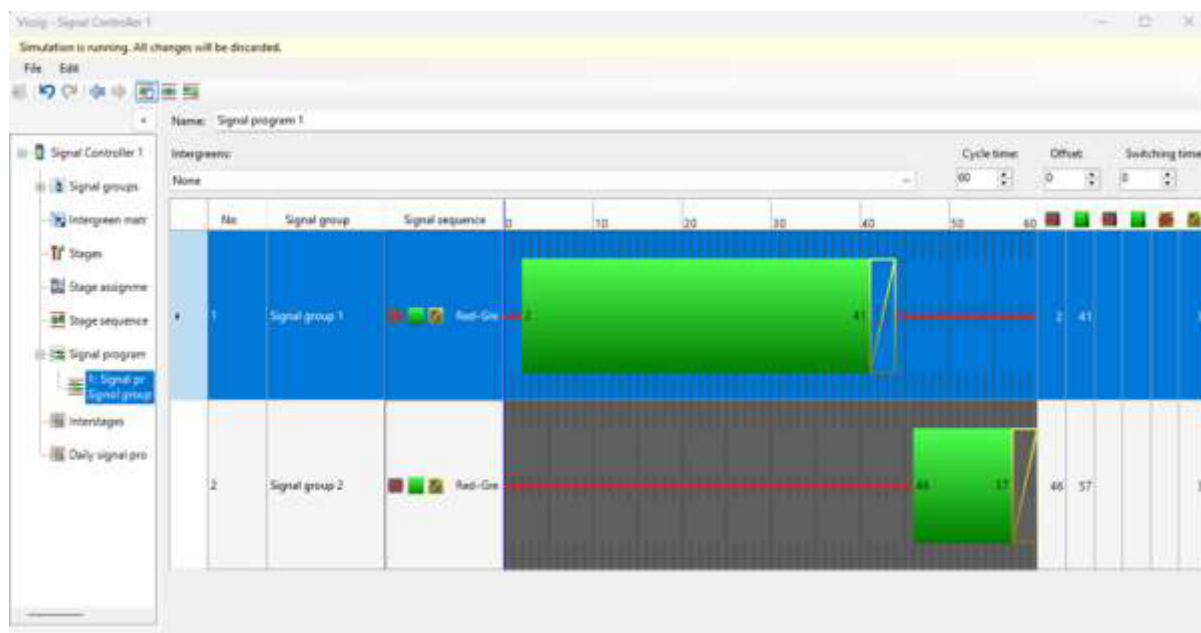
Nota. Elaboración propia

Así como otros elementos, el software se tiene precargado los tachones como elementos reductores de velocidad, que va tener un efecto notorio en la disminución de la velocidad de operación.

Como tercer y última propuesta es la optimización del del ciclo semafórico, el cual se insertará al modelo los valores calculados anteriormente.

Figura 55

Inserción de los tiempos del ciclo semafórico optimizada en modelo de software PTV VISSIM.



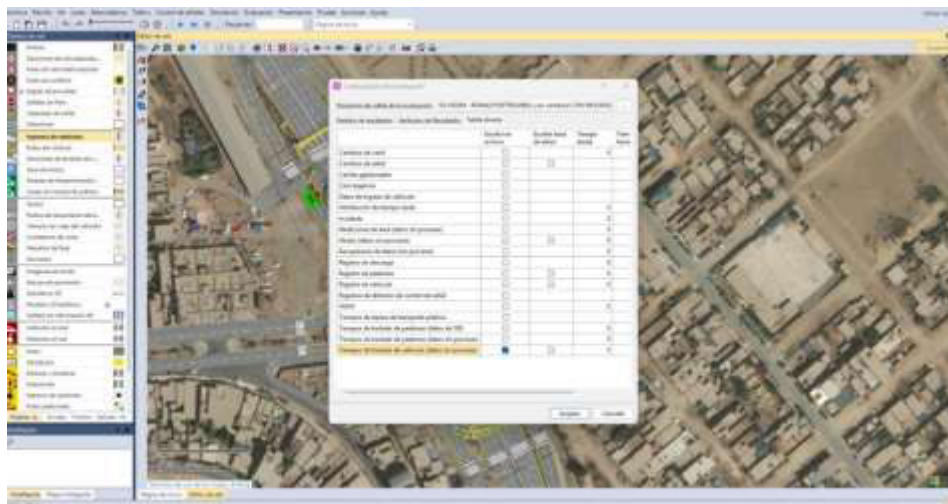
Nota. Elaboración propia

Una vez insertado los elementos físicos y acciones operativas se procede a correr el modelo por un tiempo recomendado por el fabricante de 4,200 segundos, durante ese tiempo el software se estabiliza y los resultados son confiables.

B. Resultados de la propuesta de mejora por el software PTV VISSIM. Una vez corrido el modelo se extrae la tabla del parametro de velocidad para verificar los resultados respecto a los cambios y el impacto en reducción de velocidad.

Figura 56

Descarga del parámetro Velocidad del software PTV VISSIM.



Nota. Elaboración propia

De la implantación de bandas sonoras y los tachones reductores de velocidad, se tiene como resultado el resumen de velocidades promedio para cada tipo de vehículo el cual se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Resumen de velocidades promedio con la propuesta de mejora.

Tipo de vehículo	Velocidad promedio (km/h)
Moto lineal	43.03
Moto taxi	25.42
Auto	47.25
Camioneta	52.80
Camioneta rural	41.25
Microbús	41.80
Ómnibus	47.76
Camión	38.81
Articulado	38.77

Nota. Elaboración propia

Se lleva a cabo un análisis comparativo entre la situación actual y la propuesta de mejora, el cual se presenta en la Tabla 18 y la Figura 57. En este análisis, se observa una reducción sustancial de la velocidad, lo que impacta directamente en la disminución de los accidentes de tránsito.

Tabla 18

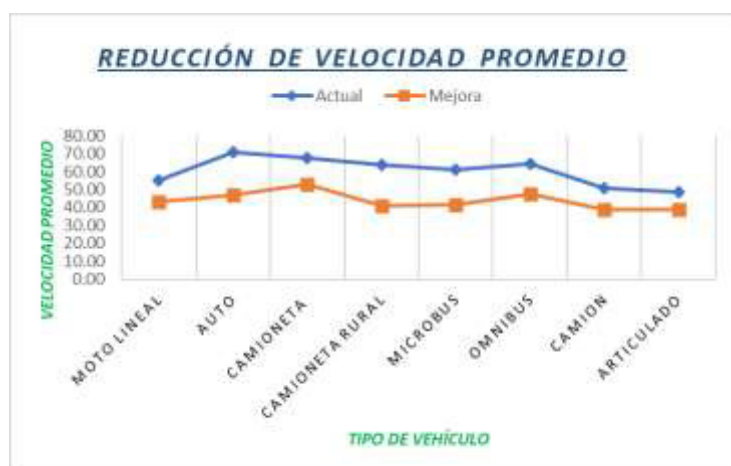
Tabla de resultados de velocidades promedio de la situación actual y la mejora.

Tipo de vehículo	Velocidad promedio actual (km/h)	Velocidad promedio con mejora (km/h)
Moto lineal	55.14	43.03
Auto	70.75	47.25
Camioneta	67.62	52.80
Camioneta rural	63.75	41.25
Microbús	61.20	41.80
Ómnibus	64.42	47.76
Camión	50.58	38.81
Articulado	48.38	38.77

Nota. Elaboración propia

Figura 57

Comparativa del parámetro Velocidad entre la situación actual y con mejora.

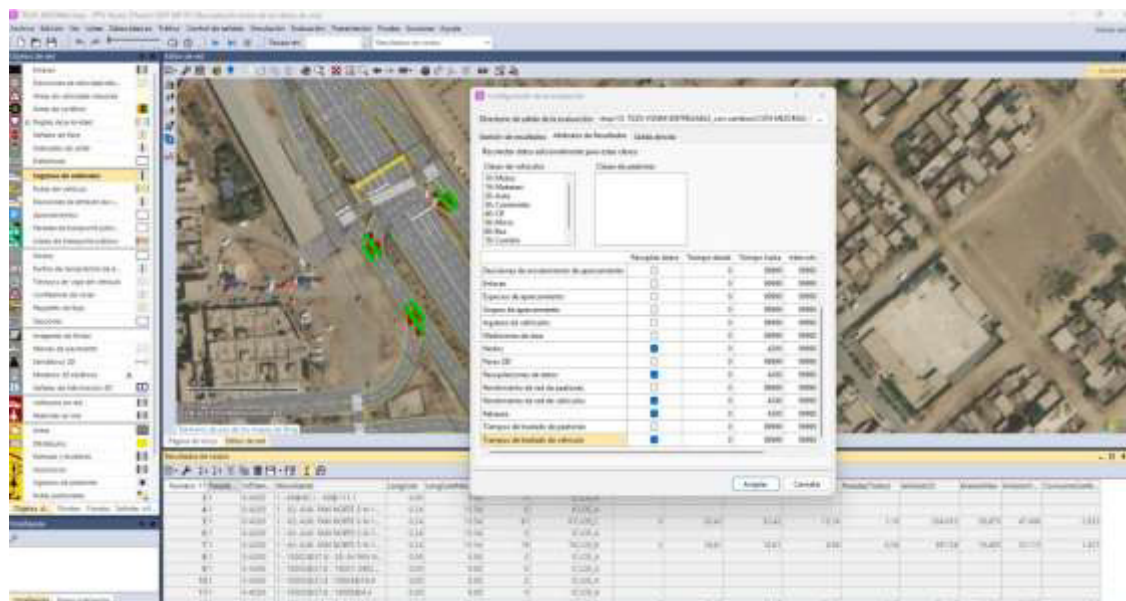


Nota. Elaboración propia

Reconfigurando el ciclo semafórico se tiene el análisis de los resultados de nodos generados por PTV VISSIM, en donde se identificaron los movimientos con menores problemas operativos en la intersección, considerando como criterios un nivel de servicio (LOS) de categoría A, B y C. Asimismo se observa una reducción en las longitudes de colas.

Figura 58

Resultado de los parámetros analizados dentro del nodo.



Nota. Elaboración propia

Tabla 19

Tabla de resultados de la longitud de cola y nivel de servicio con la reconfiguración del ciclo semafórico.

Movimiento	Long. Cola Máxima (m)	LOS
2	30.45	LOS_A
5	7.71	LOS_C
7	7.71	LOS_B
12	12.95	LOS_A

14	12.95	LOS_A
15	12.95	LOS_A
16	50.7	LOS_B
17	50.7	LOS_B

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 20 se muestra el incremento de los niveles de servicio y la reducción de la longitud de cola, con ello se garantiza mayor fluidez del tráfico vehicular, con menos tiempo de espera en los semáforos y reducción de tiempos muertos.

Tabla 20

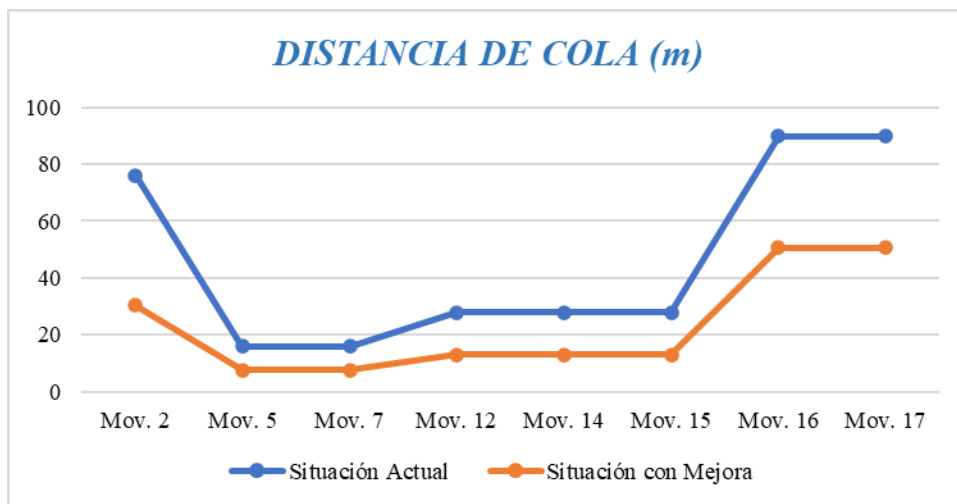
Tabla de resultados de la longitud de cola de la situación actual y la mejora.

Movimiento	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN CON MEJORA	
	Long. Cola Máxima (m)	LOS	Long. Cola Máxima (m)	LOS
2	76.03	LOS_A	30.45	LOS_A
5	16.02	LOS_F	7.71	LOS_C
7	16.02	LOS_E	7.71	LOS_B
12	27.89	LOS_D	12.95	LOS_A
14	27.89	LOS_A	12.95	LOS_A
15	27.89	LOS_F	12.95	LOS_A
16	89.85	LOS_B	50.7	LOS_B
17	89.85	LOS_B	50.7	LOS_B

Nota. Elaboración propia

Figura 59

Comparativa de la longitud de cola entre la situación actual y con mejora.

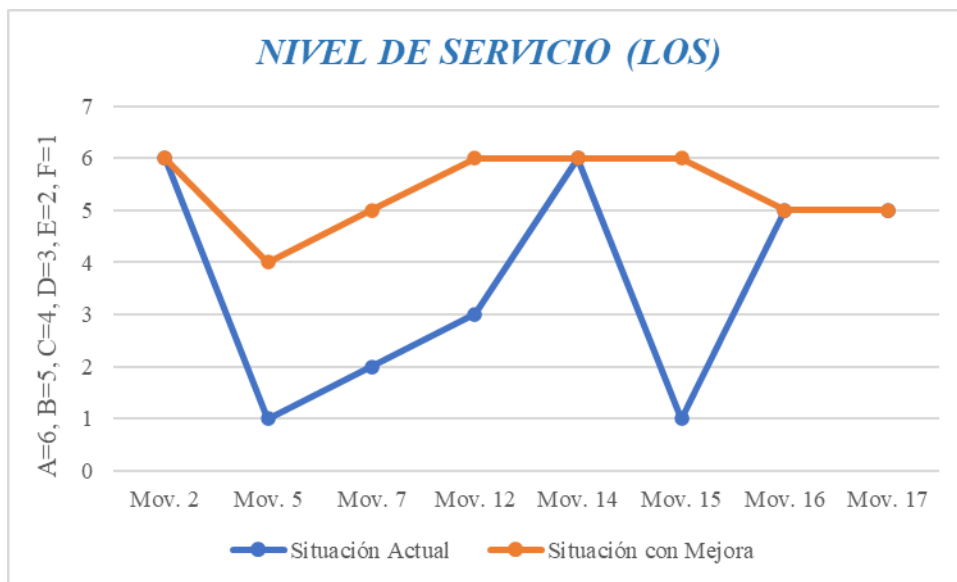


Nota. Elaboración propia

Se observa en la Figura 57, una reducción notable de la longitud de cola en varios movimientos, especialmente en los de mayor congestión (Mov.2, Mov.16 y Mov.17).

Figura 60

Comparativa del nivel de servicio (LOS) entre la situación actual y con mejora.



Nota. Elaboración propia

Según se muestra en la Figura 60 el nivel de servicio mejora en los movimientos más conflictivos, pasando de niveles **E, F** a niveles **A, B y C** en varios casos.

El uso del software PTV VISSIM es una herramienta muy sofisticada, se ha usado en varias investigaciones, tal es el caso de Alarcon y Cardenas (2021), se empleó este software para realizar la micro - simulación de varias situaciones o propuestas de mejora en donde se ha identificado posibles problemas, no solo en la parte operativa, también en la parte del diseño geométrico de una intersección.

5.3. Discusión de hipótesis específicas

5.3.1. Hipótesis específica 1

Ho: Aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC no se identificarán los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.

Ha: Aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC se identificarán los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.

En el análisis de datos de accidentes de tránsito con los cuatro criterios planteados en el manual de seguridad vial, se ha verificado el cumplimiento de los parámetros establecidos tal cual se muestra en las Tablas 12, 13, 14 y 15. En consecuencia, se ha identificado a la intersección como un punto negro en Panamericana Norte.

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula (H_0)

5.3.2. Hipótesis específica 2

Ho: Determinando como los puntos neurálgicos o negros más relevantes no causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.

Ha: Determinando como los puntos neurálgicos o negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.

En la inspección de seguridad vial empleando la lista de chequeo (ANEXO D) se ha verificado varias deficiencias y carencias en la infraestructura vial, así como daños en la carpeta asfáltica, señalización horizontal deficientes por falta de mantenimiento, tachas delimitadoras de carril dañados, bermas sin continuidad, paraderos no establecidos y no existe reductores de velocidad.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

5.3.3. Hipótesis específica 3

Ho: Identificando las mejoras en la infraestructura vial no disminuirá el número de accidentes de tránsito en la intersección.

Ha: Identificando las mejoras en la infraestructura vial disminuirá el número de accidentes de tránsito en la intersección.

Teniendo en cuenta las causas de los accidentes de tránsito expuestas en los párrafos anteriores, la velocidad es la principal causa de los accidentes de tránsito para lo cual se ha planteado la instalación de dispositivos alertadoras y reductores de velocidad, así como también la optimización del ciclo semafórico para mejorar el nivel de servicio, todas estas medidas tienen como resultado la disminución de la velocidad y por ende la reducción de un accidente de tránsito.

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

5.3.4. Hipótesis específica 4

Ho: Determinando la manera de cómo se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial no se verificará la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección.

Ha: Determinando la manera de cómo se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial se verificará la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección.

Los resultados con la introducción de los elementos propuestos en el modelo y su posterior simulación en el software VISSIM refleja la reducción significativa de la velocidad y el mejoramiento del nivel de servicio, así como se muestra en la tabla 20 de análisis comparativo.

En consecuencia, se ha verificado que las propuestas de mejora han sufrido cambios sustantivos y a favor de la seguridad vial. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

5.4. Discusión hipótesis general

Ho: Determinando la propuesta de mejora que aplique la metodología del manual de seguridad vial del MTC no reducirá el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Villa Estela, Lima.

Ha: Determinando la propuesta de mejora que aplique la metodología del manual de seguridad vial del MTC reducirá el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Villa Estela, Lima.

A medida que se desarrollaron las hipótesis específicas, se demostró que las propuestas de mejora tienen un impacto positivo, especialmente en la reducción de velocidad y la mejora del nivel de servicio, lo que, a su vez, contribuye a la disminución de los puntos negros. Esto se logra gracias a la implementación de las recomendaciones del manual de seguridad vial. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Tras el procesamiento y análisis de los datos de accidentes recopilados de la Comisaría de Ancón de la Dirección de Transportes, suscitados en la intersección de la Panamericana Norte y la avenida Los Arquitectos, durante el periodo de 2020 a 2024 se registró un total de 136 accidentes de tránsito, con 104 heridos y 5 muertes. En consecuencia y siguiendo la metodología de MSV-2017 se concluye que esta intersección se catalogue como un punto negro debido a la alta concentración de accidentes fatales, no fatales y daños materiales, según los datos de accidentes ocurridos en un período relativamente corto.
- ✓ Se concluye que las principales causas más probables de la alta concentración de accidentes o puntos negros es la carencia de mantenimiento de las señalizaciones horizontales, la falta de implantación de dispositivos reductores de velocidad, sumado a ello el comportamiento de los usuarios, transitando a velocidades superiores de lo permitido y la confianza excesiva al momento de interactuar en la vía, todos estos aspectos dan como resultado a los accidentes de tránsito. La modalidad de accidente más frecuente es el choque, con un 70.58%, seguido de los atropellos con un 12.50% y los despistes con un 8.08%. Estas modalidades son el resultado del exceso de velocidad y la confianza de los conductores, agravado por las deficiencias y carencias en la infraestructura vial. Esta conclusión también se refuerza en el aforo de las velocidades de los diferentes tipos de vehículos según la Tabla 10, se demostró que los conductores no cumplen con la velocidad máxima establecida cuando se transite por la intersección, el cual esta plasmada en la señal vertical reglamentaria de R-30, en donde se especifica 40 km/h como velocidad máxima, los tipos de vehículos con mayor velocidad son los autos que transitan con una velocidad promedio de 70.75 km/h, las Camionetas con 67.62

km/h y así sucesivamente hasta la velocidad mínima de 48.38 km/h de los remolcadores o articulados, pero ningún tipo de vehículo transita dentro de la velocidad establecida.

- ✓ Se concluye que las propuestas de mejora deben estar enfocadas en la implementación de reductores de velocidad, con el objetivo de llevar a velocidades propias del entorno de una intersección semaforizada, que interactúa a nivel entre una vía urbana e interurbana, la inspección de la seguridad vial con el empleo de la lista de chequeo fue de gran ayuda para identificar las posibles causas de los accidentes y proponer las mejoras, referentes al estado situacional de la infraestructura vial, el cual se divide en sus diferentes componentes y así analizar la inspección de manera específica las características propias de cada componente, el cual debe cumplir parámetros técnicos e ingenieriles.
- ✓ Se concluye que el análisis de los resultados de nodos generados por PTV VISSIM de la situación actual, se identificaron los movimientos con mayores problemas operativos en la intersección, considerando como criterios un nivel de servicio (LOS) de categoría E o F y/o una longitud máxima de cola superior a 50 metros. Estos parámetros se asocian a condiciones de congestión severa y disminución significativa en la capacidad de la vía.
- ✓ Se concluye que los resultados del análisis de nodos generados por PTV VISSIM respecto a la introducción de los resonadores sonoros y los tachones, se registran cambios significativos referentes a la reducción de velocidad dentro de la intersección en la cual se relaciona directamente con la probabilidad de que ocurra un accidente, a mayor velocidad mayor probabilidad de que ocurra un accidente y lesiones graves. Respecto a la reconfiguración del ciclo semafórico, se identificaron los movimientos con menores problemas operativos en la intersección, considerando como criterios un nivel de servicio (LOS) de categoría A, B y C. Asimismo se observa una reducción en las longitudes de colas y reducción de tiempos de

retraso vehicular. El ciclo actual del semáforo genera mayor distancia de cola y tiempos de espera perdidos por los vehículos que esperan cruzar la vía Panamericana hacia la av. Los Arquitectos, la reducción de longitudes de cola con ciclos más frecuentes, los usuarios se despachan antes y se evita que las colas alcancen intersecciones aguas arriba, el nivel de servicio se acerca a B/C, mientras que con 125 s tiende a D/E en hora punta.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Una de las fases del proyecto de una infraestructura vial comprende el mantenimiento preventivo en aras de preservar la seguridad vial, se recomienda a la concesionaria Red Vial 5 S.A. realizar mantenimiento de las señales horizontales en periodos más cortos, reemplazar los dispositivos que están obsoletos y reubicar algunas señales verticales para mejorar la visibilidad.
- ✓ Se recomienda la implementación de los resonadores o bandas alertadoras a 150 metros antes de la intersección, para advertir a los conductores que se aproximan a un tramo peligroso, estos dispositivos se deben colocar de forma gradual, para nuestro caso se ha colocado en tres filas, la primera y segunda fila se separan a 50 metros, la segunda y tercera fila se separan a 20 metros.
- ✓ Se recomienda la instalación de tachones reductores de velocidad en el tramo intermedio de ambos semáforos con el propósito de aminorar el exceso de velocidad antes de cruzar el segundo semáforo el cual registra la mayor concentración de accidentes de tránsito.
- ✓ Las medidas de altura de tachones varían de acuerdo a su aplicación desde 5cm y 7cm para reducir levemente la velocidad, también existe el de 10 cm para reducir drásticamente la velocidad, en este caso se recomienda el uso de tachones menores de 5 cm de altura, ya que la vía Panamericana Norte es una vía rápida, la instalación de medidas mayores a 5 cm podrían ser perjudiciales.
- ✓ El ciclo de 125 segundos en campo obedece a criterios operativos de coordinación y seguridad implementados por la autoridad de tránsito, pero genera mayores tiempos de espera y menor LOS en esta intersección. El ciclo calculado de 60 segundos resulta el más eficiente en términos de longitudes de cola, demoras y nivel de servicio de acuerdo con el

flujo vehicular registrado. Por lo tanto, se recomienda ajustar a 60 s (o a un rango 60–70 s) para optimizar desempeño local, salvo que la autoridad confirme que la intersección está integrada a un plan maestro de sincronización con ciclo común de 120–130 s.

- ✓ Se recomienda a los futuros tesisistas profundizar el tema seguridad vial en las intersecciones con alta concentración de accidentes de tránsito, proponiendo otras alternativas de solución, referentes al diseño geométrico y paso a desnivel, analizando desde el punto de vista económica y su impacto.

VIII. REFERENCIAS

- Acevedo, V. y Migone, J. (2021). *Propuesta para reducir el número de puntos negros en el óvalo tortugas en la panamericana norte km 395 aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/10757/658789>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial [ANSV] (2022). *Plan Nacional de Seguridad Vial 2022 - 2031*. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. https://www.ansv.gov.co/sites/default/files/2024/PNSV/Documento_Tecnico_de_Soporte_PNSV.pdf
- Alcázar, J. y Cornejo, F. (2021). *Análisis y propuesta de mejora de la seguridad vial en la avenida de evitamiento de la ciudad del Cusco aplicando una inspección de seguridad vial de la metodología del manual de seguridad vial MSV-2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio Institucional UAC. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4186>
- Alonso, F., Calatayud, C. y Esteban, C. (2013). *La gestión de los puntos negros en el marco de los sistemas de gestión de la seguridad de infraestructuras viarias (1ª ed.)*. Editorial Tráfico Vial, S.A. <https://www.researchgate.net/publication/260790148>
- Andrade, C. (2023). *Análisis y propuesta para optimizar el tráfico vehicular en las calles adyacentes al Mercado Modelo de Huánuco-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/9495>
- Arnés, A. (2011). *Análisis y Tratamiento de Tramos de Concentración de Accidentes. Revisión de Definiciones y Análisis Comparativo*. Estt – oep 2011. Movilidad segura, Tema 27.

- Avila, M. (2022). *Análisis de la seguridad vial de la carretera centro poblado El Llimbe – Caserío La Laguna Sulluscocha en función a la consistencia, Cajamarca 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/32041>
- Balsalobre, A. (2020). *Estudio de seguridad vial de los giros a derechas en intersecciones urbanas. Propuesta de mejora de la intersección de la Avenida de Blasco Ibáñez y la calle del Dr. Gómez Ferrer (Valencia)*. [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV. <http://hdl.handle.net/10251/141336>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Pearson Educación. <https://sf4b82729bdc99ec0.jimcontent.com/download/version/0/module/13872381378/name/Bernal%20Cap%C3%ADtulo%207.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. División de Recursos Naturales e Infraestructura. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6381-la-congestion-transito-urbano-causas-consecuencias-economicas-sociales>
- Cruz, P. (2020). *Modelos epistemológicos de la medicina moderna*. Instituto de Estudios Superiores de Chiapas. <https://doi.org/https://salazarvirtual.sistemaeducativosalazar.mx/>
- Dávila, J. y Ponce, C. (2022). *Propuesta de un sistema de control que complemente la señalización existente para incrementar la seguridad vial en el cruce de las avenidas Brasil con Javier Prado del distrito de Magdalena*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/10757/660850>

- Diego, G. (2018). *Mejoras en la seguridad vial con medidas de bajo costo*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13044>
- Dirección de Normatividad Vial [DNV] (2006). *Reglamento nacional de gestión de infraestructura vial*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. <https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf>
- Dirección General de Tráfico [DGT] (2014). *Escala Superior de Técnicos de Tráfico - ESTT*. Ministerio del Interior de España. <https://www.dgt.es/buscar.html?q=Escala%20Superior%20de%20T%C3%A9cnicos%20de%20Tr%C3%A1fico>
- Elvik, R. (2008). *A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries*. *Accident Analysis & Prevention*. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=A+survey+of+operational+definitions+of+hazardous+road+locations+in+some+European+countries&author=Elvik,+R.&publication_year=2008&journal=Accid.+Anal.+Prev.&volume=40&pages=1830%E2%80%931835&doi=10.1016/j.aap.2008.08.001
- Fundación CEA, (2024). *La importancia de la Seguridad Vial*. Seguridad Integral. <https://www.seguridad-vial.net/blog/298-la-importancia-de-la-seguridad-vial>
- Gavilanes, H. (2022). *Análisis de la Siniestralidad y Metodología para la Identificación de Tramos de Concentración de Accidentes de Tránsito en la Ciudad de Cuenca*. [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UC. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39861>

- Gómez, G. (2020). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo "Bétera Serra"), utilizando la metodología iRAP*. [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV. <http://hdl.handle.net/10251/147982>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Jauregui, M. (2021). *Aplicación de la Norma Vial Peruana en un proyecto de sistema de gestión por niveles de servicio*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5793>
- Jara, S. y Mestre E. (2020). *Análisis de seguridad vial en una intersección de alta accidentalidad en el municipio de Aguazul-Casanare*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga]. Repositorio Institucional USTB. <http://hdl.handle.net/11634/27281>
- Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento*. Howard B. Lee California State University. <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2005). *Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales Departamentales*. Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales. <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/socioambientales/documentos/MGSAPVD.pdf>

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2011). *Reductores de velocidad tipo resalto para el sistema nacional de carreteras (SINAC)*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Directiva%20Reductores%20de%20Velocidad%20para%20publicaci%C3%B3n%20PDF%2012.10.2011.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2017). *Manual de seguridad vial*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2022). *Plan Nacional de Seguridad Vial 2022 - 2031*. Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030.
https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/21323-spanish-global-plan-for-road-safety-for-web.pdf?sfvrsn=65cf34c8_35&download=true
- Palma, M. (2008). *Tratamiento de Puntos Negros con Medidas Correctivas de Bajo Costo*. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/01/Manual_PuntosNegros-Actualizacion.pdf
- Parreño, A. (2023). “Análisis de las causas y efectos de la accidentabilidad de tránsito en la ciudad de Riobamba, período 2020-2022”. [Tesis de pregrado, Escuela Superior

- Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPC.
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/19547>
- Peña, R. (2022). *Evaluación del tránsito vehicular para mejorar el nivel de servicio para la intersección de las avenidas Carlos Izaguirre y Canta Callao*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.
<https://hdl.handle.net/20.500.13084/5799>
- Pinto, E. (2022). *Intersecciones a Nivel: Diseño y Seguridad (3ª ed.)*. Vías de comunicación.
<https://es.scribd.com/document/789932296/INTERSECCIONES-DE-NIVEL>
- Piñeiro, J. (2020). *Estudio para la mejora de la seguridad vial de la intersección de la CV-320 con la N-234a en el T.M. de Torres-Torres (Valencia)*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional UPV.
<http://hdl.handle.net/10251/155325>
- Príncipe, G. (2022). *Herramientas del manual de seguridad vial, para realizar las inspecciones, en el sistema nacional de carreteras del Perú - SINAC*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.
<https://hdl.handle.net/20.500.13084/6476>
- Quispe, H. (2020). *Metodologías de determinación de puntos negros y sus efectos en la reducción de los accidentes de tránsito, en el distrito de Huancayo - 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional UC.
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/7713>
- Salazar, E. (2022). *Propuesta de mejora de la seguridad vial de la intersección de la Av. Garcilaso y Av. Bolivia aplicando el Sistema de Información Geográfica y el Manual de Seguridad*

- Vial en el distrito de Cercado de Lima Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/10757/659711>
- Sanhueza, M. y Ramírez, M. (2021). *Análisis vial en intersección San Pablo - Córdova y Figueroa*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Metropolitana]. Repositorio Institucional UTM. <https://repositorio.utem.cl/handle/30081993/1359>
- Sulqui, C. (2024). *Estrategias para reducir la velocidad vehicular en la zona urbana con alto índice de accidentabilidad del Cantón Riobamba*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional UNC. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13988>
- Tobar, D. (2019). Software de Modelación de Tránsito. *Revista Científica*, 1-3. <https://es.scribd.com/document/449681382/Softwares-transito>
- Valderrama, R. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. San Marcos.
- Vergara, H. (2023). *Lineamientos para la determinación de tramos de concentración de accidentes de tránsito en vías rurales a través de la estimación del índice de siniestralidad - caso de estudio vía Cereté – Lorica (Córdoba, Colombia) – APP-IP conexión departamentos Antioquia – Bolívar*. [Tesis de grado, Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. Repositorio Institucional UECIJG. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2575>
- Zarzo, R. y Robles, J. (2022). *Análisis y rediseño de una intersección vial de alto tránsito desde el enfoque de la movilidad sostenible. Caso: intersección vial de las avenidas Brasil - San Felipe - Gral. Manuel Vivanco, Lima – Perú*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/23928>

IX. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS
<p>Problema General: ¿De qué manera la propuesta de mejora que aplique la metodología del manual de seguridad vial del MTC se relaciona en la reducción del número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima?</p>	<p>Objetivo General: Proponer el mejoramiento de la seguridad vial aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC para reducir el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Ancón, Lima.</p>	<p>Hipótesis Principal: Determinando la propuesta de mejora que aplique la metodología del manual de seguridad vial del MTC reducirá el número de accidentes de tránsito producidos en la intersección de la Panamericana Norte km 39 y la avenida Los Arquitectos, Villa Estela, Lima.</p>
<p>Problema Específico 1: ¿De qué manera la aplicación de metodología del manual de seguridad vial del MTC se relaciona en la identificación de los puntos neurálgicos o puntos negros actuales en la intersección?</p>	<p>Objetivo Específico 1: Aplicar la metodología del manual de seguridad vial del MTC para la identificación de los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.</p>	<p>Hipótesis Específica 1: Aplicando la metodología del manual de seguridad vial del MTC se identificará los puntos neurálgicos o negros actuales en la intersección.</p>
<p>Problema Específico 2: ¿De qué manera los puntos neurálgicos o puntos negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección?</p>	<p>Objetivo Específico 2: Determinar de qué manera los puntos neurálgicos o negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.</p>	<p>Hipótesis Específica 2: Determinando como los puntos neurálgicos o negros más relevantes causan la mayor tasa de accidentes de tránsito en la intersección.</p>
<p>Problema Específico 3: ¿En qué medida las mejoras en la infraestructura vial se relacionan de manera efectiva en la disminución del número de accidentes de tránsito en la intersección vial?</p>	<p>Objetivo Específico 3: Identificar las mejoras en la infraestructura vial que se relacionan de manera efectiva en la disminución del número de accidentes de tránsito en la intersección.</p>	<p>Hipótesis Específica 3: Identificando las mejoras en la infraestructura vial disminuirá el número de accidentes de tránsito en la intersección.</p>
<p>Problema Específico 4: ¿De qué manera se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial para verificar la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección?</p>	<p>Objetivo Específico 4: Determinar la manera de cómo se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial para verificar la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección.</p>	<p>Hipótesis Específica 4: Determinando la manera de cómo se realizará la micro simulación de la propuesta de mejora en la infraestructura vial se verificará la reducción de los accidentes de tránsito en la intersección.</p>

Anexo B. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Nombre de la Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
Variable independiente	Seguridad vial	Entiéndase por seguridad vial el conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos ya sea en medios motorizados o no motorizados.	Se trata de un enfoque multidisciplinario sobre medidas que intervienen en todos los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico en la vía, desde el diseño de la vía y equipamiento vial, el mantenimiento de las infraestructuras viales, la regulación del tráfico, el diseño de vehículos y los elementos de protección activa y pasiva, la inspección vehicular, la formación de conductores y los reglamentos de conductores, la educación e información de los usuarios de las vías, la supervisión policial y las sanciones, la gestión institucional hasta la atención a las víctimas (ANSV, 2002)	Gestión de seguridad vial	Inspección de seguridad vial
					Educación vial
					Elementos de control de tráfico
				Diseño de vía	Nivel de servicio
					Desempeño
Variable Dependiente	Accidentes de tránsito	Un accidente de tránsito es un hecho que se da en la vía pública y puede involucrar a uno o más vehículos, causando daños materiales e incluso heridos o pérdidas humanas.	Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la circulación normal de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho. (ANSV, 2002)	Entorno	Estado de los vehículos
					Superficie de rodamiento
					Volumen de tráfico
				Factor humano	Exceso de velocidad
					Exceso de confianza
					Estado de conductores
				Lesiones	Mortalidad
					Morbilidad
Económico	Daños materiales				

Anexo C. Instrumentos de recolección de datos

A. Planilla de datos de accidentes de tránsito (validado)

ACCIDENTES DE TRANSITO ENTRE LAS PROGRESIVAS 38+00 A 39+00						
Item	Fecha	Modalidad	Ubicación	Fallecidos	Heridos	Vehículos
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						


Mayra Lizet
MAYRA LIZET
 NUÑARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273302

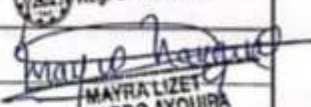
Oscar Rommel Tito Capia
OSCAR RÖMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916


Walter Escobar Condor
WALDEMAR W. ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

C. Lista de chequeo de la inspección de seguridad vial MSV-2017-MTC (validado)

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		1 SEÑALES VERTICALES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
1.1	Generalidades de las Señales Verticales		
1	¿Son visibles y entendibles con sólo una mirada todas las señales verticales, incluyendo las señales variables?		
2	¿Existen señales verticales que puedan confundir?		
3	¿Entregan mensajes claros y sencillos a los usuarios? Ej. Íconos en vez de textos.		
4	¿Existen señales verticales son las necesarias?		
5	¿Existe concordancia entre las señales verticales y las señales horizontales?		
6	¿Existen obstáculos (árboles, luminarias, señales, paraderos, etc.), que impidan la visión de las señales verticales?		
7	¿Existe evidencia de vandalismo o pintado de grafitis?		
8	¿Existe evidencia de robo de señales verticales?		
9	¿Hay necesidad de colocar señalización vertical para ciclistas, motociclistas u otros?		
10	¿Hay señales verticales que limiten la visibilidad en accesos e intersecciones?		
1.2	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Reglamentarias		
11	¿Se encuentran y son visibles todas las señales reglamentarias requeridas?		
12	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, distancia de la berma y en el lugar apropiado).		
13	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?		
14	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?		
15	¿Son legibles de día a una distancia adecuada?		
16	¿Son legibles de noche a una distancia adecuada?		
17	En las intersecciones, ¿es preciso señalar quién tiene la prioridad?		
1.3	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Preventivas		
18	¿Se encuentran y son visibles todas las señales preventivas requeridas?		


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916


MAYRA LIZET NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


HAUSSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	1 SEÑALES VERTICALES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
19	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, posición con respecto a la berma y a la distancia apropiada de la situación que advierten).		
20	¿Existan contradicciones entre el mensaje de la señal y la situación existente en la ruta?		
21	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?		
22	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?		
23	¿Son legibles de día a una distancia adecuada?		
24	¿Son legibles de noche a una distancia adecuada?		
25	¿Se aplican restricciones para alguna clase de vehículos?		
26	Si se aplican restricciones para algún tipo de vehículo, ¿se les indica a los conductores rutas alternativas?		
27	¿Será necesaria cada restricción?		
1.4	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Informativas		
28	¿Hay suficiente señalización informativa para que un conductor no familiar con el lugar, pueda informarse?		
29	En los enlaces o salidas de la carretera, ¿se otorga información suficiente y oportuna a los usuarios para encauzar y navegar a su destino?		
30	Las señales informativas, ¿son inmediatamente visibles para todo usuario que entre en la carretera desde cualquier acceso (vías colindantes)?		
1.5	Soporte de la Señalización Vertical		
31	¿Son relativamente frágiles los sistemas de soporte de todas las señales verticales?		
1.6	Paneles de mensajería variable		
32	¿Entregan un mensaje claro y de relevancia la cual se puede entender por una mirada breve?		


 MAYRA LIZET
 NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


 OSCAR ROMMEL TITO CAPLA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224516


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



PERU

Ministerio
de Transportes
y ComunicacionesViceministerio
de TransportesDirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	2 SEÑALES HORIZONTALES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
2.1	Demarcaciones Generalidades		
1	¿Proporcionan las marcas viales el más alto grado de seguridad a todos los grupos de usuarios de la vía?		
2	¿Se asegura una continuidad en la señalización entre las secciones nuevas y antiguas de la carretera, o al menos una transición adecuada?		
3	¿Existen contradicciones entre demarcaciones?		
4	¿Es adecuado el contraste de la marca vial con el pavimento?		
5	¿Tendrán un adecuado coeficiente de roce las demarcaciones?		
6	¿Son del color correcto las demarcaciones?		
7	¿Son necesarias demarcaciones horizontales especiales?		
8	¿Es fácilmente identificable e interpretable la señalización horizontal de canalización en una intersección?		
2.2	Demarcaciones longitudinales planas		
9	¿Es la demarcación longitudinal plana consistente y adecuada?		
10	¿Son visibles de día las demarcaciones longitudinales? (Central, borde y pistas de la vía)		
11	¿Son visibles de noche las demarcaciones longitudinales? (Central, borde y pistas de la vía)		
12	Las dimensiones de las demarcaciones horizontales, ¿son adecuadas para la velocidad y tránsito previstos?		
13	¿Están adecuadamente indicadas las zonas de "No Adelantar"?		
14	¿Existe concordancia entre la señalización vertical y horizontal, en cuanto a las zonas de "No Adelantar"?		
15	¿Los adelantamientos propuestos son oportunos y seguros?		
16	¿Existen posibilidades de adelantar a vehículos pesados donde hay altos volúmenes de tránsito?		

MAYRA LIZET
 NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392

OSCAR RÖMMELE TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916

HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		2 SEÑALES HORIZONTALES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
2.3	Demarcaciones elevadas		
17	¿Son visibles de noche las Tachas y/o Tachones? (Casi toda vía requiere de tachas)		
18	¿Son suficientes en número para complementar adecuadamente las demarcaciones planas?		
19	¿Existe concordancia de color entre las demarcaciones planas y las demarcaciones elevadas?		
2.4	Eliminación de demarcaciones obsoletas		
20	¿Existen demarcaciones que deben ser removidas?		
2.5	Demarcación de otros elementos		
21	¿Son claramente visibles los reductores de velocidad y a una distancia adecuada?		
22	¿Son claramente visibles las bandas alertadoras?		

Mayra Lize Navarro Ayquipa
MAYRA LIZE NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392

Oscar Rommel Tito Capia
OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916

Haussmann Weber Escobar Condor
HAUSSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



PERU

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL			4 SEMÁFOROS
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	
NOMBRE			
FIRMA			COMENTARIOS
FECHA			
4.1	Visibilidad; distancia de visibilidad de los semáforos		
1	¿Son los semáforos claramente visibles para los conductores que se aproximan?		
2	¿Existen por lo menos dos caras por llegada?		
3	¿Están los cabezales de los semáforos configurados de modo que puedan ser vistos sólo por los conductores que los enfrentan?		
4	¿Es la distancia de visibilidad de parada adecuada para las posibles colas vehiculares?		
5	En lugares donde los cabezales de los semáforos no son visibles a una distancia adecuada, ¿se han instalado señales de advertencia y/o luces intermitentes?		
4.2	Programación de semáforos		
6	¿Es adecuado el tiempo en verde para cada llegada?		
7	¿Existe suficiente tiempo de despeje?		
8	¿Existen semáforos peatonales?		
9	¿Es adecuado el tiempo otorgado al cruce peatonal?		
10	¿Son el número, la posición y el tipo de cabezales de semáforos apropiado para la composición y el ambiente de tránsito?		
11	Donde es necesario, ¿se ha provisto ayuda para peatones ciegos? (Por ejemplo, botones audio-táctiles, marcas táctiles)		
12	Donde es necesario, ¿se ha provisto ayuda para peatones ancianos o minusválidos? (Por ejemplo, alargar el verde o una fase peatonal exclusiva)		
4.3	Configuración de las caras de los semáforos		
13	¿La iluminación de las caras es mediante luces LED?		
14	¿Existen caras con indicaciones de tiempo remanente para los peatones?		
15	¿Existen caras con indicaciones de tiempo remanente para los vehículos?		

Mayra Lizet Navarro Ayquipa
MAYRA LIZET NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil Vial
 CIP N° 273382

Oscar Rommel Tito Capia
OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916

Hausmann Weber Escobar Condor
HAUSSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

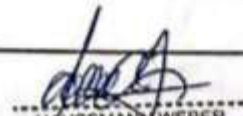
Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		5 ILUMINACIÓN	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
5.1	Efectividad de la iluminación		
1	¿Está la carretera adecuadamente iluminada?		
2	¿Es la distancia de visibilidad nocturna adecuada para la velocidad de tránsito que está usando la ruta?		
3	¿Es adecuada la distancia de visibilidad provista para intersecciones y cruces? (Por ejemplo, peatones, ciclistas, ganado, ferrocarril, etc.)		
4	¿Genera un efecto de encandilamiento alguna luminaria?		
5	¿Genera conflicto de visibilidad entre un semáforo con alguna luminaria?		
6	¿Están iluminadas las señales aéreas?		
7	¿Se limita la efectividad de las luminarias por efecto de vegetación, estructuras o similar?		
8	¿Es suficientemente uniforme el nivel de iluminación a lo largo de cada sector iluminado?		
9	¿Hay más de un 5% de luminarias apagadas?		
10	En rotondas, ¿se ha propuesto una iluminación a ésta perfectamente visible?		
11	La dotación de luminarias y proporción de iluminación ¿mejora la visibilidad en cruces?		
12	¿Están adecuadamente dimensionadas las pasarelas en cuanto a su nivel de iluminación requerido?		
13	¿Se encuentran las áreas de ciclistas y peatones convenientemente iluminadas?		
5.2	Sistema de iluminación		
14	¿Existen postes de luminarias cercanos a la calzada que puedan constituir un elemento de riesgo?		
15	Especialmente en accesos e intersecciones, ¿la ubicación de los postes dificulta la visión de los conductores?		
16	¿Se ha considerado la posibilidad de instalar postes de material frágil o colapsable?		
17	¿La iluminación es mediante luces LED?		


MAYRA LIZET
NAVARRO AYQUINA
Ingeniera Civil
CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 224916


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471

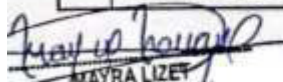


PERU
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	6 PAVIMENTO
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
6.1	Defectos en el Pavimento		
1	¿Está el pavimento relativamente libre de defectos, surcos, ondulaciones y/o similares, que podrían generar situaciones de riesgo?		
2	¿Se percibe condiciones de deformación, ahueilamiento o similar?		
6.2	Resistencia al Deslizamiento		
3	¿Existe una resistencia adecuada al deslizamiento, particularmente en curvas, pendiente pronunciadas, y acercamiento a Intersecciones?		
4	¿Se observan indicaciones de frenado abrupto?		
6.3	Drenaje de la superficie		
5	¿El pavimento está libre de zonas de estancamiento o capas de agua?		
6	¿Es adecuado el peralte y bombeo de la calzada?		
7	¿Es uniforme el peralte y bombeo?		
6.4	Irregularidades de la superficie		
8	¿Está el pavimento libre de piedras u otro material suelto?		
9	¿Podrían generar riesgos los reductores de velocidad por ser demasiados agresivos en su conformación?		
10	De contar con bandas alertadoras, ¿generan éstas una pérdida de contacto de los neumáticos con el pavimento?		
11	De contar con bandas alertadoras, ¿se encuentran colocadas en pendientes o en curvas tales que generen un efecto negativo en la estabilidad de vehículos?		


MAYRA LIZET
NAVARRO AYQUIRA
Ingeniera Civil
CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 224916


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471

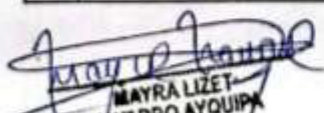


Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones


Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	7 BERMAS
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
7.1	Berma, (dimensiones y condición)		
1	¿Es el ancho de la berma suficiente para detener un vehículo con averías?		
2	¿Se mantiene el ancho de berma en puentes y sus accesos?		
3	¿Las bermas se encuentran pavimentadas?		
4	¿La superficie de la berma está resistiendo las cargas a la cual está sometida? Comente los desperfectos que se observan.		
5	¿Las bermas son transitables para todos los vehículos y usuarios de la vía?		
6	¿Es segura la transición desde la calzada hacia la berma?		
7.2	Berma (sección lateral)		
7	¿Hay suficiente pendiente en las bermas para garantizar su drenaje?		
8	¿Existen desniveles entre el pavimento y la berma?		
9	¿Existen desniveles al costado exterior de las bermas?		
10	¿Existen bordes alertadores donde puedan ser necesarios?		
11	¿Se incluye un sobre ancho en la parte interior de las curvas?		


MAYRA LIZET
NAVARRO AYQUIPA
Ingeniera Civil
CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 224918


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471



PERU
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones


Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

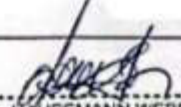
LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		11 VISIBILIDAD Y VELOCIDAD	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
11.1	Visibilidad y distancia de visibilidad		
1	¿La distancia de visibilidad es adecuada para la velocidad de tránsito que está usando la ruta?		
2	¿Son visibles a una distancia adecuada las intersecciones?		
3	¿Son visibles las salidas y entradas desde otras vías?		
4	¿Es adecuada la distancia de visibilidad entre las caizadas y los accesos a propiedades privadas?		
5	¿Existen taludes de corte que limitan la distancia de visibilidad?		
6	¿Existen barreras de contención que limitan la distancia de visibilidad?		
7	¿Existen combinaciones de curvatura horizontal y vertical que generen limitaciones de visibilidad?		
8	Los accesos a áreas de descanso y áreas de estacionamiento para vehículos pesados, ¿son adecuados para el tamaño de los vehículos esperados?		
9	¿La distancia de visibilidad es adecuada en los puntos de entrada y salida de las áreas de descanso y estacionamiento de camiones en cualquier momento del día?		
10	¿Se limita la distancia de visibilidad nocturna por cualquier fuente de encandilamiento?		
11	¿Son visibles a una distancia adecuada los cruces formales e informales entre caizadas?		
12	¿Existe en la vía alguna señalización publicitaria que limita la distancia de visibilidad?		
13	¿Las alineaciones propuestas satisfacen la distancia de visibilidad en tramos libres?		
11.2	Velocidad		
14	¿Es el alineamiento vertical y horizontal coherente con la velocidad de operación de la vía?		


MAYRA LIZET
NAVARRO AYQUIPA
Ingeniera Civil
CIP N° 273392

Manual de Seguridad Vial


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 224916




HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes Página 338
CIP N° 290471



PERU

Ministerio
de Transportes
y ComunicacionesViceministerio
de TransportesDirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		11 VISIBILIDAD Y VELOCIDAD	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
15	¿Está indicado a lo largo de la vía, la velocidad máxima permitida?		
16	¿Se mantiene en el tramo una velocidad máxima consistente?		
17	¿De haber modificaciones en la velocidad máxima permitida, se señalan adecuadamente y con una frecuencia apropiada?		
18	¿Las velocidades señalizadas en curvas son adecuadas?		
19	¿El límite de velocidad es compatible con la función, la geometría de la vía, el uso de suelo y la distancia de visibilidad?		
20	De contar con una reducción operativa de la velocidad máxima ¿se señala cuando se levanta la restricción?		
21	El diseño geométrico de la vía, ¿es adecuado de acuerdo a la función de la carretera y la velocidad de diseño?		
11.3	Legibilidad de la vía		
22	¿La vía está libre de elementos que puedan causar alguna confusión? Por ejemplo, líneas de árboles, postes, o similar.		
23	¿La vía está libre de curvas engañosas o combinaciones de curva (horizontal y vertical)?		


MAYRA LIZER NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916


HAUSSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	13 INTERSECCIONES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
13.1	Emplazamiento y diseño de las intersecciones		
1	¿Todas las intersecciones son localizadas en forma segura respecto del alineamiento vertical y horizontal?		
2	¿Genera dificultades para cualquier tipo de vehículo legal la configuración de las intersecciones?		
3	Donde existen intersecciones al final de una zona de alta velocidad (por ejemplo, en accesos a ciudades), ¿se han proyectado dispositivos de control de tránsito para alertar a los conductores?		
4	¿El alineamiento de las islas de tránsito es obvio y correcto?		
5	¿El alineamiento de las medianas es obvio y correcto?		
6	¿Todos los probables tipos de vehículos pueden realizar maniobras de viraje seguras?		
7	¿Las canalizaciones tienen un largo suficiente?		
8	¿Está claramente señalizada, o influida por el diseño, una disminución de velocidad en los tramos en que sea requerido? (Por ejemplo, ramales o al llegar a un cruce)		
9	¿Son los ramales lo suficientemente amplios y diseñados para permitir una maniobra segura a los vehículos pesados? (Por ejemplo, camiones con acoplado)		
10	Para los accesos desde las vías secundarias ¿existe adecuada distancia de visibilidad?		
11	¿Se han tenido en cuenta la presencia de ciclistas en el diseño de las intersecciones?		
13.2	Visibilidad; distancia de visibilidad		
12	¿La distancia de visibilidad de detención es adecuada?		
13	¿La distancia de visibilidad es adecuada para advertir a los vehículos que van entrando o saliendo?		
14	¿Existe adecuada visibilidad desde las vías transversales para entrar en el flujo de la vía principal?		
13.3	Regulación y delineación		
15	¿La demarcación del pavimento y señales que regulan la intersección son satisfactorias?		


MAYRA LIZET NAVARRO AYQUINA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIÁ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916


HAUSSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	13 INTERSECCIONES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
16	¿Existen conflictos entre las señales verticales y las señales horizontales?		
17	¿La trayectoria de los vehículos en las intersecciones es delineada satisfactoriamente?		
18	¿Son todas las pistas demarcadas correctamente? (Incluyendo flechas)		
19	¿Se han evitado los virajes a la izquierda desde una pista?		
13.4 Retornos			
20	¿Está la posibilidad de esta maniobra claramente señalizada con la antelación suficiente y por separado?		
21	¿Es consistente la demarcación con la señalización vertical?		
22	El lugar en que se ha permitido esta maniobra ¿está ubicado de modo que asegure una distancia de visibilidad óptima?		
23	¿Algún poste, señal, árbol, etc. bloquea la visión del usuario mientras espera en la mediana para realizar la maniobra?		
24	¿Es lo suficientemente ancha la zona de espera en la mediana como para albergar camiones con acoplado?		
25	¿Es lo suficientemente larga la zona de espera en la mediana como para albergar la demanda de vehículos que posee el retorno?		
13.5 Rotondas			
26	¿Contribuye el diseño de la rotonda a alcanzar la reducción de velocidad deseada?		
27	¿Entregan las rotondas agilidad de flujo?		
28	El diseño de las rotondas, ¿contempla el flujo de usuarios vulnerables?		
29	¿Las rutas posibles en las intersecciones están claramente definidas para todas las direcciones y maniobras?		
13.6 Virajes del Tránsito			
30	¿Se han evitado los virajes a la izquierda?		
31	¿Se señala anticipadamente la proximidad de una pista de viraje?		

MAYRA LIZET
 NAVARRO AYQUINA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392

OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916

HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	14 USUARIOS VULNERABLES
JEFE DEL EQUIPO NOMBRE FIRMA FECHA			COMENTARIOS
14.1	Alcances generales		
1	¿Las rutas y cruces peatonales son adecuados para peatones y ciclistas?		
2	Donde es necesario, ¿se han instalado vallas para encauzar a peatones y ciclistas hacia cruces o pasos elevados?		
3	Donde es necesario separar los flujos vehiculares de los peatonales y de ciclistas, ¿se han instalado barreras de contención?		
4	¿Están claramente definidas las zonas de flujo peatonal y/o ciclista?		
5	¿Son las zonas definidas concordantes con los deseos de los usuarios?		
14.2	Usuarios vulnerables, a lo largo de la vía		
6	¿Existe un espacio longitudinal a lo largo de la vía para el desplazamiento seguro de peatones y ciclistas (Usuarios Vulnerables)?		
7	¿Es suficiente ancho el espacio para los usuarios vulnerables, o se ven obligados a transitar en el pavimento?		
14.3	Usuarios vulnerables, cruzando la vía		
8	¿Están adecuadamente señalizados los cruces para los usuarios vulnerables?		
9	¿Hay un adecuado número de pasos peatonales a lo largo de la ruta?		
10	En el caso de vías anchas y dobles calzadas, ¿existen refugios a mitad del cruce?		
11	¿Pueden los conductores ver a los peatones en el refugio claramente?		
12	En el caso de cruce tipo pelicano, ¿el tramo del refugio central obliga a los usuarios a ver de frente el tráfico que se aproxima?		
13	¿Se ha considerado a los ancianos, discapacitados, niños, sillas de rueda y coches de bebé con respecto al diseño de pasamanos, rebajes de solera y mediana, además de rampas?		
14	¿La señalización alrededor de escuelas es adecuada?		


MAYRA LIZET NAVARRO AYQUINA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916


WASSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	14 USUARIOS VULNERABLES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
15	¿La señalización alrededor de hospitales es adecuada?		
16	¿La distancia de visibilidad de parada es suficiente para detectar los usuarios del cruce?		
17	¿Está desfasada la iluminación del cruce? Es decir, no centrada.		
14.4 Ciclovías			
18	¿El ancho del espacio es adecuado para el número de ciclistas que usan la ruta?		
19	¿La ruta para ciclistas es libre de algún punto restrictivo u hoyo?		
20	¿La ruta para ciclistas es continuada entre puntos? (Sin interrupción).		
21	¿Las rejillas de sumidero son seguras para las bicicletas?		
14.5 Transporte Público y paraderos de buses			
22	¿Los paraderos de buses son localizados en forma segura, con la visibilidad adecuada y con una correcta segregación de la pista de circulación?		
23	¿Podrán causar problemas los paraderos de buses en las proximidades de las intersecciones?		
24	¿Las paradas de buses en áreas rurales son señalizadas con anticipación?		
25	¿Los refugios peatonales y asientos, son localizados en forma segura permitiendo una adecuada línea de visibilidad? ¿Su separación con la vía es correcta?		
26	¿Existen actividades que crean altos flujos peatonales, como colegios, centros turísticos, centros comerciales, en lados opuestos de la vía principal?		
27	¿Están los paraderos de buses cerca de las pasarelas peatonales?		
28	De existir ambas ¿Están los paraderos de buses ubicados después de las intersecciones y puntos de acceso a la calzada?		
29	¿Cuentan los paraderos de buses con un sistema de iluminación adecuado?		

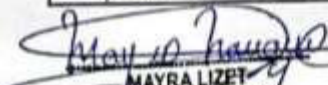

MAYRA LIZET NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916


HAUSSMANN WEBER ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		14 USUARIOS VULNERABLES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
30	¿Se detienen los buses sobre la berma para tomar o dejar pasajeros?		
31	¿Están debidamente señalizados los paraderos?		
32	En vías de alta velocidad, ¿cuentan con una pista de acceso, zona de parada y pista de aceleración debidamente diseñada y claramente demarcada?		
14.6	Pasarela		
33	¿Presentan todos los pasos superiores de peatones medidas de seguridad para todos sus posibles usuarios?		
34	¿Están adecuadamente dimensionadas las pasarelas en cuanto a accesibilidad, comodidad e interdistancia?		
35	Los pasos superiores e inferiores, ¿presentan las dimensiones y equipamiento apropiados para los usos reales que se registran?		
36	¿Están adecuadamente iluminadas las pasarelas?		
37	¿Están conectadas mediante aceras a los paraderos o a las áreas urbanas más próximas?		
38	¿Se han tenido en consideración los niños, ancianos y minusválidos? (Rampas en vez de escalas).		
39	¿Tienen una pendiente adecuada para los usuarios mayores?		
40	La configuración de la pasarela, ¿permite el cruce de vehículos motorizados? (Motos).		
41	¿Se ha implementado vallas peatonales en la mediana para desincentivar el cruce de los peatones a través de la calzada?		
42	¿Es necesario colocar una reja que evite el lanzamiento de piedras u otros objetos a la calzada?		


 MAYRA LIZET
 NAVARRO AYQUIPA
 Ingeniera Civil
 CIP N° 273392


 OSCAR ROMMEL TITO CAPIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 224916



 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

Anexo D. Registro de accidentes de tránsito entre las progresivas 38+00 a 39+00.

ACCIDENTES DE TRANSITO ENTRE LAS PROGRESIVAS 38+00 A 39+00						
Ítem	Fecha	Modalidad	Ubicación	Fallecidos	Heridos	Vehículos
1	05/01/2020	atropello	38+890		1	Automóvil
2	31/01/2020	choque	39+000			Camioneta - Ómnibus
3	02/02/2020	volcadura	38+900		3	Automóvil - Ómnibus
4	05/02/2020	volcadura	38+890		1	Moto lineal - Minivan
5	14/02/2020	despiste	38+750			Semitrayler
6	23/02/2020	choque	38+900		3	Camioneta - Camioneta
7	26/02/2020	choque	38+500			ómnibus - Camión - automóvil
8	03/04/2020	choque	38+800			camión - camión
9	11/05/2020	choque	38+800		3	camioneta - ómnibus
10	03/06/2020	choque	38+900			camioneta - camioneta
11	16/06/2020	choque	38+900		2	camioneta - station wagon
12	26/06/2020	choque	38+900			ómnibus - camioneta
13	05/07/2020	choque	38+890			ómnibus - automóvil
14	06/07/2020	atropello	38+900	1		automóvil
15	23/07/2020	atropello	38+900		1	camión
16	31/07/2020	choque	38+890			automóvil - automóvil
17	28/08/2020	choque	38+900			camioneta - ómnibus
18	26/08/2020	choque	38+825			camión - moto lineal
19	31/08/2020	choque	38+900		1	ómnibus - moto lineal
20	07/10/2020	choque	38+890			station wagon - automóvil
21	11/10/2020	choque	38+900		2	camión - camión
22	12/10/2020	despiste	38+900			semitrayler
23	17/10/2020	choque	38+900		1	automóvil - moto lineal
24	24/10/2020	choque	38+900		4	ómnibus - camioneta
25	25/10/2020	choque	38+900		2	automóvil - ómnibus
26	15/11/2020	choque	38+890			automóvil - ómnibus
27	05/12/2020	choque	38+900			station wagon - semitrayler
28	16/12/2020	choque	38+900			ómnibus - ómnibus
29	27/12/2020	choque	38+900			semitrayler - camión - camioneta
30	04/01/2021	choque	38+900		1	ómnibus - camioneta
31	09/02/2021	despiste	38+890			semitrayler
32	17/02/2021	choque	38+900		1	camioneta - semitrayler
33	01/03/2021	despiste	38+500			semitrayler
34	12/03/2021	choque	39+000			automóvil - moto lineal
35	22/03/2021	despiste	38+825		1	camioneta
36	06/04/2021	volcadura	38+900			camión
37	08/04/2021	choque	38+825			automóvil - automóvil
38	01/05/2021	choque	38+900			automóvil - ómnibus
39	24/05/2021	choque	38+900			camioneta - automóvil - camión - semitrayler


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

40	02/06/2021	choque	38+825			camioneta - camión - automóvil
41	03/07/2021	choque	38+900		2	ómnibus - minivan
42	10/07/2021	choque	38+825			omnibus - omnibus
43	10/07/2021	choque	38+825		4	omnibus - omnibus
44	01/08/2021	caída de pasajero	38+900			omnibus
45	14/08/2021	choque	38+900			semitrayler - camion
46	19/09/2021	choque	38+900			camioneta - moto lineal
47	05/10/2021	choque	38+900		2	camion - camioneta
48	09/10/2021	choque	38+900		2	automovil - camioneta
49	22/10/2021	choque	38+900			camion - camion - semitrayler
50	24/10/2021	choque	38+890			automovil - camioneta
51	31/10/2021	choque	38+900			camioneta - camioneta - automovil
52	31/10/2021	choque	38+900		1	camion - camioneta
53	03/12/2021	choque	38+890			camión - camión -automóvil - automóvil
54	11/01/2022	choque	38+900			automovil - moto lineal
55	15/01/2022	choque	38+890			camión
56	11/02/2022	atropello	38+890		1	automóvil
57	22/02/2022	choque	38+890		1	semitrayler - camión
58	26/03/2022	choque	38+900		4	ómnibus - ómnibus
59	09/04/2022	atropello	38+900		1	camioneta
60	21/04/2022	choque	38+900			ómnibus
61	21/04/2022	choque	38+750			ómnibus
62	23/04/2022	choque	38+900		3	automóvil - automóvil
63	24/04/2022	atropello	38+890		1	trimoto
64	27/04/2022	atropello	38+900		1	semitrayler
65	03/05/2022	choque	38+800			ómnibus
66	04/05/2022	atropello	38+890		1	automóvil
67	26/05/2022	choque	38+800		3	semitrayler - automóvil
68	24/05/2022	caída de pasajero	39+000		1	minivan
69	06/06/2022	choque	38+700			ómnibus
70	08/06/2022	atropello	38+900		1	automóvil
71	20/06/2022	choque	38+900		2	automóvil - camioneta
72	13/08/2022	choque	38+825			automóvil - automóvil
73	29/08/2022	choque	39+000		2	automóvil - automóvil
74	06/09/2022	choque	38+700			camioneta - ómnibus
75	16/09/2022	choque	38+825			camión - camioneta
76	18/09/2022	especiales	38+900		1	camioneta
77	28/09/2022	choque	38+825			camión - camioneta
78	24/10/2022	choque	38+900		1	camioneta - semitrayler
79	15/11/2022	atropello	38+900	1		ómnibus
80	06/12/2022	caída de pasajero	38+890		1	ómnibus


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

81	10/12/2022	atropello	39+000		1	automóvil
82	18/12/2022	choque	38+890		2	ómnibus - ómnibus
83	03/01/2023	atropello	38+890		1	station wagon
84	12/02/2023	choque	38+700			camión - automóvil - camioneta
85	19/02/2023	choque	38+700		1	automóvil - ómnibus
86	19/02/2023	choque	38+890			ómnibus - semitrayer
87	26/02/2023	choque	38+400			automóvil - automóvil
88	13/03/2023	caída de pasajero	38+825	1		ómnibus
89	24/04/2023	choque	38+825		2	camioneta - camioneta
90	28/04/2023	despiste	38+890		1	moto lineal
91	24/05/2023	choque	38+890			automóvil
92	31/05/2023	choque	38+900			automóvil - camioneta
93	31/05/2023	choque	38+890		7	automóvil - camioneta
94	01/06/2023	choque	38+900			automóvil
95	30/06/2023	atropello	39+000		1	ómnibus
96	02/07/2023	choque	38+825			automóvil - semitrayer - minivan
97	13/07/2023	choque	38+800		3	ómnibus - camioneta - automóvil
98	23/07/2023	despiste	38+890			automóvil
99	25/07/2023	choque	38+900			automóvil - camioneta
100	24/08/2023	especiales	39+000			semitrayer - minivan
101	21/09/2023	despiste	38+800		1	trimotor
102	15/10/2023	atropello	38+900		1	automóvil - ómnibus
103	23/12/2023	choque	38+890			automóvil - automóvil
104	28/12/2023	volcadura	38+800		1	moto lineal
105	20/01/2024	choque	38+890			automóvil - automóvil
106	24/01/2024	choque	38+890		1	ómnibus - automóvil
107	10/02/2024	choque	38+900			camioneta - trimoto
108	20/02/2024	choque	38+900			automóvil - minivan
109	24/02/2024	especiales	38+825			camión
110	28/02/2024	choque	38+800			camión - automóvil
111	05/03/2024	choque	38+900		1	moto lineal - camioneta
112	27/03/2024	choque	38+900			semitrayer - semitrayer
113	28/03/2024	choque	38+890		1	automóvil - moto lineal
114	29/03/2024	choque	38+900		3	camión - automóvil
115	16/04/2024	volcadura	38+500		1	moto lineal
116	23/04/2024	choque	38+890			ómnibus - camión
117	24/04/2024	choque	38+900			automóvil - station wagon
118	30/04/2024	choque	39+000			camioneta - automóvil
119	30/04/2024	choque	38+825			semitrayer - automóvil - ómnibus
120	30/04/2024	choque	38+890			automóvil - camioneta
121	09/05/2024	despiste	39+000		1	ómnibus - ómnibus
122	18/05/2024	atropello	38+900	2	1	semitrayer - semitrayer



 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

123	24/06/2024	atropello	38+900		1	moto lineal
124	02/08/2024	despiste	38+900			ómnibus
125	10/08/2024	choque	38+900		3	semitrayler - semitrayler
126	01/09/2024	choque	38+900			staton wagon - camioneta
127	03/09/2021	despiste	38+900			camioneta
128	06/09/2024	atropello	39+000		1	automóvil
129	16/09/2024	choque	38+825			semitrayler - camión
130	18/09/2024	choque	38+890			camioneta
131	21/10/2024	choque	38+825		1	ómnibus - moto lineal
132	06/11/2024	choque	38+600			camión - automóvil
133	06/11/2024	choque	39+000		1	automóvil - camioneta
134	08/11/2024	choque	38+890		1	ómnibus - ómnibus
135	16/11/2024	choque	38+890		1	camión - camión
136	26/12/2024	choque	38+825		1	moto lineal


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

Anexo E. Desarrollo de la lista de chequeo de la inspección de seguridad vial

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	1 SEÑALES VERTICALES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
1.1	Generalidades de las Señales Verticales		
1	¿Son visibles y entendibles con sólo una mirada todas las señales verticales, incluyendo las señales variables?	✓	No hay señales variables
2	¿Existen señales verticales que puedan confundir?	✗	No
3	¿Entregan mensajes claros y sencillos a los usuarios? Ej. Iconos en vez de textos.	✓	Sí
4	¿Existen señales verticales son las necesarias?	✓	Sí
5	¿Existe concordancia entre las señales verticales y las señales horizontales?	✗	Las señales horizontales no se muestran en el pavimento
6	¿Existen obstáculos (árboles, luminarias, señales, paraderos, etc.), que impidan la visión de las señales verticales?	✓	Existen postes, árboles y avisos publicitarios
7	¿Existe evidencia de vandalismo o pintado de grafitis?	✗	No
8	¿Existe evidencia de robo de señales verticales?	✗	No
9	¿Hay necesidad de colocar señalización vertical para ciclistas, motociclistas u otros?	✗	No
10	¿Hay señales verticales que limiten la visibilidad en accesos e intersecciones?	✓	Sí
1.2	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Reglamentarias		
11	¿Se encuentran y son visibles todas las señales reglamentarias requeridas?	✓	Sí
12	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, distancia de la berma y en el lugar apropiado).	✓	Sí
13	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?	✓	Sí
14	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?	✗	No existe buena iluminación
15	¿Son legibles de día a una distancia adecuada?	✓	Sí
16	¿Son legibles de noche a una distancia adecuada?	✗	No, porque hay poca iluminación
17	En las intersecciones, ¿es preciso señalar quién tiene la prioridad?	✗	No
1.3	Presencia y efectividad de las Señales Verticales Preventivas		
18	¿Se encuentran y son visibles todas las señales preventivas requeridas?	✓	Sí


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		1 SEÑALES VERTICALES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE	FIRMA		
FECHA			
19	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, posición con respecto a la berma y a la distancia apropiada de la situación que advierten).	X	La señal de peatones se ubica muy alejado de la vía
20	¿Existen contradicciones entre el mensaje de la señal y la situación existente en la ruta?	X	No
21	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?	✓	Sí
22	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?	X	No, porque existen obstáculos que obstruyen
23	¿Son legibles de día a una distancia adecuada?	✓	Sí
24	¿Son legibles de noche a una distancia adecuada?	X	No
25	¿Se aplican restricciones para alguna clase de vehículos?	X	No
26	Si se aplican restricciones para algún tipo de vehículo, ¿se les indica a los conductores rutas alternativas?	X	No
27	¿Será necesaria cada restricción?	X	No
1.4 Presencia y efectividad de las Señales Verticales Informativas			
28	¿Hay suficiente señalización informativa para que un conductor no familiar con el lugar, pueda informarse?	✓	Sí
29	En los enlaces o salidas de la carretera, ¿se otorga información suficiente y oportuna a los usuarios para encauzar y navegar a su destino?	X	No, se ubica a pocos metros de la salida
30	Las señales informativas, ¿son inmediatamente visibles para todo usuario que entre en la carretera desde cualquier acceso (vías colindantes)?	✓	Sí
1.5 Soporte de la Señalización Vertical			
31	¿Son relativamente frágiles los sistemas de soporte de todas las señales verticales?	✓	Sí, son de acero negro que están expuestos a oxidarse.
1.6 Paneles de mensajería variable			
32	¿Entregan un mensaje claro y de relevancia la cual se puede entender con una mirada breve?	X	No aplica

HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		2 SEÑALES HORIZONTALES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
2.1	Demarcaciones Generalidades		
1	¿Proporcionan las marcas viales el más alto grado de seguridad a todos los grupos de usuarios de la vía?	X	No
2	¿Se asegura una continuidad en la señalización entre las secciones nuevas y antiguas de la carretera, o al menos una transición adecuada?	✓	Sí
3	¿Existen contradicciones entre demarcaciones?	X	Son deficientes
4	¿Es adecuado el contraste de la marca vial con el pavimento?	✓	Sí
5	¿Tendrán un adecuado coeficiente de roce las demarcaciones?	X	No aplica
6	¿Son del color correcto las demarcaciones?	✓	Sí
7	¿Son necesarias demarcaciones horizontales especiales?	X	No aplica
8	¿Es fácilmente identificable e interpretable la señalización horizontal de canalización en una intersección?	X	No se visualiza la señal de zona de despeje de la intersección
2.2	Demarcaciones longitudinales planas		
9	¿Es la demarcación longitudinal plana consistente y adecuada?	X	Carencia de mantenimiento
10	¿Son visibles de día las demarcaciones longitudinales? (Central, borde y pistas de la vía)	X	Las señales se encuentran entre cortadas
11	¿Son visibles de noche las demarcaciones longitudinales? (Central, borde y pistas de la vía)	X	No
12	Las dimensiones de las demarcaciones horizontales, ¿son adecuadas para la velocidad y tránsito previstos?	✓	Sí
13	¿Están adecuadamente indicadas las zonas de "No Adelantar"?	X	No aplica
14	¿Existe concordancia entre la señalización vertical y horizontal, en cuanto a las zonas de "No Adelantar"?	X	No aplica
15	¿Los adelantamientos propuestos son oportunos y seguros?	X	No aplica
16	¿Existen posibilidades de adelantar a vehículos pesados donde hay altos volúmenes de tránsito?	X	No aplica



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		2 SEÑALES HORIZONTALES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE	FIRMA		
FECHA			
2.3	Demarcaciones elevadas		
17	¿Son visibles de noche las Tachas y/o Tachones? (Casi toda vía requiere de tachas)	X	Los tachones se encuentran dañados
18	¿Son suficientes en número para complementar adecuadamente las demarcaciones planas?	✓	Sí
19	¿Existe concordancia de color entre las demarcaciones planas y las demarcaciones elevadas?	✓	Sí
2.4	Eliminación de demarcaciones obsoletas		
20	¿Existen demarcaciones que deban ser removidas?	X	No
2.5	Demarcación de otros elementos		
21	¿Son claramente visibles los reductores de velocidad y a una distancia adecuada?	X	No existe reductor de velocidad
22	¿Son claramente visibles las bandas alertadoras?	X	No existe bandas alertadoras


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471




Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		4 SEMÁFOROS	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
4.1	Visibilidad; distancia de visibilidad de los semáforos		
1	¿Son los semáforos claramente visibles para los conductores que se aproximan?	✓	Sí
2	¿Existen por lo menos dos caras por llegada?	✓	Sí
3	¿Están los cabezales de los semáforos configurados de modo que puedan ser vistos sólo por los conductores que los enfrentan?	✓	Sí
4	¿Es la distancia de visibilidad de parada adecuada para las posibles colas vehiculares?	✓	Sí
5	En lugares donde los cabezales de los semáforos no son visibles a una distancia adecuada, ¿se han instalado señales de advertencia y/o luces intermitentes?	✓	Sí, existen señales preventivas de aproximación a un semáforo
4.2	Programación de semáforos		
6	¿Es adecuado el tiempo en verde para cada llegada?	✗	No, el tiempo asignado para el la principal es demasiado holgado
7	¿Existe suficiente tiempo de despeje?	✓	Sí
8	¿Existen semáforos peatonales?	✓	Sí
9	¿Es adecuado el tiempo otorgado al cruce peatonal?	✗	No, porque los peatones no logran cruzar la intersección
10	¿Son el número, la posición y el tipo de cabezales de semáforos apropiado para la composición y el ambiente de tránsito?	✓	Sí
11	Donde es necesario, ¿se ha provisto ayuda para peatones ciegos? (Por ejemplo, botones audio-táctiles, marcas táctiles)	✗	No ayuda para peatones ciegos
12	Donde es necesario, ¿se ha provisto ayuda para peatones ancianos o minusválidos? (Por ejemplo, alargar el verde o una fase peatonal exclusiva)	✗	No existe
4.3	Configuración de las caras de los semáforos		
13	¿La iluminación de las caras es mediante luces LED?	✓	Sí
14	¿Existen caras con indicaciones de tiempo remanente para los peatones?	✗	No, sólo la señal de peatones en verde
15	¿Existen caras con indicaciones de tiempo remanente para los vehículos?	✗	No


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes página 330
 CIP N° 290471




Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		5 ILUMINACIÓN	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
5.1 Efectividad de la iluminación			
1	¿Está la carretera adecuadamente iluminada?	X	No, se encontró luminarias inoperativas
2	¿Es la distancia de visibilidad nocturna adecuada para la velocidad de tránsito que está usando la ruta?	✓	Sí
3	¿Es adecuada la distancia de visibilidad provista para intersecciones y cruces? (Por ejemplo, peatones, ciclistas, ganado, ferrocarril, etc.)	✓	Sí
4	¿Genera un efecto de encandilamiento alguna luminaria?	X	No
5	¿Genera conflicto de visibilidad entre un semáforo con alguna luminaria?	X	No
6	¿Están iluminadas las señales aéreas?	✓	Sí
7	¿Se limita la efectividad de las luminarias por efecto de vegetación, estructuras o similar?	X	No
8	¿Es suficientemente uniforme el nivel de iluminación a lo largo de cada sector iluminado?	X	No hay uniformidad porque existen luminarias inoperativas
9	¿Hay más de un 5% de luminarias apagadas?	✓	Sí
10	En rotondas, ¿se ha propuesto una iluminación a ésta perfectamente visible?	X	No aplica
11	La dotación de luminarias y proporción de iluminación ¿mejora la visibilidad en cruces?	✓	Sí
12	¿Están adecuadamente dimensionadas las pasarelas en cuanto a su nivel de iluminación requerido?	X	No aplica
13	¿Se encuentran las áreas de ciclistas y peatones convenientemente iluminadas?	✓	Sí
5.2 Sistema de iluminación			
14	¿Existen postes de luminarias cercanos a la calzada que puedan constituir un elemento de riesgo?	✓	Sí, existen muchos postes
15	Especialmente en accesos e intersecciones, ¿la ubicación de los postes dificulta la visión de los conductores?	X	No
16	¿Se ha considerado la posibilidad de instalar postes de material frágil o colapsable?	X	No
17	¿La iluminación es mediante luces LED?	✓	Sí


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		6 PAVIMENTO	
JEFE DEL EQUIPO NOMBRE FIRMA FECHA		REVISADO	
			COMENTARIOS
6.1 Defectos en el Pavimento			
1	¿Está el pavimento relativamente libre de defectos, surcos, ondulaciones y/o similares, que podrían generar situaciones de riesgo?	X	No, se aprecia undulaciones, ahuellamiento y agrietamiento.
2	¿Se percibe condiciones de deformación, ahuellamiento o similar?	✓	Sí
6.2 Resistencia al Deslizamiento			
3	¿Existe una resistencia adecuada al deslizamiento, particularmente en curvas, pendiente pronunciadas, y acercamiento a Intersecciones?	X	No, se aprecia que el pavimento no tiene superficie rugosa
4	¿Se observan indicaciones de frenado abrupto?	✓	Sí
6.3 Drenaje de la superficie			
5	¿El pavimento está libre de zonas de estancamiento o capas de agua?	✓	Sí
6	¿Es adecuado el peralte y bombeo de la calzada?	X	No aplica
7	¿Es uniforme el peralte y bombeo?	X	No aplica
6.4 Irregularidades de la superficie			
8	¿Está el pavimento libre de piedras u otro material suelto?	✓	Sí
9	¿Podrían generar riesgos los reductores de velocidad por ser demasiados agresivos en su conformación?	X	No, ya que no existe reductores de velocidad
10	De contar con bandas alertadoras, ¿generan éstas una pérdida de contacto de los neumáticos con el pavimento?	X	No aplica
11	De contar con bandas alertadoras, ¿se encuentran colocadas en pendientes o en curvas tales que generen un efecto negativo en la estabilidad de vehículos?	X	No hay bandas alertadoras


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471




Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes


Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL			7 BERMAS
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
7.1	Berma, (dimensiones y condición)		
1	¿Es el ancho de la berma suficiente para detener un vehículo con averías?	X	<i>Solo para vehículos menores</i>
2	¿Se mantiene el ancho de berma en puentes y sus accesos?	X	<i>No aplica</i>
3	¿Las bermas se encuentran pavimentadas?	✓	<i>Si</i>
4	¿La superficie de la berma está resistiendo las cargas a la cual está sometida? Comente los desperfectos que se observan.	X	<i>Existe discontinuidad en ciertos tramos</i>
5	¿Las bermas son transitables para todos los vehículos y usuarios de la vía?	X	<i>No es apto para vehículos mayores</i>
6	¿Es segura la transición desde la calzada hacia la berma?	X	<i>En algunos tramos existe discontinuidad</i>
7.2	Berma (sección lateral)		
7	¿Hay suficiente pendiente en las bermas para garantizar su drenaje?	✓	<i>Si</i>
8	¿Existen desniveles entre el pavimento y la berma?	✓	<i>En algunos tramos se aprecia desnivel</i>
9	¿Existen desniveles al costado exterior de las bermas?	✓	<i>Si</i>
10	¿Existen bordes alertadores donde puedan ser necesarios?	X	<i>No aplica</i>
11	¿Se incluye un sobre ancho en la parte interior de las curvas?	X	<i>No aplica</i>


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471



LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	11 VISIBILIDAD Y VELOCIDAD
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
11.1	Visibilidad y distancia de visibilidad		
1	¿La distancia de visibilidad es adecuada para la velocidad de tránsito que está usando la ruta?	✓	<i>SI</i>
2	¿Son visibles a una distancia adecuada las intersecciones?	✓	<i>SI</i>
3	¿Son visibles las salidas y entradas desde otras vías?	✓	<i>SI</i>
4	¿Es adecuada la distancia de visibilidad entre las calzadas y los accesos a propiedades privadas?	✗	<i>No aplica</i>
5	¿Existen taludes de corte que limitan la distancia de visibilidad?	✗	<i>No aplica</i>
6	¿Existen barreras de contención que limitan la distancia de visibilidad?	✗	<i>No aplica</i>
7	¿Existen combinaciones de curvatura horizontal y vertical que generen limitaciones de visibilidad?	✗	<i>No aplica</i>
8	Los accesos a áreas de descanso y áreas de estacionamiento para vehículos pesados, ¿son adecuados para el tamaño de los vehículos esperados?	✗	<i>No aplica</i>
9	¿La distancia de visibilidad es adecuada en los puntos de entrada y salida de las áreas de descanso y estacionamiento de camiones en cualquier momento del día?	✗	<i>No aplica</i>
10	¿Se limita la distancia de visibilidad nocturna por cualquier fuente de encandilamiento?	✗	<i>No aplica</i>
11	¿Son visibles a una distancia adecuada los cruces formales e informales entre calzadas?	✗	<i>No aplica</i>
12	¿Existe en la vía alguna señalización publicitaria que limita la distancia de visibilidad?	✓	<i>SI, existen avisos publicitarios</i>
13	¿Las alineaciones propuestas satisfacen la distancia de visibilidad en tramos libres?	✗	<i>No aplica</i>
11.2	Velocidad		
14	¿Es el alineamiento vertical y horizontal coherente con la velocidad de operación de la vía?	✗	<i>No aplica</i>


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes Página 338
 CIP N° 290471



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		11 VISIBILIDAD Y VELOCIDAD	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
15	¿Está indicado a lo largo de la vía, la velocidad máxima permitida?	✓	<i>Si</i>
16	¿Se mantiene en el tramo una velocidad máxima consistente?	✗	<i>No</i>
17	¿De haber modificaciones en la velocidad máxima permitida, se señalan adecuadamente y con una frecuencia apropiada?	✓	<i>Si</i>
18	¿Las velocidades señalizadas en curvas son adecuadas?	✗	<i>No aplica</i>
19	¿El límite de velocidad es compatible con la función, la geometría de la vía, el uso de suelo y la distancia de visibilidad?	✓	<i>Si</i>
20	De contar con una reducción operativa de la velocidad máxima ¿se señala cuando se levanta la restricción?	✗	<i>No aplica</i>
21	El diseño geométrico de la vía, ¿es adecuado de acuerdo a la función de la carretera y la velocidad de diseño?	✓	<i>Si</i>
11.3 Legibilidad de la vía			
22	¿La vía está libre de elementos que puedan causar alguna confusión? Por ejemplo, líneas de árboles, postes, o similar.	✗	<i>En la zona hay presencia de postes y árboles</i>
23	¿La vía está libre de curvas engañosas o combinaciones de curva (horizontal y vertical)?	✗	<i>No aplica</i>


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471



LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	13 INTERSECCIONES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
13.1	Emplazamiento y diseño de las intersecciones		
1	¿Todas las intersecciones son localizadas en forma segura respecto del alineamiento vertical y horizontal?	✓	Sí
2	¿Genera dificultades para cualquier tipo de vehículo legal la configuración de las intersecciones?	✗	No
3	Donde existen intersecciones al final de una zona de alta velocidad (por ejemplo, en accesos a ciudades), ¿se han proyectado dispositivos de control de tránsito para alertar a los conductores?	✓	Sí, existe semáforo en la intersección
4	¿El alineamiento de las islas de tránsito es obvio y correcto?	✓	Sí
5	¿El alineamiento de las medianas es obvio y correcto?	✓	Sí
6	¿Todos los probables tipos de vehículos pueden realizar maniobras de viraje seguras?	✓	Sí
7	¿Las canalizaciones tienen un largo suficiente?	✓	Sí
8	¿Está claramente señalizada, o influida por el diseño, una disminución de velocidad en los tramos en que sea requerido? (Por ejemplo, ramales o al llegar a un cruce)	✓	Sí
9	¿Son los ramales lo suficientemente amplios y diseñados para permitir una maniobra segura a los vehículos pesados? (Por ejemplo, camiones con acoplado)	✓	Sí
10	Para los accesos desde las vías secundarias ¿existe adecuada distancia de visibilidad?	✓	Sí
11	¿Se han tenido en cuenta la presencia de ciclistas en el diseño de las intersecciones?	✗	No
13.2	Visibilidad; distancia de visibilidad		
12	¿La distancia de visibilidad de detención es adecuada?	✓	Sí
13	¿La distancia de visibilidad es adecuada para advertir a los vehículos que van entrando o saliendo?	✓	Sí
14	¿Existe adecuada visibilidad desde las vías transversales para entrar en el flujo de la vía principal?	✗	No
13.3	Regulación y delimitación		
15	¿La demarcación del pavimento y señales que regulan la intersección son satisfactorias?	✗	No se aprecia las señales marcadas en el pavimento




PERU

Ministerio
de Transportes
y ComunicacionesViceministerio
de TransportesDirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	13 INTERSECCIONES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
16	¿Existen conflictos entre las señales verticales y las señales horizontales?	X	No
17	¿La trayectoria de los vehículos en las intersecciones es delineada satisfactoriamente?	✓	Sí
18	¿Son todas las pistas demarcadas correctamente? (Incluyendo flechas)	X	No, las señales no se notan en el pavimento
19	¿Se han evitado los virajes a la izquierda desde una pista?	X	No
13.4 Retornos			
20	¿Está la posibilidad de esta maniobra claramente señalizada con la antelación suficiente y por separado?	X	No, se precia aproximadamente a 10 metros al giro
21	¿Es consistente la demarcación con la señalización vertical?	X	No, carece de mantenimiento
22	El lugar en que se ha permitido esta maniobra ¿está ubicado de modo que asegure una distancia de visibilidad óptima?	✓	Sí
23	¿Algún poste, señal, árbol, etc. bloquea la visión del usuario mientras espera en la mediana para realizar la maniobra?	X	No
24	¿Es lo suficientemente ancha la zona de espera en la mediana como para albergar camiones con acoplado?	X	No
25	¿Es lo suficientemente larga la zona de espera en la mediana como para albergar la demanda de vehículos que posee el retorno?	X	No
13.5 Rotondas			
26	¿Contribuye el diseño de la rotonda a alcanzar la reducción de velocidad deseada?	X	No, aplica
27	¿Entregan las rotondas agilidad de flujo?	X	No, aplica
28	El diseño de las rotondas, ¿contempla el flujo de usuarios vulnerables?	X	No, aplica
29	¿Las rutas posibles en las intersecciones están claramente definidas para todas las direcciones y maniobras?	X	No, aplica
13.6 Virajes del Tránsito			
30	¿Se han evitado los virajes a la izquierda?	✓	Sí
31	¿Se señala anticipadamente la proximidad de una pista de viraje?	X	No



LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	14 USUARIOS VULNERABLES
JEFE DEL EQUIPO NOMBRE FIRMA FECHA			COMENTARIOS
14.1	Alcances generales		
1	¿Las rutas y cruces peatonales son adecuados para peatones y ciclistas?	X	No
2	Donde es necesario, ¿se han instalado vallas para encuzar a peatones y ciclistas hacia cruces o pasos elevados?	X	No
3	Donde es necesario separar los flujos vehiculares de los peatonales y de ciclistas, ¿se han instalado barreras de contención?	X	No
4	¿Están claramente definidas las zonas de flujo peatonal y/o ciclista?	X	No, las marcas en el pavimento no están visibles
5	¿Son las zonas definidas concordantes con los deseos de los usuarios?	✓	Sí
14.2	Usuarios vulnerables, a lo largo de la vía	X	
6	¿Existe un espacio longitudinal a lo largo de la vía para el desplazamiento seguro de peatones y ciclistas (Usuarios Vulnerables)?	X	No, solo existe cruces peatonales
7	¿Es suficiente ancho el espacio para los usuarios vulnerables, o se ven obligados a transitar en el pavimento?	X	No es suficiente, se aprecia peatones que transitan por el pavimento
14.3	Usuarios vulnerables, cruzando la vía		
8	¿Están adecuadamente señalizados los cruces para los usuarios vulnerables?	X	No, carece de mantenimiento
9	¿Hay un adecuado número de pasos peatonales a lo largo de la ruta?	✓	Sí
10	En el caso de vías anchas y dobles calzadas, ¿existen refugios a mitad del cruce?	✓	Sí, son muy angostos
11	¿Pueden los conductores ver a los peatones en el refugio claramente?	✓	Sí
12	En el caso de cruce tipo pelicano, ¿el tramo del refugio central obliga a los usuarios a ver de frente el tráfico que se aproxima?	X	No
13	¿Se ha considerado a los ancianos, discapacitados, niños, sillas de rueda y coches de bebé con respecto al diseño de pasamanos, rebajes de solera y mediana, además de rampas?	✓	Sí
14	¿La señalización alrededor de escuelas es adecuada?	X	No aplica

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones Viceministerio de Transportes		Dirección General de Caminos y Ferrocarriles	
LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		14 USUARIOS VULNERABLES	
JEFE DEL EQUIPO		REVISADO	COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
15	¿La señalización alrededor de hospitales es adecuada?	X	No aplica
16	¿La distancia de visibilidad de parada es suficiente para detectar los usuarios del cruce?	✓	Sí
17	¿Está desfasada la iluminación del cruce? Es decir, no centrada.	✓	Sí, se ubican al costado
14.4 Ciclovías			
18	¿El ancho del espacio es adecuado para el número de ciclistas que usan la ruta?	X	No aplica
19	¿La ruta para ciclistas es libre de algún punto restrictivo u hoyo?	X	No aplica
20	¿La ruta para ciclistas es continuada entre puntos? (Sin interrupción).	X	No aplica
21	¿Las rejillas de sumidero son seguras para las bicicletas?	X	No aplica
14.5 Transporte Público y paraderos de buses			
22	¿Los paraderos de buses son localizados en forma segura, con la visibilidad adecuada y con una correcta segregación de la pista de circulación?	X	No, los paraderos no están bien establecidos
23	¿Podrán causar problemas los paraderos de buses en las proximidades de las intersecciones?	✓	Sí, pueden ocasionar caídas de pasajeros
24	¿Las paradas de buses en áreas rurales son señalizadas con anticipación?	X	No aplica
25	¿Los refugios peatonales y asientos, son localizados en forma segura permitiendo una adecuada línea de visibilidad? ¿Su separación con la vía es correcta?	X	No, se encuentran sin delimitar y con áreas muy reducidos
26	¿Existen actividades que crean altos flujos peatonales, como colegios, centros turísticos, centros comerciales, en lados opuestos de la vía principal?	X	No
27	¿Están los paraderos de buses cerca de las pasarelas peatonales?	✓	Sí
28	De existir ambas ¿Están los paraderos de buses ubicados después de las intersecciones y puntos de acceso a la calzada?	X	No, en uno se los extremos se ubican antes de la intersección
29	¿Cuentan los paraderos de buses con un sistema de iluminación adecuado?	X	No existe un paradero establecido




PERU
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

LISTA DE CHEQUEO, INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	14 USUARIOS VULNERABLES
JEFE DEL EQUIPO			COMENTARIOS
NOMBRE			
FIRMA			
FECHA			
30	¿Se detienen los buses sobre la berma para tomar o dejar pasajeros?	✓	<i>Sí</i>
31	¿Están debidamente señalizados los paraderos?	✗	<i>No</i>
32	En vías de alta velocidad, ¿cuentan con una pista de acceso, zona de parada y pista de aceleración debidamente diseñada y claramente demarcada?	✗	<i>No aplica</i>
14.6 Pasarela			
33	¿Presentan todos los pasos superiores de peatones medidas de seguridad para todos sus posibles usuarios?	✓	<i>Sí</i>
34	¿Están adecuadamente dimensionadas las pasarelas en cuanto a accesibilidad, comodidad e interdistancia?	✗	<i>No, en uno de los paraderos se ubica muy alejado</i>
35	Los pasos superiores e inferiores, ¿presentan las dimensiones y equipamiento apropiados para los usos reales que se registran?	✓	<i>Sí</i>
36	¿Están adecuadamente iluminadas las pasarelas?	✗	<i>No cuentan con iluminación</i>
37	¿Están conectadas mediante aceras a los paraderos o a las áreas urbanas más próximas?	✓	<i>Sí, mediante una acera</i>
38	¿Se han tenido en consideración los niños, ancianos y minusválidos? (Rampas en vez de escalas).	✗	<i>No, solo pasos y contrapasos</i>
39	¿Tienen una pendiente adecuada para los usuarios mayores?	✗	<i>No cuentan con rampas</i>
40	La configuración de la pasarela, ¿permite el cruce de vehículos motorizados? (Motos).	✗	<i>No</i>
41	¿Se ha implementado vallas peatonales en la mediana para desincentivar el cruce de los peatones a través de la calzada?	✗	<i>No</i>
42	¿Es necesario colocar una reja que evite el lanzamiento de piedras u otros objetos a la calzada?	✗	<i>No</i>


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471

Anexo F. Licencia del software PTV VISSIM.

Hola Ronald Jesús Mitma Ayvar,

¡Gracias por su pedido! Para comenzar a usar su licencia de tesis, siga las instrucciones paso a paso en nuestra ayuda sobre [Activar una nueva licencia de usuario único](#).

La licencia es válida para la versión **del producto 2021 o posterior**. Tenga en cuenta que **no se puede** utilizar con una versión para estudiantes del producto, sino **solo con la versión estándar** que puede descargar desde nuestra página web [aquí](#).

Tenga en cuenta que se trata de una licencia para un **contenedor de software**, que tiene las siguientes implicaciones:

1. No se puede instalar en una máquina virtual por razones de protección del software. Háganos saber si necesita una solución para una máquina virtual.
2. La licencia se almacenará en archivos encriptados en su computadora. Si necesita reinstalar Windows o cambiar la PC más tarde, primero debe devolver la licencia como se describe en nuestra ayuda [aquí](#).

Clave de licencia: ~~0CBTA-IG0V5P-XEAWK-NJFNA-0CBM6~~

ID de licencia: 57891

Expira: 04 de diciembre de 2025

Producto: PTV Vissim (Tesis)

ID de pedido: ORD-29299-P3H2G9

Si tiene alguna pregunta sobre su pedido, responda a este correo electrónico. Si necesita ayuda para instalar o utilizar el software, póngase en contacto con nuestro [servicio de asistencia técnica](#).

Saludos

Su gestión de pedidos de PTV

ordermanagement@ptvgroup.com

+49 721 9651-0

www.ptvgroup.com

PTV Planung Transport Verkehr GmbH, Haid-und-Neu-Straße 15, 76131 Karlsruhe

Domicilio social: Karlsruhe | Consejo de administración: Christian U. Haas (CEO), Andrew W. Myers (CFO)

Registro Mercantil (HRB-Nr.): 743055 | Tribunal de registro: Mannheim

Información Básica para el Flujo de Vehículos

Código : P1
Intersección : AV. PANAMERICANA NORTE CON AV. LOS ARQUITECTOS
Fecha : 19/02/2025
Mes : Febrero
Día : miércoles
Distrito : ANCON


Información de Los Accesos, Giros y Sentido

Giro	Acceso	Sentido
11	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte

Giro	Acceso	Sentido
21	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur

Giro	Acceso	Sentido
31	Aux. Pan Norte	Sur
32	Aux. Pan Norte	Sur
33	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur

Giro	Acceso	Sentido
41	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte


 HAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 250471

CONTROL DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO																		
Intersección : AV. PANAMERICANA NORTE CON AV. LOS ARQUITECTOS										Distrito : ANCON								
Fecha : 19 de Febrero del 2023																		
Dir :																		
Horas de Control	Sentido - Norte						Movimiento UCP	Total x UCP Hora	Suma UCP Hora	(UCP) UCP Hora	(UCP) Suma Hora	Factor de la Hora de Maxima Demanda						
	Bicicleta	Moto	Micromoto	Auto	Camion	Mercaderes						Camion	Cambio	Articulos	U14 Hora	Suma Hora	(UCP) UCP Hora	(UCP) Suma Hora
07:00 - 07:15							0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30							0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45							0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00							0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 08:15							0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
08:15 - 08:30							1488	0	0	911	1489	1489	2030	3525	911	0	0	0
08:30 - 08:45	40	5	225	245	78	20	57	0	0	911	911	1489	2030	911	0	0	0	0
08:45 - 09:00							0	0	0	911	911	1489	2030	911	0	0	0	0
Mediana	0	40	5	285	245	78	20	62	91	87	911	1489	2030	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00


FAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

CONTROL DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

Distrito : AMCON

Intercsección : AV. PANAMERICANA NORTE CON AV. LOS ARQUITECTOS

Fecha : 19 de Febrero del 2023

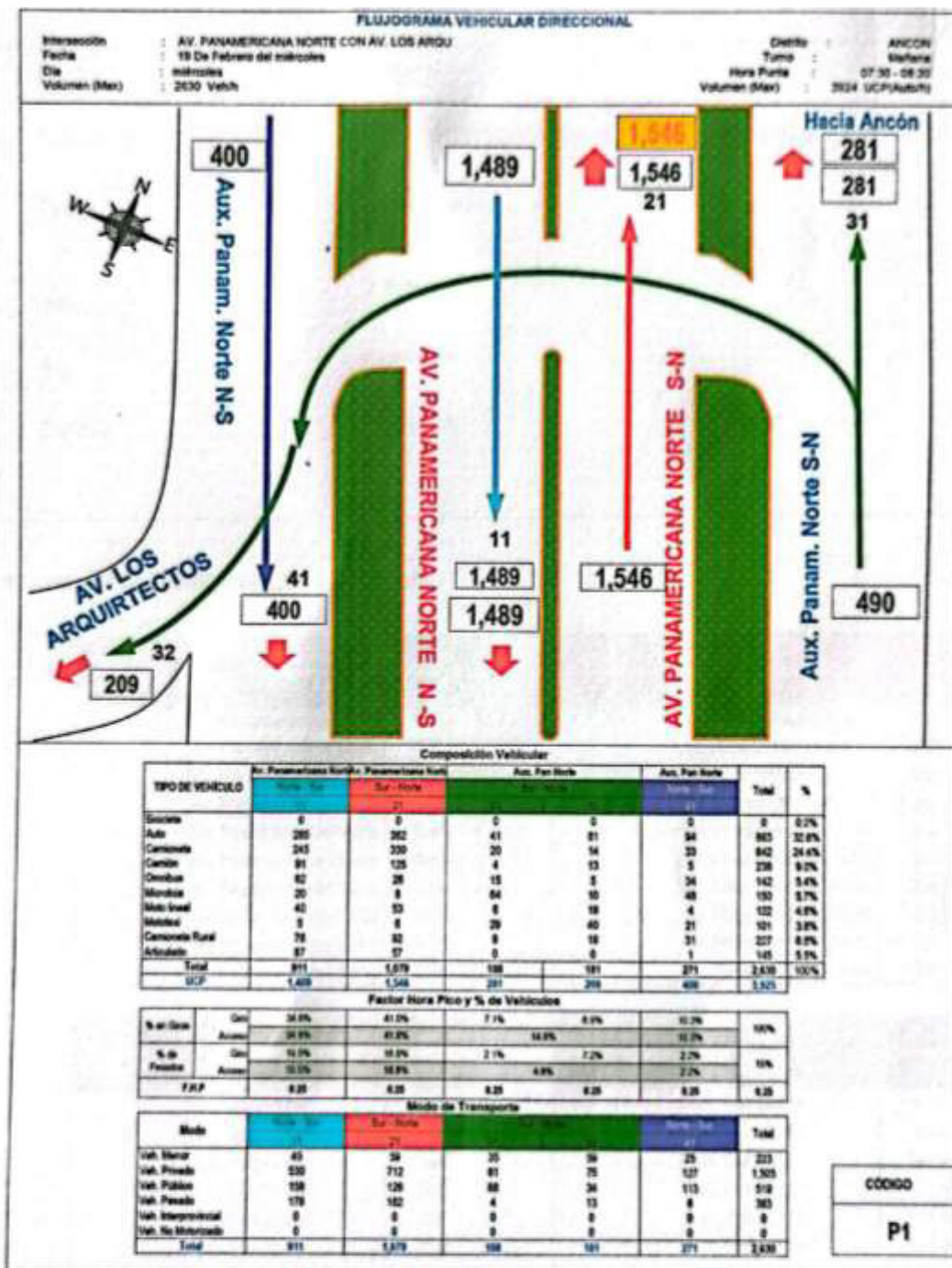
Dia : miércoles

Horas de Control	Sentido - Sur												Movimiento UCP	Total x 1/4 Hora	UCP Suma 1/4 Hora	UCP Suma Horas	Factor de la Hora de Máxima Demanda																	
	Biciclita		Micro Bus		Mototaxi		Auto		Camioneta		Camioneta						Microbus		Camión		Articulado		31	32	M									
	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32					31	32	31	32	31	32	31	32	M									
07:00 - 07:15																							0	0	0	0	0	0						
07:15 - 07:30																								0	0	0	0	0	0					
07:30 - 07:45																								0	0	0	0	0	0					
07:45 - 08:00																								0	0	0	0	0	0					
08:00 - 08:15																								0	0	0	0	0	0					
08:15 - 08:30																								0	0	0	0	0	0					
08:30 - 08:45																								0	0	0	0	0	0					
08:45 - 09:00																								0	0	0	0	0	0					
Mañana	6	10	6	19	29	40	41	61	20	14	9	19	64	10	15	5	4	13	0	0	0	0	281	209	359	460	480	490	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Tarde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Noche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00


HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

CONTROL DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO														
Intersección : AV. PANAMERICANA NORTE CON AV. LOS ARQUITECTOS Fecha : 19 de Febrero del 2025 Día : miércoles														
Distrito : AMCON														
Horas de Control	Sentido - Norte							T. Ciclo Semafórico	Total x 1/A Hora	(UCP) Suma 1/A Hora	(UCP) Suma 1/A Hora	Factor de la Hora de Máxima Demanda		
	Bicicleta	Moto Inesal	Motobici	Auto	Camioneta	Microbus	Camión					Articulado	1	1
07:00 - 07:15	41	41	41	41	41	41	41	41				0	0	0
07:15 - 07:30												0	0	0
07:30 - 07:45												0	0	0
07:45 - 08:00												0	0	0
08:00 - 08:15												0	0	0
08:15 - 08:30												0	0	0
08:30 - 08:45												0	0	0
08:45 - 09:00												0	0	0
Mañana	0	4	21	94	33	31	48	34	5	1	271	400	0,25	0,00
Tarde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271	400	0,00	0,00
Noche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271	400	0,00	0,00
											271	400	0,00	0,00
											271	400	0,00	0,00
											271	400	0,00	0,00


 KLAUSMANN WEBER
 Ingeiero de Transportes
 CIP N° 290471




HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

Información Básica para el Flujograma Vehicular

Código : P2
Intersección : AV. PANAMERICANA NORTE CON AV. LOS ARQUITECTOS
Fecha : 19/02/2025
Mes : Febrero
Día : miércoles
Distrito : ANCON


Información de Los Accesos, Giros y Sentido

Giro	Acceso	Sentido
51	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte
	Av. Panamericana Norte	Norte

Giro	Acceso	Sentido
61	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur
	Av. Panamericana Norte	Sur

Giro	Acceso	Sentido
71	Aux. Pan Norte	Sur
72	Aux. Pan Norte	Sur
73	Aux. Pan Norte	Sur
74	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur
	Aux. Pan Norte	Sur

Giro	Acceso	Sentido
81	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte
	Aux. Pan Norte	Norte


 CLAUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

CONTROL DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

Sentido - Sur

Hora de Conteo	Movimiento UCP												UCP Total	Factor de la Hora de Máxima Demanda
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82		
07:00-07:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15-07:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30-07:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:30-08:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:45-09:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

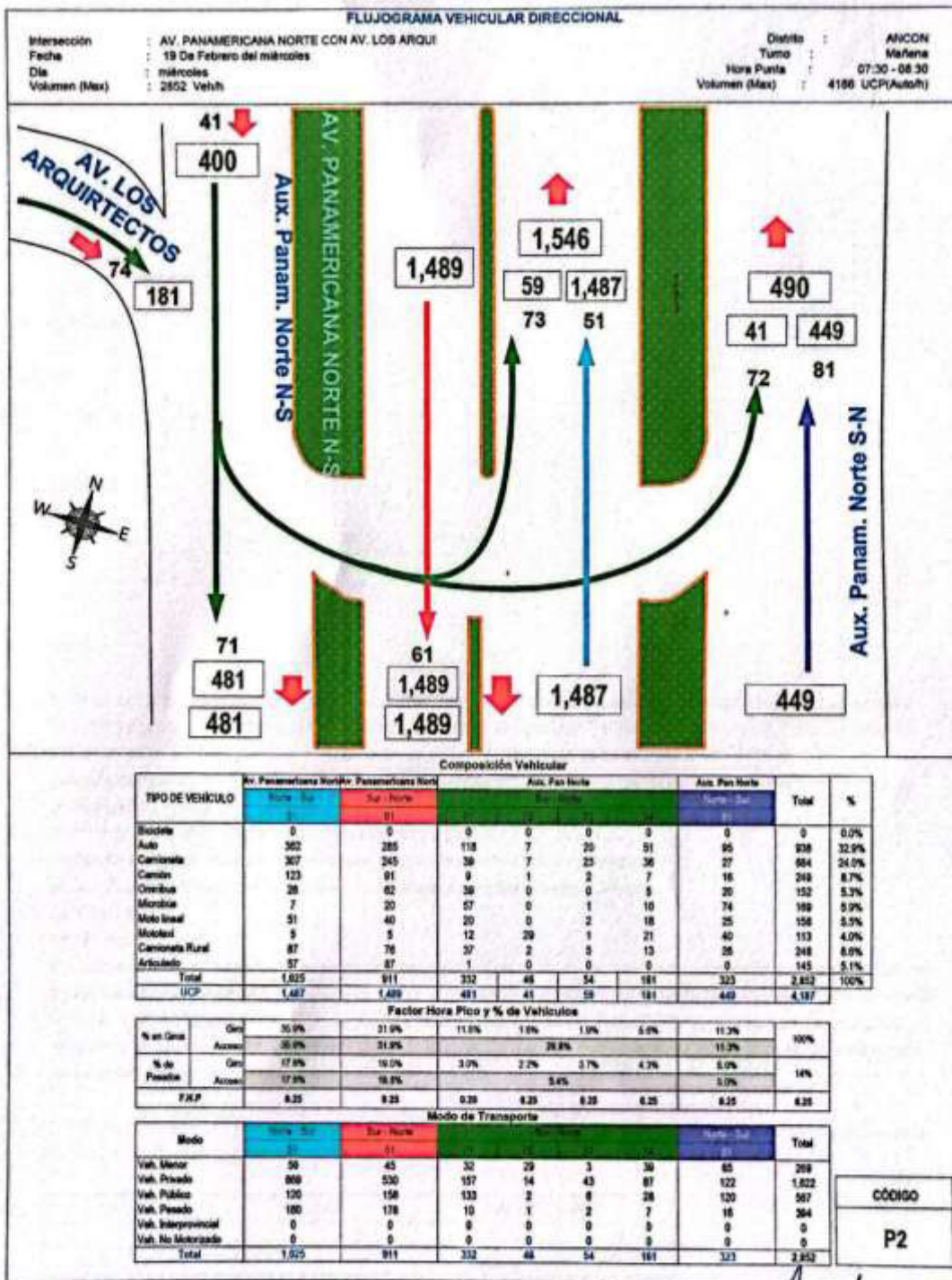

HAUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

CONTROL DE FLUJO VEHICULAR CLASIFICADO

Intersección : AV. PANAMERICANA NORTE CON AV. LOS ARQUITECTOS Distrito : ANCON
 Fecha : 19 de Febrero del 2025
 Día : miércoles

Horas de Control	Sentido - Norte								T. Ciclo Semafórico	Total # 1/4 Hora	Suma (UCP) 1/4 Hora	(UCP) Suma Hora	Factor de la Hora de Maxima Demanda		
	Moto Inesal	Mototaxi	Auto	Camionetas	Camionetas	Microbús	Omnibus	Camión					Articulado	81	1
07:00 - 07:15	81	81	81	81	81	81	81	81	0	0	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30									0	0	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45									0	0	0	0	0	0	0
07:45 - 08:00									0	0	0	0	0	0	0
08:00 - 08:15	25	40	95	27	26	74	16	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15 - 08:30									449	0	0	0	0	0	0
08:30 - 08:45									0	0	0	0	0	0	0
08:45 - 09:00									0	0	0	0	0	0	0
Mediana	25	40	95	27	26	74	16	0	323	449	323	323	0.25	0.00	0.00
Tardec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
Noche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00


HUSSMAN WEBER
ESCOBAR CONDOIR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 250477



CALCULO DE CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACION DE PUNTOS NEGROS

Para el cálculo se desarrollará el Metodología de la Dirección General de Tránsito - DGT España utilizando los 4 criterios con su respectiva fórmula:

Criterio I:

$$IP_{aa} \geq \frac{P}{2} \text{ y } IP_{ua} \geq \frac{P}{2}$$

Criterio II:

$$IPM_2 \geq \frac{2P}{3}$$

Criterio III:

$$\sum AC V_{aa} \geq \frac{N}{5} \text{ y } \sum AC V_{ua} \geq \frac{N}{5}$$

Criterio IV:

$$\sum AC V_2 \geq \frac{N}{2}$$

Donde:

IPMS: El índice de peligrosidad promedio en los últimos 5 años se calcula dividiendo el número de accidentes por cada 10^6 vehículos-kilómetro ($acv/10^6$ veh-km). Si durante ese período de 5 años se han realizado modificaciones importantes en las características físicas o de tráfico del tramo, solo se deben tomar en cuenta el índice de peligrosidad promedio y los accidentes ocurridos durante el período en el que el tramo haya mantenido su configuración actual.

IPM2: Índice de peligrosidad medio en los últimos 2 años ($acv/10^6$ veh-km).

SACV5: Suma de los accidentes con víctimas ocurridos en los últimos 5 años.

SACV2: Suma de los accidentes con víctimas ocurridos en los últimos 2 años.

aa: Año anterior.

ua: Último año.

P: Constante dependiente del tipo de tramo (tipo de vía, zona, tráfico). Se calcula con los índices de peligrosidad de todos los tramos con características similares, basándose en la suma de la media de la serie y su desviación media.

N: Es una constante dependiente del tipo de tramo (como el tipo de vía, zona y tráfico), que se calcula utilizando el número de accidentes con víctimas en tramos con características similares, basándose en la suma de la media de la serie y su desviación estándar.

El IMD en la zona de estudio es de 32,222 en el año 2023 y 31,614 para el año del 2024 según el reporte anual de la coseccionaria de la vía (NORVIAL)

IMD	URBANO		INTERURBANO	
	P	N	P	N
0 - 10.000	200	10	100	10
10.000 - 40.000	100	20	80	15
> 40.000	50	30	50	20

Según la tabla anterior los valores para las constantes son: **P=80** y **N=15**


 HAUSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

Para el cálculo del índice de peligrosidad se empleará la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{N \cdot 10^8}{TPD \cdot 365 \cdot L} \text{ accidentes/veh - Km}$$

Antes del desarrollo se tiene la tabla de resumen de cantidad o número de accidentes con víctimas por año

AÑO	HERIDOS	FALLECIDOS	Nº ACCIDENTES
2020	24	1	13
2021	14	0	8
2022	28	1	19
2023	19	1	11
2024	19	2	16

Datos.

Días= 365
L= 0.5
P= 80
N= 15
#= 100000000

a) Resultados del criterio I

IP _{AA} ≥ P/2 y IP _{UA} ≥ P/2					
AÑO	IMDA	ACV	IP	P/2	CONDICION
2023	31614	11	190.66	40.00	SI CUMPLE
2024	32222	16	272.09	40.00	SI CUMPLE

b) Resultados del criterio II

IP ₂ ≥ 2P/3						
AÑO	IMDA	ACV	IP	IP ₂	2P/3	CONDICION
2023	31614	11	190.66	233.99	53.33	SI CUMPLE
2024	32222	16	272.09	229.57	53.33	SI CUMPLE

c) Resultados del criterio III

SACV _{AA} ≥ N/5 y SACV _{UA} ≥ N/5			
AÑO	SACV _{AA-UA}	N/5	CONDICION
2023	11	3	SI CUMPLE
2024	16	3	SI CUMPLE

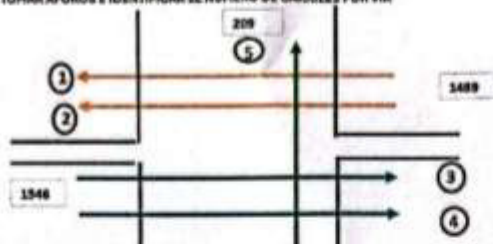
d) Resultados del criterio IV

SACV ₂ ≥ N / 2			
AÑO	SACV ₂	N/2	CONDICION
2023	30	7.50	SI CUMPLE
2024	27	7.50	SI CUMPLE

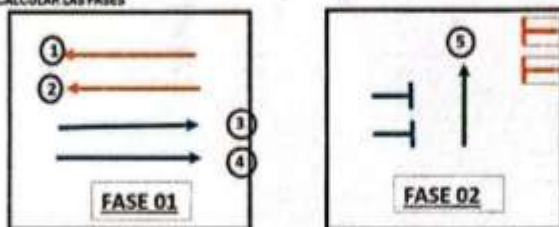

.....
HUSSMANN WEBER
ESCOBAR CONDOR
Ingeniero de Transportes
CIP N° 290471

CALCULO DE TIEMPO DE CICLO (METODO DE WEBSTER)

A) TOMAR AFOROS E IDENTIFICAR EL NUMERO DE CARRILES POR VIA



B) CALCULAR LAS FASES



C) INGRESAR CUADRO CON LOS DATOS DE ACUERDO DE A LA METODOLOGIA DE WEBSTER

FASE	MOVIMIENTO	l (Intensidad)	n (carriles)	req (factor de eq.) x req/n	Yi (Flujo saturación)	Yi (Flujo saturación)
1	1		2	1	0.00	0.000
	2	1489	2	1	744.50	0.434
	3		2	1	0.00	0.000
	4	1548	2	1	773.00	0.425
2	5	208	2	1	104.00	0.056
			2	1	0.00	0.000
			1	1.2	0.00	0.000

Y = 0.488

q = flujo de automoviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora

req (Factor de equivalencia)	
movimientos rectos	1
movimientos derecha o izq	1.2

C) CALCULAR EL TIEMPO DE CICLO OPTIMO

$$T_{co} = \frac{1.5P + 5}{1 - Y}$$

Tiempo de amber (amarillo)

$P = N \times \text{Fases} \times \text{Seg} = 10$

$T_{co} = 30$

Donde:

Tco = tiempo de ciclo optimo

P = tiempo total perdido por ciclo (Sumatoria de tiempos de amber 3 segundos + todo rojo 2 segundos)

Y = Flujo de saturación de la intersección

Si el flujo de saturación es mayor a 1, se coloca intercambio (RY PASS)

D) CALCULO DE TIEMPO EFECTIVO DE VERDE

$Gt = T_{co} - P = 29$

$Gt = \frac{Y_i}{Y} \times (T_{co} - P)$

$G1 = \frac{26}{3}$

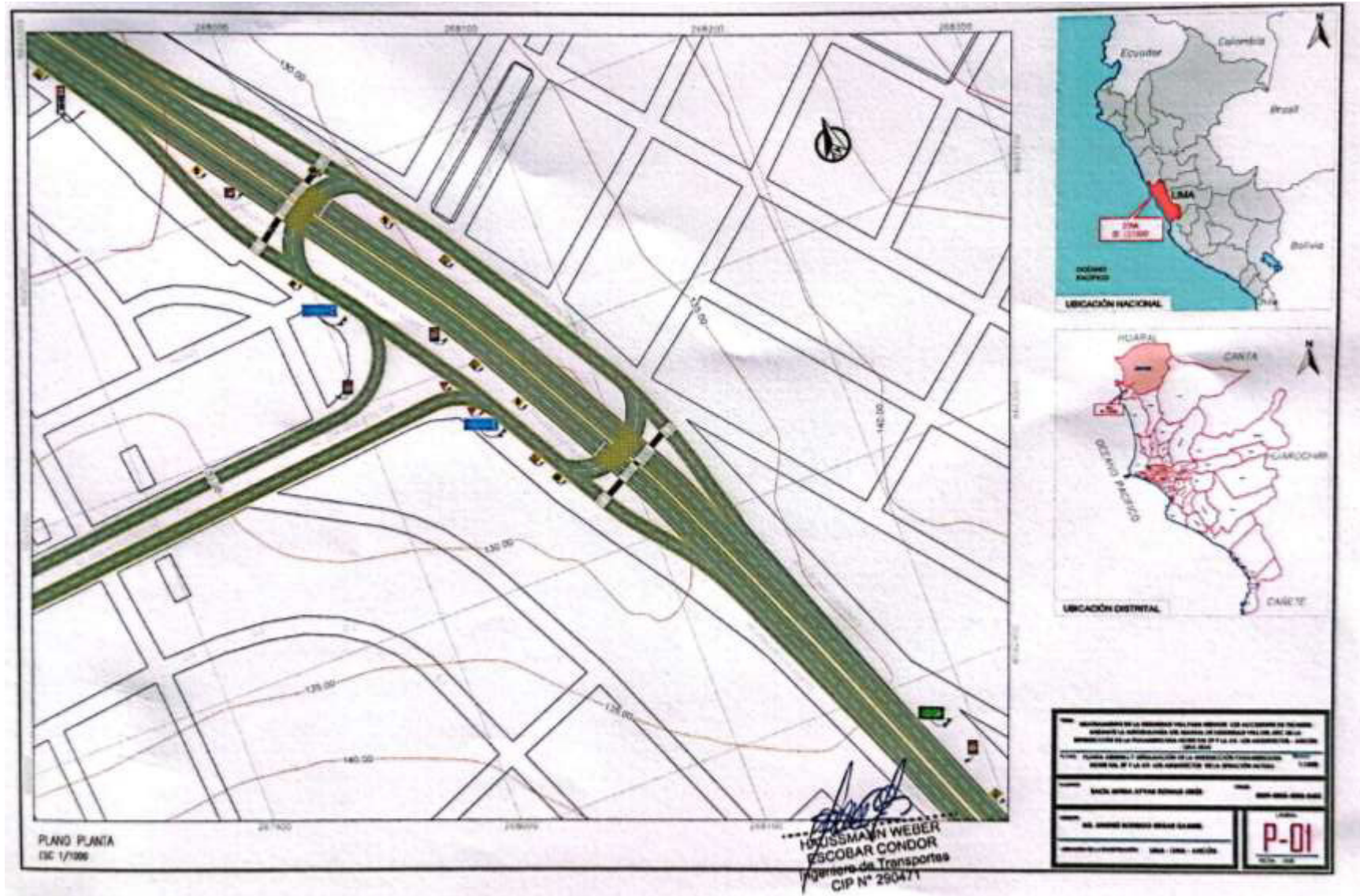
$G2 = \frac{3}{3}$

	FASE 1	FASE 2
ROJO	8	8
AMBAR	5	5
VERDE	26	3
TC	39	39



[Signature]
 AUSSMANN WEBER
 ESCOBAR CONDOR
 Ingeniero de Transportes
 CIP N° 290471

Anexo H. Plano general y señalización de la situación actual.



Anexo I. Plano general y señalización de la situación con mejora.

