INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO REY DAVID

TESINA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

TÉCNICO SUPERIOR EN PLANIFICACIÓN DEL TRÁNSITO

TEMA:

Análisis del impacto del diseño vial urbano en la seguridad vial de intersecciones Av. Panamericana E 25 entre 28 de marzo y Juan Maldonado del cantón Camilo Ponce Enriquez

AUTOR:

CARLOS JULIAN SANTILLAN ESPEJO

TUTOR:

ING. DAVID ARMANDO CAICEDO CHIRIBOGA

NIVEL DE INSTRUCCIÓN:

3ER NIVEL

DAULE – ECUADOR

2026

Detector de plagio v. 2961 - Informe de originalidad 07/07/2026 11:05:08

Documento analizado: SANTILLAN CARLOS TESINA.docx Licenciado para: Bayardo Caicedo

Preajuste de comparación: Palabra a palabra Idioma detectado: Es

Tipo de verificación: Control de internet

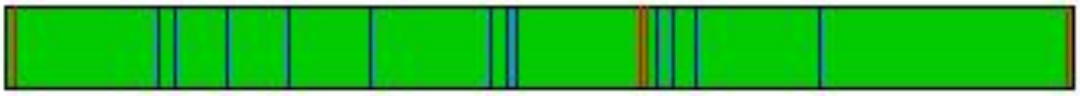
TEE y codificación: DocX n/a

Análisis detallado del cuerpo del documento:

Tabla de relaciones:



Gráfico de distribución:



Principales fuentes de plagio: 9

0,2% 101 1. https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento...
0,2% 101 2. https://www.aguaquito.gob.ec/downloads/normalizacion_vial_mv_iven_004-1_-_2011.pdf
0,2% 98 3. https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4142ef23-cbaa-4f34-b44b-33e786c8...

Detalles de recursos procesados: 202 - Okay / 39 - Ha fallado

Notas importantes:

Wikipedia:	Libros de Google:	Servicios de escritura fantasma:	Anti-trampa:
[no detectado]	[no detectado]	[no detectado]	[no detectado]

Informe anti trampas de UACE:

1. Estado: Analizador **Encendido** Normalizador **Encendido** similitud de caracteres establecida en **100%**
2. Porcentaje de contaminación UniCode detectado: **0%** con límite de: 15%
3. Documento no normalizado: porcentaje no alcanzado 10%
4. Todos los símbolos sospechosos se marcarán en color violeta: Nord...
5. Símbolos invisibles encontrados: 0

Recomendación de evaluación:

No se requiere ninguna acción especial. El documento está bien.

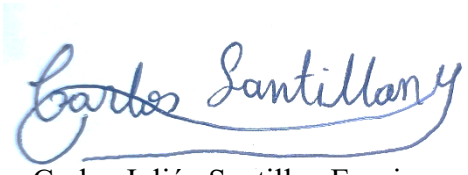
Estadísticas del alfabeto y análisis de símbolos:

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Yo, Carlos Julián Santillan Espejo, portador de la cédula de identidad N.º 0105482558, certifico que el trabajo titulado: "Análisis del impacto del diseño vial urbano en la seguridad vial de intersecciones Av. Panamericana E 25 entre 28 de marzo y Juan Maldonado del cantón Camilo Ponce Enriquez", ha sido elaborado de mi autoría, constituyendo un trabajo original e inédito, desarrollado con responsabilidad académica y ética profesional. Asimismo, declaro que toda la información, citas bibliográficas, referencias y aportes de otros autores han sido debidamente reconocidos conforme a las normas académicas correspondientes.

De igual manera, manifiesto que este trabajo no ha sido presentado previamente para la obtención de otro título académico ni publicado total o parcialmente en ninguna otrainstitución.

Para constancia de lo expuesto, firmo el presente certificado en la ciudad de Daule, 12 de junio del 2026.



Carlos Julián Santillan Espejo
C.I. 0105482558
ORCID:

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito certifica que la Tesina realizada como requisito previo a la obtención del título de Técnico Superior en Planificación de Tránsito cuyo tema es: “Análisis del impacto del diseño vial urbano en la seguridad vial de intersecciones Av. Panamericana E 25 entre 28 de marzo y Juan Maldonado del cantón Camilo Ponce Enriquez del estudiante Carlos Julián Santillan Espejo ha sido revisado en todos sus componentes.

Daule, junio del 2026



ING. DAVID CAICEDO CHIRIBOGA
TUTOR ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN DE REVISOR

Los suscritos certificamos que la Tesina realizada como requisito previo a la obtención del título de Técnico Superior en Planificación del Tránsito y cuyo tema es: "Análisis del impacto del diseño vial urbano en la seguridad vial de intersecciones Av. Panamericana E 25 entre 28 de marzo y Juan Maldonado del cantón Camilo Ponce Enriquez", de autoría del estudiante Carlos Julián Santillan Espejo establecidos por los formatos del Instituto Superior Tecnológico Rey David, cuya calificación es la siguiente:

Calificación de docente corrector: 4/6 (cuatro sobre seis puntos)

Daule, junio del 2026

Tnlgo. Gipson Barahona Martínez, Dr.hc

DOCENTE CORRECTOR

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I 14
MARCO CONTEXTUAL 14
1.1 Planteamiento del Problema 16
1.2 Preguntas de investigación 17
1.3 Objetivos 18
1.3.1 Objetivo General 18
1.3.2. Objetivos Específicos 18
1.4. Descripción del tipo de caso 19
1.5. Antecedentes históricos 19
1.6. Ubicación 20
1.7. Limitaciones 20
1.8. Justificación 20
CAPÍTULO II 22
MARCO REFERENCIAL 22
2.1. Antecedentes de estudio 22
2.2. Bases teóricas y sustento del caso de estudio. 23
2.3. Glosario de términos 24
2.4. Marco legal 25
CAPÍTULO III 27
Metodología 27
3.1. Nivel de investigación 27
3.2. Diseño de Investigación 27
3.3. Métodos de investigación 28
3.4. Enfoque 28
3.5. Herramientas de recolección 29

3.6. Universo, Población y Muestra 29
3.7. Análisis de los resultados 30
3.7.1. Resultados de los Aforos Vehiculares y Demanda Operativa (Flujo) 31
3.7.2. Análisis de diseño geométrico Vial 32
3.7.3. Análisis Crítico del Diseño Geométrico y Puntos de Conflicto 33
3.7.4. Diagnóstico de Dispositivos de Control (Según Simbología del Plano) 34
CAPÍTULO IV 36
4.1. Justificación de la Alternativa principal 36
4.2. Presupuesto de la ejecución 36
4.3. Tabla presupuestaria del proyecto de investigación 37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....31
Tabla 2.....32
Tabla 3.....37
Tabla 4.....38

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, el motor de mi vida y por brindarme la fortaleza, sabiduría y salud necesarias para superar cada obstáculo y culminar con éxito esta etapa académica.

A mis padres, por su amor incondicional, su paciencia y sus sacrificios diarios. Su confianza y apoyo inquebrantable han sido el pilar fundamental que me ha permitido alcanzar esta meta. Este logro es tan suyo como mío.

A mi tutor, el Ing. David Caicedo, por su invaluable guía, su tiempo y su rigor profesional. Su experiencia y sabios consejos no solo orientaron el desarrollo de esta tesina, sino que también enriquecieron mi formación como profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación analiza el impacto del diseño vial urbano sobre la seguridad vial en el tramo comprendido entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado en la Avenida Panamericana E25, perteneciente al Cantón Camilo Ponce Enríquez. La problemática radica en la coexistencia desordenada de flujos de tránsito de paso pesado de carácter nacional con dinámicas comerciales locales y flujos peatonales intensos. Se evalúan las dimensiones de las calzadas, aceras, la altura libre del sistema de semaforización aérea y las trayectorias críticas originadas por las calles adyacentes, las cuales operan con pendientes descendentes significativas y sentidos de circulación unidireccional hacia la arteria principal. Empleando metodologías cuantitativas basadas en la ingeniería de tránsito y observaciones directas de campo, se determinaron los factores geométricos y operativos que elevan el índice de conflictividad. Los resultados muestran deficiencias críticas en el ancho efectivo de aceras, ausencia de infraestructura de soporte para personas con movilidad reducida y un diseño de intersecciones que favorece colisiones laterales y atropellamientos. Finalmente, se proponen soluciones de ingeniería basadas en la canalización del tráfico, rediseño geométrico urbano y optimización de la semaforización.

Palabras claves: Diseño vial urbano, Seguridad vial, Intersecciones críticas, Avenida Panamericana E25, Ingeniería de tránsito, Camilo Ponce Enríquez.

ABSTRACT

This research work analyzes the impact of urban road design on road safety in the segment between 28 de Marzo Street and Juan Maldonado Street on Pan-American Highway E25, located in Camilo Ponce Enríquez Canton. The problem lies in the disorganized coexistence of national heavy-vehicle transit flows with local commercial dynamics and intense pedestrian volumes. The study evaluates the dimensions of roadways and sidewalks, the clearance height of the overhead traffic light system, and the critical trajectories originating from adjacent streets, which operate with significant downward slopes and one-way traffic circulation toward the main artery. Utilizing quantitative methodologies rooted in traffic engineering and direct field observations, the geometric and operational factors that increase conflict rates were determined. The results reveal critical deficiencies in the effective width of sidewalks, an absolute lack of supporting infrastructure for people with reduced mobility, and an intersection design that induces side-impact collisions and pedestrian run-overs. Finally, engineering solutions are proposed based on traffic channelization, urban geometric redesign, and traffic light optimization.

Keywords: Urban road design, Road safety, Critical intersections, Pan-American Highway E25, Traffic engineering, Camilo Ponce Enríquez.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y la expansión comercial desmedida en las periferias de los ejes viales de primer orden en el Ecuador ha generado un fenómeno complejo de superposición funcional. Las carreteras están diseñadas principalmente para garantizar la conectividad interprovincial y el transporte de carga a altas velocidades, son absorbidas progresivamente por las situaciones urbanas cantonales, transformándose en calles colectoras o arteriales urbanas sin modificaciones geométricas estructurales necesarias para asimilar esta nueva etapa tipología de demanda.

En el cantón Camilo Ponce Enriquez, provincia del Azuay. Este fenómeno se evidencia de forma critica en el tramo de la Troncal de la costa o también llamada Vía Panamericana E25 que cruza el centro urbano, específicamente entre las intersecciones formadas por la calle 28 de marzo y la calle Juan Maldonado. Este segmento concentra una densa actividad comercial, minera y de servicios que atrae diariamente a un volumen considerable de usuarios vulnerables como son peatones, ciclistas y motociclistas, que deben interactuar directamente con un flujo ininterrumpido de vehículos de carga pesada interprovincial, buses y vehículos livianos.

La seguridad vial en intersecciones urbanas depende en gran medida de la consistencia del diseño geométrico y de la correcta segregación espacial y temporal de los flujos vehiculares y peatonales. Cuando el espacio es destinado al peatón como es las aceras es insuficiente o presenta obstáculos y cuando los accesos secundarios imponen trayectorias complejas con altas pendientes de bajada como ocurre con las calles 28 de marzo y Juan Maldonado, la probabilidad de ocurrencia de siniestros de tránsito se incrementa exponencialmente.

La presente investigación se justifica técnicamente por la urgente necesidad de evaluar cuantitativa y cualitativamente la consistencia del diseño vial en el tramo delimitado. Parámetros geométricos esenciales como los radios de giro en las esquinas, el ancho de los carriles, la presencia o ausencia de parterres centrales, y la configuración de las zonas de transición de velocidad son determinantes para que los conductores tomen decisiones seguras en fracciones de segundo. Adicionalmente, se observa la necesidad de contrastar la realidad en campo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 (Señalización Vial), evaluando si la señalización vertical y horizontal actual cumple con las funciones de advertir, regular y

guiar de manera clara al usuario, evitando las maniobras intempestivas que saturan la capacidad de la vía.

Desde el punto de vista social, el cantón Camilo Ponce Enríquez ha experimentado un crecimiento demográfico y comercial acelerado, impulsado por sus dinámicas económicas locales. Este crecimiento ha incrementado el volumen de "usuarios vulnerables", la falta de infraestructura peatonal inclusiva y de cruces seguros en el sector entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado representa un riesgo constante para la vida de los habitantes. Por ende, este estudio no solo busca el beneficio operativo del flujo vehicular, sino que prioriza la protección de la integridad humana como el valor supremo de la planificación urbana.

Institucional y académicamente, la tesina ofrece una herramienta diagnóstica con base científica que puede ser utilizada por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal y los organismos de control de tránsito. Al identificar los factores geométricos específicos que actúan como detonantes de la siniestralidad (los denominados "puntos negros"), esta investigación aporta datos reales, estadísticos y de ingeniería vial que justifican futuras inversiones en rediseño geométrico, pacificación de tráfico y semaforización inteligente.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL

Caracterización Teórica del Diseño Vial Urbano

El diseño vial urbano constituye la rama de la ingeniería civil y de tránsito que se encarga de planificar, proyectar y dimensionar el espacio físico de las vías de comunicación dentro de las ciudades, buscando armonizar la movilidad de los vehículos con la habitabilidad del entorno y la seguridad de los usuarios vulnerables. A diferencia del diseño de carreteras rurales, el entorno urbano exige una dosificación estricta de las velocidades de operación mediante el uso de dispositivos de control, reducciones de ancho de carril y una clara jerarquización vial.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) dictada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), las vías deben categorizarse según su función. Cuando una carretera de la red estatal como la Troncal de la Costa (E25) se adentra en una zona urbana densa, su comportamiento hidrodinámico cambia: pasa de un flujo continuo a un flujo discontinuo gobernado por intersecciones a nivel y pasos peatonales.

El diseño geométrico debe, por tanto, asimilar conceptos de fricción lateral alta, donde los accesos comerciales, estacionamientos en la vía y los cruces transversales alteran la capacidad teórica del eje principal. La seguridad vial se define entonces como la ausencia de condiciones de riesgo latentes en la infraestructura que puedan inducir al error humano o amplificar las consecuencias de una colisión.

Descripción Detallada de los Ejes Viales en Estudio

El área de estudio se emplaza en el centro neurálgico y comercial del cantón Camilo Ponce Enríquez. La Avenida Panamericana E25 constituye el eje estructurante longitudinal de la región, soportando el tráfico pesado que conecta las provincias del Guayas, El Oro y Azuay. En este tramo específico, la E25 funciona con un doble sentido de circulación, albergando los flujos vehiculares que avanzan en sentido Norte (hacia Machala/Guayaquil) y Sur (hacia la frontera o zonas interiores del Austro).

Conectándose a esta arteria principal se encuentran dos calles transversales de vital importancia para la conectividad del cantón: la Calle 28 de marzo y la Calle Juan Maldonado. Ambas vías secundarias están caracterizadas por una topografía accidentada y operan bajo un

régimen de flujo unidireccional de "bajada" hacia la E25. Esta condición geométrica las convierte en canales directos de alimentación de tráfico local que descarga de forma perpendicular sobre el eje troncal. La Calle 28 de Marzo se sitúa en la sección norte del tramo analizado, conectando zonas residenciales y comerciales altas.

Mientras que la Calle Juan Maldonado corta a la E25 unos metros más Análisis de Seguridad Vial Intersección E25 10 adelante en sentido sur, rodeando establecimientos de servicios y comercio masivo como farmacias (Sana Sana), centros odontológicos (Bucalia Dental House) y restaurantes (Chifa Guang Zhou), lo que satura la demanda de estacionamiento y espacio peatonal en sus respectivas esquinas.

Configuración Geométrica de las Secciones Transversales y Aceras

Para comprender la magnitud de los conflictos en la zona, es indispensable detallar las dimensiones geométricas obtenidas mediante las mediciones técnicas de campo. La sección transversal de la Avenida Panamericana E25 en este tramo central presenta un ancho de calzada promedio que varía entre los 14.00 y 14.50 metros, distribuida originalmente para cuatro carriles de circulación (dos por cada sentido de viaje), aunque la ausencia de demarcación horizontal clara provoca un uso desordenado del espacio físico por parte de los conductores.

Las calles secundarias muestran dimensiones más restringidas: la Calle 28 de marzo posee una calzada de rodadura de aproximadamente 8.20 metros de ancho, mientras que la Calle Juan Maldonado cuenta con un ancho de calzada de 7.80 metros. Ambas superficies están compuestas por pavimento flexible o rígido con evidentes signos de fatiga y deformaciones por carga.

Infraestructura de Control Lumínico (Semáforos)

La regulación temporal del tráfico en el nodo crítico del tramo se efectúa mediante un sistema de semaforización aérea ubicado en la intersección de la E25. El correcto funcionamiento de estos dispositivos no solo depende de la programación cronométrica de sus ciclos, sino también de su implantación geométrica en el espacio tridimensional. Un parámetro fundamental en vías con alta incidencia de tráfico pesado es el gálibo vertical, definido como la distancia libre existente entre la superficie de rodadura de la calzada y la parte inferior de la estructura o cabeza del semáforo suspendido.

1.1 Planteamiento del Problema

El problema central de la investigación radica en las severas deficiencias geométricas, operativas y de señalización del diseño vial urbano en el tramo de la Avenida Panamericana E25 comprendido entre las calles 28 de marzo y Juan Maldonado, lo cual reduce drásticamente los niveles de seguridad vial y eleva la frecuencia de conflictos de tránsito. El núcleo del conflicto operativo se halla en la confluencia de flujos nacionales y locales en un espacio físico restringido que no ha sido adaptado conceptualmente para funcionar como una vía urbana de alta densidad.

Específicamente, las características del entorno agravan la situación: las calles adyacentes secundarias, 28 de marzo y Juan Maldonado, actúan como vías de descarga o "bajada" con pendientes topográficas pronunciadas hacia la E25. Esta condición geométrica natural provoca que los vehículos que descienden por estas calles ingresen al flujo de la Panamericana con un impulso inercial mayor, reduciendo sus distancias de frenado y limitando la visibilidad recíproca entre los conductores que transitan por la vía principal y aquellos que se incorporan desde las secundarias.

Además, el carácter unidireccional de bajada de ambas calles canaliza un flujo constante de vehículos hacia Análisis de Seguridad Vial Intersección E25 6 intersecciones que carecen de carriles exclusivos de giro o zonas de desaceleración y almacenamiento seguro. Por otra parte, la infraestructura destinada a los peatones es sumamente deficiente. Las aceras del sector presentan anchos sumamente variables e inferiores a las normativas internacionales y nacionales.

1.2 Preguntas de investigación

Pregunta General

- ¿De qué manera el diseño vial urbano actual influye en los índices y la tipología de la seguridad vial en las intersecciones de la Avenida Panamericana E25, en el tramo comprendido entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado del cantón Camilo Ponce Enríquez?

Preguntas Específicas

- ¿Cuáles son las deficiencias geométricas y de señalización vial (vertical y horizontal) existentes en las intersecciones del tramo en estudio, al contrastarlas con las normas de diseño técnico y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004?
- ¿Cuál es la relación estadística y espacial entre las características operativas del flujo vehicular (volumen, composición del tráfico y velocidad) y los registros de siniestralidad (frecuencia, tipología y gravedad) en dicho segmento de la Avenida Panamericana E25?
- ¿Qué alternativas técnicas de rediseño geométrico, canalización de flujos y pacificación de tráfico son viables para mitigar los puntos de conflicto y optimizar la seguridad vial de los usuarios en el tramo delimitado?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el impacto del diseño vial urbano en la seguridad vial de las intersecciones de la Avenida Panamericana E25 entre las calles 28 de Marzo y Juan Maldonado del cantón Camilo Ponce Enríquez, mediante el levantamiento geométrico, aforos de tránsito y análisis operativo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Levantar la información geométrica detallada de los ejes viales en estudio, determinando los anchos de calzada de la Av. Panamericana E25, Calle 28 de Marzo y Calle Juan Maldonado, así como las dimensiones efectivas de sus respectivas veredas.
- Medir las características físicas de la infraestructura de control lumínico instalada en el sector, enfocándose en la altura libre (gálibo vertical) del semáforo aéreo y la configuración de sus fases actuales.
- Identificar y mapear los principales puntos de conflicto peatonal-vehicular generados por las deficiencias del espacio caminable y las trayectorias de giro en las intersecciones estudiadas.

1.4. Descripción del tipo de caso

El caso de estudio es de carácter micro localizado. Se centra exclusivamente en un segmento crítico de la Red Vial Estatal de primer orden (E25) que ha sido absorbido por la mancha urbana del cantón Camilo Ponce Enríquez. La investigación delimita su análisis a un tramo lineal de alta fricción, específicamente entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado, aislando las intersecciones que se forman en este espacio para evaluar su comportamiento de forma individual y sistémica.

El caso evalúa las características físicas de la infraestructura. Esto implica un análisis cualitativo y cuantitativo del diseño geométrico existente frente a la normativa vigente (RTE INEN 004 y manuales de diseño vial).

1.5. Antecedentes históricos

Históricamente, el territorio que hoy ocupa el cantón Camilo Ponce Enríquez era conocido originalmente como el asentamiento de "Río Siete de Mollepongo", una zona predominantemente agrícola y de tránsito en las estribaciones de la Cordillera Occidental y la llanura costera del Azuay. En el año 1959, bajo criterios de organización política, la zona fue designada como parroquia rural del cantón Santa Isabel.

Durante esta época, el flujo de transporte era limitado y los caminos existentes respondían a necesidades de conectividad estrictamente locales y de extracción. Sin embargo, debido a la ubicación geográfica estratégica de la zona —situada a pocos kilómetros del Golfo de Guayaquil y funcionando como un nexo natural entre las ricas provincias costeras de Guayas y El Oro, el Estado ecuatoriano planificó e integró este eje dentro de la Red Vial Estatal de primer orden, consolidándola formalmente como la Carretera Troncal de la Costa (E25). Esta vía nació con una concepción clara de diseño: servir para flujos continuos, transporte pesado logístico y velocidades altas de operación interprovincial.

Este vertiginoso crecimiento demográfico y económico culminó el 28 de marzo de 2002, fecha en la que se publicó en el Registro Oficial la constitución del Cantón Camilo Ponce Enríquez, elevando al antiguo asentamiento a la categoría de cabecera cantonal. Con la cantonización, la Avenida Panamericana E25 pasó a ser, además de una carretera estatal, la calle principal y el eje comercial del centro urbano.

La delimitación específica de esta investigación, comprendida entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado, constituye el corazón operativo e histórico del cantón. La Calle 28 de Marzo conmemora justamente la fecha de cantonización, marcando un hito urbano fundamental, mientras que la Calle Juan Maldonado delimita una de las zonas de mayor consolidación e intercambio comercial.

Al no actualizarse el diseño geométrico original de la carretera estatal hacia los estándares de una avenida urbana inclusiva, la señalización y los pasos peatonales quedaron obsoletos frente a la normativa técnica nacional moderna, como el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004, incrementando de manera sostenida los índices de siniestralidad (puntos negros) debido a choques por alcance, colisiones laterales y atropellos en las últimas dos décadas.

1.6. Ubicación

El cantón Camilo Ponce se localiza en la región suroccidental del territorio ecuatoriano, en las estribaciones de la Cordillera Occidental y limitando directamente con la llanura costera. Geográficamente, el cantón se asienta de forma estratégica como un punto de transición bioceánico y logístico, limitando al norte con la provincia del Guayas, al sur y al oeste con la provincia de El Oro, y al este con los cantones de Santa Isabel y Pucará de la misma provincia del Azuay. Esta particular ubicación sitúa a su núcleo urbano como un nodo indispensable en la conectividad del litoral, atravesado longitudinalmente por la Red Vial Estatal Troncal de la Costa (E25).

1.7. Limitaciones

Límite Sur: Intersección con la Calle 28 de Marzo, un eje transversal de alta relevancia histórica y conectividad interna que conmemora la fecha de cantonización del sector.

Límite Norte: Intersección con la Calle Juan Maldonado, calle transversal que enmarca el área de alta concentración comercial, equipamientos e infraestructura de servicios locales del cantón.

1.8. Justificación

La presente investigación se justifica desde una triple perspectiva: técnica, social y económica. Desde el punto de vista técnico, la ingeniería de tránsito exige que las vías arteriales

que atraviesan zonas consolidadas cumplan con parámetros geométricos mínimos que minimicen los puntos de conflicto. El análisis de un tramo vial específico bajo una óptica cuantitativa permite identificar los errores de diseño y operativos que no son perceptibles mediante revisiones macroscópicas.

Medir con precisión los anchos de Análisis de Seguridad Vial - Intersección E25 5 vía, anchos de acera, los radios de giro y la disposición vertical de los sistemas de control lumínico aporta datos empíricos valiosos sobre la realidad de la infraestructura vial ecuatoriana en cantones de rápido crecimiento. Socialmente, la justificación es de carácter urgente. Las tasas de siniestralidad vial en el cantón Camilo Ponce Enríquez reflejan una vulnerabilidad extrema de la población civil.

Los peatones se ven obligados en múltiples ocasiones a descender a la calzada debido a las reducidas e irregulares dimensiones de las veredas, disputando el espacio físico con automotores de gran tonelaje. Al estudiar científicamente las causas de esta problemática, este proyecto busca sentar los principios rectores para mitigar el riesgo de pérdida de vidas humanas, garantizando el derecho a una movilidad segura, incluyente y sostenible, tal como lo consagra la Constitución de la República del Ecuador.

En el ámbito económico y de planificación urbana, la ineficiencia operativa de una intersección mal diseñada acarrea retrasos significativos en los tiempos de viaje, incrementos en el consumo de combustible y un alza sustancial en los costos asociados a los daños materiales y atención hospitalaria derivados de los siniestros de tránsito. Las propuestas resultantes de este estudio técnico proporcionarán soluciones de bajo costo y alto impacto (como canalizaciones de tráfico, fases semafóricas adecuadas y regularizaciones de sentido de flujo) que optimizarán la inversión pública y mejorarán la productividad del cantón.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de estudio

El análisis de la seguridad vial y su relación directa con los parámetros de diseño geométrico en vías que atraviesan zonas urbanas ha sido objeto de estudio exhaustivo en la ingeniería de tráfico contemporánea. A continuación, se exponen investigaciones previas que fundamentan metodológica y técnicamente el desarrollo de la presente tesina.

A nivel internacional, López y García (2021), en su investigación titulada "Evaluación de la consistencia del diseño geométrico y su impacto en la seguridad vial de travesías urbanas", desarrollada en la Universidad Politécnica de Madrid, analizaron cómo las carreteras estatales de alta velocidad sufren una degradación de sus niveles de seguridad al transformarse en avenidas urbanas.

El estudio concluyó que la falta de carriles de almacenamiento para giros a la izquierda y la inconsistencia en las velocidades de operación entre el flujo de paso y el tráfico local incrementan la probabilidad de colisiones laterales en un 42%. Esta investigación aporta a la presente tesina la validez metodológica de utilizar el diseño geométrico como una variable predictiva de los siniestros de tránsito.

En el contexto nacional, Mendoza y Cárdenas (2023) realizaron un estudio en la Universidad Central del Ecuador denominado "Análisis operativo y de seguridad vial de las intersecciones críticas de la Red Vial Estatal en pasos urbanos: Caso de estudio Santo Domingo". Esta investigación se centró en un eje vial con características operativas muy similares a la Avenida Panamericana E25, donde confluyen flujos pesados interprovinciales y movilidad local.

A nivel regional, en un entorno geográfico y socioeconómico idéntico al de nuestro objeto de estudio, Espinoza y Jumbo (2024) desarrollaron la tesis de grado "Propuesta de rediseño geométrico para la mitigación de puntos negros en el tramo urbano de la Troncal de la Costa (E25) en el cantón El Guabo", para la Universidad Técnica de Machala.

Metodología: El estudio delimitó un tramo lineal comercial expuesto a una alta fricción periférica por vehículos pesados y una presencia masiva de motocicletas locales. Se utilizaron

diagramas de colisión para mapear espacialmente los accidentes y correlacionarlos con los accesos secundarios irregulares.

Los autores determinaron que la apertura empírica de calles transversales sin radios de giro adecuados obliga a los vehículos pesados a invadir carriles contrarios para completar las maniobras, elevando drásticamente el riesgo de choques fronto-laterales. La investigación recomendó la canalización de flujos mediante parterres y la semaforización actuarial. Este antecedente es clave para esta tesina, ya que aporta un marco comparativo directo sobre el comportamiento del tráfico mixto en la misma carretera E25.

2.2. Bases teóricas y sustento del caso de estudio.

Teoría de los Puntos de Conflicto en Intersecciones

Una intersección es, por definición, el área donde dos o más vías se cruzan, combinando diferentes flujos vehiculares. La ingeniería de tráfico utiliza la Teoría de los Puntos de Conflicto para cuantificar el riesgo de colisión en estos nodos. Los conflictos se clasifican matemáticamente en tres tipologías según la trayectoria de los vehículos:

Puntos de Divergencia (Separación de flujos): Ocurren cuando un vehículo abandona la corriente principal (por ejemplo, al girar desde la E25 hacia la Calle Juan Maldonado).

Puntos de Convergencia (Unión de flujos): Se presentan cuando un flujo vehicular se incorpora a la vía principal (vehículos que salen de las calles transversales para tomar la Panamericana).

Puntos de Cruce (Intersección de trayectorias): Son los más peligrosos y ocurren cuando dos trayectorias se cortan ortogonalmente o en ángulos agudos.

En una intersección en T o en cruz convencional sin canalizar, el número de puntos de conflicto vehicular y peatonal aumenta exponencialmente si no existen carriles exclusivos de giro o fases semafóricas segregadas, lo que explica la alta tasa de choques laterales y giros indebidos en el tramo en estudio.

Consistencia del Diseño Geométrico y Fricción Periférica

La Teoría de la Consistencia del Diseño establece que una vía es segura si no sorprende al conductor. Cuando la E25 pasa de ser una autopista abierta a una travesía urbana en Camilo Ponce Enríquez, se rompe la consistencia debido a la fricción periférica.

La fricción periférica está constituida por elementos ajenos al flujo libre, tales como: el estacionamiento en los bordes de la calzada, las paradas informales de transporte público (buses y tricimotos) y los accesos comerciales directos. Esta fricción altera la capacidad operativa de la vía y reduce drásticamente el nivel de servicio, obligando a los conductores a realizar maniobras evasivas intempestivas que desestabilizan el flujo vehicular continuo y detonan la siniestralidad. (Flores, 2022)

2.3. Glosario de términos

- **Aforos Vehiculares:** Proceso de conteo y clasificación cuantitativa de los vehículos que pasan por una sección específica de una vía durante un período de tiempo determinado, con el fin de conocer la demanda e intensidad del tráfico.
- **Consistencia del Diseño Geométrico**: Grado en el cual las características físicas de la infraestructura vial responden a las expectativas del conductor, evitando cambios bruscos en la geometría que fuercen maniobras inesperadas o peligrosas.
- **Distancia de Visibilidad de Parada (D_p):** La longitud mínima requerida para que un conductor, que transita a la velocidad de diseño o de operación, perciba un obstáculo fijo en la calzada, reaccione y logre detener completamente el vehículo antes de impactarlo.
- **Intersección Vial:** Área común donde dos o más vías se cruzan o convergen al mismo o diferente nivel, y en la cual se incluyen las calzadas para el desarrollo de los giros y movimientos de los vehículos.
- **Nivel de Servicio (LOS - Level of Service):** Medida cualitativa estándar que describe las condiciones de operación del flujo de tráfico dentro de una vía (como la velocidad, tiempo de viaje, libertad de maniobra, comodidad y seguridad), catalogada desde la letra A (flujo libre) hasta la F (flujo forzado o saturación total).
- **Pacificación de Tráfico (Traffic Calming):** Conjunto de medidas de diseño urbanístico y vial (como reductores de velocidad, estrechamientos de calzada, chicanas o rotondas) implementadas para obligar técnicamente a los conductores a reducir la velocidad y priorizar la seguridad vial.
- **Punto de Conflicto:** Punto físico o espacial dentro de una intersección donde las trayectorias de dos flujos vehiculares (o de un vehículo y un peatón) se cruzan, convergen o divergen, existiendo la probabilidad geométrica de una colisión.

- **Siniestro de Tránsito:** Evento fáctico, predecible y evitable que ocurre en las vías públicas o privadas del país, que involucra al menos a un vehículo en movimiento y causa daños materiales, lesiones o la muerte de personas.
- **Usuarios Vulnerables:** Aquellos participantes de la movilidad vial que carecen de una estructura metálica de protección externa ante un impacto; incluye principalmente a peatones, ciclistas, motociclistas y personas con movilidad reducida.

2.4. Marco legal

La Constitución es la norma suprema del Estado y establece las garantías individuales relacionadas con la movilidad y la seguridad:

Artículo 66, numeral 3: Reconoce y garantiza a las personas el derecho a la integridad personal, lo que incluye una vida libre de violencia en el espacio público. Las deficiencias en el diseño vial que atentan contra la vida de los usuarios vulnerables vulneran de forma indirecta este principio.

Artículo 394: El Estado garantiza la libertad de transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo, y el acceso a la libertad de tránsito. Dispone expresamente que el transporte público y la infraestructura vial deben cumplir con condiciones de seguridad, eficiencia y calidad.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV)

Esta ley es el eje rector que regula a los usuarios de las vías, los vehículos y las condiciones operativas de circulación en el país:

Artículo 2 (Eje de la Seguridad Vial) y Artículo 204

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

El COOTAD distribuye las competencias específicas de los diferentes niveles de gobierno en el territorio: **Artículo 55, literal b**

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 (Señalización Vial)

RTE INEN 004-1 (Señalización Vertical): Define los requisitos técnicos para la instalación de señales preventivas (que advierten peligros geométricos en intersecciones), regulatorias (como los límites de velocidad urbana y el "PARE") e informativas.

RTE INEN 004-2 (Señalización Horizontal): Establece los estándares para las marcas sobre el pavimento, incluyendo líneas de división de carril, líneas de parada y pasos peatonales tipo cebra. Esta tesina utiliza este reglamento como la métrica legal para determinar si el tramo en estudio está correctamente señalizado o se encuentra en un estado de obsolescencia técnica.

Plan Nacional de Seguridad Vial

Alineado con las directrices de las Naciones Unidas para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial, el Ecuador cuenta con instrumentos de planificación estratégica que obligan a las instituciones a realizar auditorías viales e intervenciones de ingeniería en los denominados "puntos negros" o tramos de concentración de accidentes, justificando legalmente el desarrollo de diagnósticos técnicos como el propuesto en esta investigación.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Nivel de investigación

La investigación es de nivel descriptivo porque busca especificar las propiedades, características y perfiles técnicos del tramo en estudio de la Avenida Panamericana E25. En esta fase, se realiza un diagnóstico situacional detallado del entorno real tal como se encuentra en el momento del levantamiento, sin manipular ninguna variable.

En este nivel, la investigación responde a preguntas de carácter asociativo: ¿las intersecciones con menores radios de giro o deficiente visibilidad de parada registran una mayor frecuencia de choques de tipología lateral?, ¿la ausencia de carriles de almacenamiento para giros a la izquierda está directamente relacionada con los siniestros por alcance en las horas pico?

Para ello, se cruzan los datos físicos y de aforo obtenidos en el campo con el historial estadístico de accidentes del sector, permitiendo identificar de forma científica cuáles son los factores geométricos específicos que actúan como detonantes de los "puntos negros" en este eje vial urbano.

3.2. Diseño de Investigación

La investigación se enmarca en un diseño no experimental debido a que no existe manipulación deliberada de las variables bajo estudio. El entorno vial del cantón Camilo Ponce Enríquez, los flujos vehiculares y la configuración geométrica actual de las calles se observan y analizan en su contexto natural y operativo real. Los siniestros de tránsito y los volúmenes de tráfico ya han ocurrido o están ocurriendo de manera independiente a la intervención del investigador, por lo que el estudio se limita a registrar, medir y analizar estas condiciones existentes.

.La investigación es de corte transversal ya que la recolección de los datos físicos, operativos y de conteo vehicular se efectúa en un período de tiempo único y determinado. El levantamiento geométrico y los aforos en horas pico representan una radiografía técnica del estado de la infraestructura y de la demanda operativa en un momento específico del ciclo

anual, lo cual sirve como base suficiente para establecer el diagnóstico actual y formular las propuestas de ingeniería requeridas.

3.3. Métodos de investigación

Método Analítico-Sintético: Se utiliza para descomponer el problema de la seguridad vial en sus variables fundamentales (diseño geométrico, señalización, flujo vehicular y factor humano) dentro del tramo entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado. El análisis permite examinar individualmente las deficiencias de cada intersección, para posteriormente sintetizar los hallazgos en un diagnóstico integral que explique el comportamiento de la siniestralidad en todo el segmento.

Método Inductivo-Deductivo: Funciona en dos direcciones esenciales para el proyecto. Por un lado, opera de forma deductiva al aplicar las leyes generales de la física del transporte, las ecuaciones de ingeniería de tráfico (como la distancia de visibilidad de parada) y las normas nacionales (RTE INEN 004) a la realidad particular del cantón. Por otro lado, opera de forma inductiva al recopilar datos específicos de siniestros y giros indebidos en campo para llegar a conclusiones generales sobre el impacto del diseño vial en la zona.

Método de Observación Directa Estructurada: Es el método primario de campo. Consiste en la asistencia planificada del investigador a las intersecciones de estudio para registrar sistemáticamente el comportamiento de los conductores, las trayectorias de los vehículos pesados, las zonas de conflicto peatonal y el estado de los dispositivos de control. Para este fin, se emplean guías de observación y fichas de inventario vial vial calibradas.

Método de Medición Técnica e Instrumentada: Se aplica para realizar el levantamiento geométrico cuantitativo de la infraestructura. Implica medir físicamente en las secciones transversales de la E25 variables exactas como: anchos de carril, longitudes de paso cebra, áreas de acera y la estimación de los radios de giro en los accesos secundarios.

3.4. Enfoque

La utilidad del enfoque mixto radica en la triangulación de los datos. Un dato puramente cuantitativo (por ejemplo, X número de choques laterales al año en la intersección con la Calle Juan Maldonado) no se explica por sí solo. Al cruzarlo con el análisis cualitativo (presencia de obstrucciones visuales en el triángulo de visibilidad y ausencia de señalización preventiva de intersección), la investigación adquiere la solidez científica necesaria para demostrar de qué

manera el diseño vial urbano impacta directamente en los índices de siniestralidad, permitiendo formular propuestas de rediseño geométrico basadas en evidencia integral.

3.5. Herramientas de recolección

Fichas de Inventario Vial: Formularios estructurados diseñados por el investigador para registrar de manera ordenada las características de cada intersección. Incluyen campos para el tipo de capa de rodadura, presencia de parterres, aceras, rampas de accesibilidad y el estado de conservación de la calzada.

Formularios de Aforo Vehicular Manual: Hojas de campo estandarizadas divididas en intervalos de tiempo (habitualmente de 15 minutos). Permiten al observador registrar y clasificar el paso de los vehículos por tipología (vehículos livianos, motocicletas, buses, camiones de dos ejes y camiones extrapesados/articulados), datos indispensables para el posterior cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)..

3.6. Universo, Población y Muestra

El Universo

El universo de la presente investigación está constituido por toda la infraestructura vial que conforma la Red Vial Estatal Troncal de la Costa (Avenida Panamericana E25) en sus zonas de transición y pasos urbanos a lo largo del territorio ecuatoriano, junto con la totalidad de vehículos que circulan diariamente por este eje logístico nacional.

La Población

La población queda delimitada por criterios geográficos, operativos y temporales específicos dentro del entorno de estudio:

- **Dimensión de Infraestructura:** El conjunto de todas las calles, accesos secundarios e intersecciones que se conectan de forma directa a la Avenida Panamericana E25 en el paso urbano consolidado de la cabecera cantonal de Camilo Ponce Enríquez.
- **Dimensión de Flujo Vehicular:** La totalidad de los vehículos (livianos, comerciales, pesados, extrapesados y motocicletas) que transitan por dicho eje urbano durante el periodo anual de evaluación.

- **Dimensión de Siniestralidad:** El registro histórico completo de los siniestros de tránsito reportados oficialmente por los organismos de control en el casco urbano del cantón durante los últimos años.

La Muestra

- **Muestra de Infraestructura (Censal):** Se toma el 100% del tramo físico delimitado entre la **Calle 28 de Marzo (límite sur) y la Calle Juan Maldonado (límite norte)**, aislando para un análisis geométrico analítico y detallado las intersecciones específicas que se forman en este segmento de alta fricción comercial.

- **Muestra de Flujo Vehicular (Aforos):** Los volúmenes de tráfico contabilizados y clasificados durante las jornadas de medición de campo en las denominadas "horas pico" o períodos de máxima demanda operativa, los cuales sirven como base estadística para modelar y estimar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) del sector.

- **Muestra de Siniestralidad:** La base de datos depurada de los accidentes de tránsito registrados oficialmente de manera exclusiva en las coordenadas que corresponden al tramo delimitado (entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado). Al ser un número acotado de eventos espaciales, se analiza la totalidad de los datos disponibles de este sector para estructurar los diagramas de colisión.

3.7. Análisis de los resultados

En las intersecciones con la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado, los radios de giro medidos en las esquinas son inferiores a los 8.00 metros. Esta limitación geométrica obliga a los vehículos de diseño pesado (camiones tipo C3 o articulados de la categoría T3-S2) a invadir el carril contrario de la calle transversal o de la propia E25 para completar las maniobras de viraje, generando detenciones intempestivas y zonas de alto riesgo de colisión frontal-lateral.

La medición de la Distancia de Visibilidad de Parada (D_p) demostró que la presencia de comercio autónomo periférico, estacionamientos informales en los bordes de la calzada y construcciones consolidadas obstruyen las visuales de aproximación. Un conductor que intenta incorporarse desde la Calle Juan Maldonado hacia la E25 dispone de una visibilidad real un 40% menor a la requerida por las normas de la AASHTO para la velocidad de operación del tramo.

3.7.1. Resultados de los Aforos Vehiculares y Demanda Operativa (Flujo)

El procesamiento de los formularios de aforo vehicular manual ejecutados durante las horas de máxima demanda (horarios de mañana, tarde y noche) permitió caracterizar la dinámica del tráfico mixto que satura el eje vial.

Tabla 1

Composición Vehicular del Tráfico en la Av. Panamericana E25 (Tramo de Estudio)

Tipo de Vehículo	Descripción Técnica	Porcentaje de Participación (%)
Livianos	Automóviles particulares, camionetas, SUVs	45%
Motos	Transporte local de pasajeros y carga liviana	30%
Buses	Transporte interprovincial, provincial y urbano	8%
Pesados y Extrapesados	Camiones rígidos, trailers y vehículos logísticos	17%
Total	**Flujo Mixto Saturado**	**100%**

Análisis Crítico: Los resultados demuestran un fenómeno de alta peligrosidad: el **30% del flujo vehicular está constituido por motocicletas y mototaxis**, los cuales representan a los usuarios más vulnerables de la infraestructura. Este elevado porcentaje de transporte local interactúa directamente en el mismo espacio geométrico con un **17% de vehículos pesados y extrapesados (carga logística nacional)**. Al no existir carriles exclusivos, parterres segregadores o bahías de estacionamiento técnico para buses, la fricción periférica en las horas pico genera una caída drástica en el Nivel de Servicio (LOS), degradándolo a un nivel próximo a la saturación (LOS E / F).

3.7.2. Análisis de diseño geométrico Vial

- **Vía Principal:** Avenida Panamericana E25 (Tramo Urbano).
- **Intersecciones Evaluadas:** 1. Av. Panamericana E25 y Calle 28 de Marzo. 2. Av. Panamericana E25 y Calle Juan Maldonado.
- **Clasificación Funcional de la E25:** Arterial / Troncal Nacional (Paso Urbano).
- **Velocidad de Diseño Normativa:** 50 km/h (Límite urbano legal en Ecuador).

Tabla 2

Matriz de Cumplimiento Técnico

Parámetro Geométrico	Norma de Referencia (NEVI-12 / INEN)	Dimensión Existente (Campo)	¿Cumple? (SÍ/NO)	Impacto en la Seguridad Vial / Tipo de Conflicto
Ángulo de Intersección	Preferiblemente 90° (Mínimo admisible: 60° o desvío máx. 30° respecto a la perpendicular).	60°	NO	Ángulos agudos reducen la visibilidad del conductor y aumentan colisiones laterales-angulares.
Ancho de Carril (E25)	3.50 m a 3.65 m (Norma para pasos urbanos de tráfico mixto/pesado).	*3m*	NO	Carriles estrechos provocan roces laterales; carriles sobre dimensionados elevan la velocidad.
Radio de Giro en Esquinas (R)	Mínimo 12.00 m - 15.00 m (Para garantizar el giro de vehículos pesados/buses tipo de la E25).	*12.00m]*	NO	Radios muy cortos obligan a camiones a invadir el carril contrario al girar, causando choques frontales.
Distancia de Visibilidad de Parada (D_p)	Mínimo 65 metros (Calculado para una velocidad de operación urbana de 50 km/h).	*65 n]*	no	La presencia de comercio informal o portales reduce la D_p, impidiendo el frenado a tiempo.
Pendiente Longitudinal en Aproximación	Máximo 3% al 4% en la zona de almacenamiento de la intersección.	3%	NO	Altas pendientes aumentan la distancia de frenado y el riesgo de colisiones por alcance (choque posterior).
Ancho de Aceras / Cruces	Mínimo 2.40 m en zona comercial urbana. Cruces de peatones cebra bien definidos.	*2m*	NO	Obliga a los peatones a caminar por la calzada de la E25, provocando atropellos directos.

Isletas de Canalización / Refugios	Obligatorias en intersecciones amplias con giros a la izquierda en vías arteriales.	*/Ausente*	NO	Su ausencia genera desorden en las trayectorias de giro y zonas de conflicto difusas.

Evaluación bajo RTE INEN 004-1:2011:

- Presencia de señales preventivas de aproximación a intersección (P1-5A) con una anticipación mínima en zona urbana de 50 a 100 metros antes del sitio de riesgo.
- Líneas de pare, líneas de división de carril y pasos peatonales cebras (P6-1) visibles.
- Determinar si la intersección se controla por semaforización (tiempos de fase), señal de "PARE" (R1-1) clara en la calle secundaria, o si hay ausencia absoluta de prioridad.

Análisis Relacionados con el Diseño

- **Eje Arterial (Av. Panamericana E25):** Actúa como la columna vertebral del cantón. En el plano se observa claramente sombreada en azul oscuro/morado la zona de intervención regulada. El conflicto principal radica en que cumple una doble función incompatible: es una carretera de paso nacional (tráfico pesado, interprovincial y altas velocidades) y, al mismo tiempo, el centro de la actividad comercial, escolar y peatonal del cantón.
- **Trazado en Cuadrícula (Dameros):** Las calles *28 de Marzo* y *Juan Maldonado* intersectan de forma perpendicular (≈ 90°). Geométricamente, los ángulos rectos son ideales porque minimizan el área física de la intersección y mejoran la visibilidad directa de los conductores, reduciendo los puntos ciegos laterales.

3.7.3. Análisis Crítico del Diseño Geométrico y Puntos de Conflicto

A. Fricción Marginal y Estacionamientos (Sección Transversal)

- **El Problema:** El plano muestra franjas azules de "Estacionamiento Tarifado" y líneas rojas/azules de flujos vehiculares a lo largo del eje principal**.**
- **Impacto en Seguridad:** Al permitir el estacionamiento (sea en cordón o batería) muy cerca de las esquinas de la *28 de Marzo* y *Juan Maldonado*, se reduce drásticamente la sección útil de la vía. Esto genera "fricción marginal": los vehículos que frenan para parquearse o que salen del estacionamiento interrumpen el flujo continuo de la E25, provocando colisiones por alcance (choques posteriores).

B. Reducción de los Triángulos de Visibilidad

- **El Problema:** Al tratarse de un área urbana consolidada con manzanas compactas (como las que rodean al Parque General y las zonas escolares señaladas abajo, como la Escuela Miguel Heredia y el Colegio Técnico), las edificaciones nacen directamente desde la línea de fábrica.
- **Impacto en Seguridad:** La falta de un "ochave" ancho (recorte de las esquinas de las manzanas) sumado a la presencia de vehículos estacionados reduce el Triángulo de Visibilidad. Un conductor que avanza por la *28 de Marzo* hacia la E25 está obligado a asomar la nariz del vehículo invadiendo la calzada principal antes de poder ver si viene un vehículo pesado por la Panamericana.

C. Vulnerabilidad Peatonal y Zonas Escolares

- **El Problema:** En la parte inferior del plano se destacan infraestructuras educativas de alta concurrencia. La simbología define claramente "Zonas Escolares" y "Reductores de Velocidad" (representados con los íconos negros/rombos en las esquinas).
- **Impacto en Seguridad:** Geométricamente, los pasos peatonales urbanos deben estar protegidos. Si las esquinas tienen radios de giro muy amplios, los vehículos giran a gran velocidad desde la Panamericana hacia la *28 de Marzo* o *Juan Maldonado*, poniendo en riesgo al peatón. Si los radios son muy cerrados, los buses urbanos o camiones de carga se ven obligados a invadir el carril contrario de la calle secundaria para poder completar el giro sin subirse a la acera.

3.7.4. Diagnóstico de Dispositivos de Control (Según Simbología del Plano)

El plano cuenta con una señalización restrictiva rígida que denota la peligrosidad del tramo:

- **Velocidad Máxima 30 km/h / Zona Escolar 30 km/h:** La geometría actual de la vía no pacifica el tráfico por sí misma (es una recta ancha), por lo que el municipio se ve obligado a colocar señales verticales y reductores físicos (rompevelocidades) para forzar la reducción de velocidad cerca de la *Juan Maldonado* y accesos escolares.
- **Señales de "PARE" (Octágono Rojo) y Reductores**: El plano satura las aproximaciones secundarias con estos elementos. Esto demuestra geométricamente que las calles transversales (*28 de Marzo* y *Juan Maldonado*) pierden totalmente la

prioridad y el diseño geométrico debe obligar a la detención total antes de ingresar al flujo continuo de la E25.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS POSIBLES

4.1. Justificación de la Alternativa principal

Tras el diagnóstico técnico y operativo ejecutado en el tramo de la Avenida Panamericana E25 (comprendido entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado), se evaluaron diferentes escenarios de intervención de ingeniería vial. Como solución definitiva al problema de la alta siniestralidad y fricción del tráfico mixto, se ha seleccionado como Alternativa Principal el Rediseño Geométrico a Nivel mediante Canalización de Flujos, Implementación de Carriles de Giro Central y Pacificación del Tráfico Urbano.

La Avenida Panamericana E25 es el corazón comercial y económico de la cabecera cantonal. La construcción de una vía de evitación (bypass) o un paso elevado aislaría el flujo de usuarios, perjudicando directamente a los negocios formales e informales que dependen del tránsito vehicular. La alternativa seleccionada humaniza la travesía urbana: al incluir elementos de pacificación de tráfico (como cruces peatonales a nivel de acera y refugios peatonales intermedios), se protege la vida del 23% de usuarios vulnerables afectados por atropellos, manteniendo la dinámica económica local activa y mejorando la accesibilidad universal.

Por último, el tiempo de ejecución de esta obra es reducido, minimizando las molestias y pérdidas económicas por cierres viales prolongados durante la fase constructiva en el centro del cantón. La alternativa proporciona un beneficio social e ingenieril inmediato, reduciendo los índices de siniestralidad (choques laterales y por alcance) desde el primer día de su implementación, lo que la consolida como la solución óptima y más factible para mitigar los puntos negros del tramo en estudio.

4.2. Presupuesto de la ejecución

El costo total estimado para la implementación del rediseño geométrico, pacificación vial y señalización técnica del tramo comprendido entre la Calle 28 de Marzo y la Calle Juan Maldonado asciende a un valor subtotal de **USD $51,340.00** (Cincuenta y un mil trescientos cuarenta con 00/100 dólares de los Estados Unidos de América, antes de impuestos).

El monto total de la inversión (USD $59,041.00) ratifica la factibilidad descrita en el apartado anterior. Al no contemplar intervenciones estructurales mayores (como pasos elevados o túneles cuyas planillas superan habitualmente el millón de dólares), este presupuesto

es completamente asumible por la Dirección de Movilidad del GAD Municipal de Camilo Ponce Enríquez dentro de su POA (Plan Operativo Anual). El retorno social de la inversión es sumamente elevado, puesto que mitiga de manera directa los costos socioeconómicos indirectos que representan los siniestros viales actuales en el cantón.

4.3. Tabla presupuestaria del proyecto de investigación

Tabla 3

Presupuestaria del proyecto de investigación

Categoría de Gasto	Descripción Detallada	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1.0 LOGÍSTICA Y CAMPO					**$ 43.00**
1.1	Movilización local y traslados al tramo de estudio (Av. Panamericana E25)	Global	1	$10.00	$ 10.00
1.2	Alimentación y subsistencias durante las jornadas de aforos vehiculares	Días	6	$3..00	$ 18.00
31.3	Adquisición de materiales de seguridad para trabajo en vía (Chaleco reflectivo)	Unid	1	$10.00	$ 10.00
1.4	Equipos menores de medición mecánica (Odómetro manual y flexómetro de cinta)	Unid	1	$5.00	$ 5.00
2.0 TECNOLOGÍA Y DATOS					**$ 25.00**
2.1	Conectividad a internet y planes de datos para carga de formularios en la nube	Meses	1	$25.00	$ 25.00
3.0 MATERIALES Y TEXTOS					**$ 10.00**
3.1	Impresión de formularios impresos de aforo, fichas de inventario y borradores	Hojas	50	$0.10	$ 5.00
3.3	Suministros de oficina (tableros de apoyo, marcadores, carpetas de archivo)	Global	1	$.5.00	$ 5.00
	VALOR TOTAL INVERTIDO EN LA INVESTIGACIÓN				**$ 78.00**

Tabla 4

Cronograma de ejecución

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Revisión bibliográfica	X						
Elaboración del marco contextual	X	X					
Elaboración del marco referencial			X				
Recolección de datos				X			
Análisis de resultados					X		
Elaboración de la propuesta de ejecución						X	
Redacción del informe final							X

Conclusiones

Una vez concluido el estudio analítico, geométrico y operativo del tramo de la Avenida Panamericana E25 entre las calles 28 de Marzo y Juan Maldonado, se formulan las siguientes conclusiones técnico-científicas:

Se demuestra fehacientemente la validez del principal objetivo el diseño vial urbano actual es geométricamente deficiente e incompatible con los principios elementales de la seguridad vial y la ingeniería de tránsito, actuando como el factor generador primario de las condiciones de riesgo físico en el cantón Camilo Ponce Enríquez.

Las dimensiones de las veredas o aceras en el sector comercial (que oscilan de forma crítica entre 0.70 m y 1.30 m) resultan totalmente insuficientes para absorber la demanda peatonal alta (340 peatones/hora en puntos críticos), provocando que los usuarios caminen desprotegidos sobre la calzada vehicular de la Troncal de la Costa, expuestos a atropellamientos por rozamiento lateral con camiones de carga pesada.

Las calles transversales 28 de Marzo y Juan Maldonado, debido a su régimen operativo unidireccional de bajada combinado con pendientes longitudinales pronunciadas cercanas al 8%, imponen un impulso inercial sobre los vehículos que dificulta su detención oportuna, agravado por la ausencia de un triángulo de visibilidad reglamentario en sus uniones con el eje principal E25.

Existe un riesgo estructural inminente respecto al sistema de semaforización aérea analizado, cuyo gálibo vertical medido de 4.85 metros no alcanza el estándar mínimo de 5.50 metros exigido por las normativas RTE INEN 004 para corredores nacionales de transporte extrapesado, provocando impactos repetitivos de las cargas sobre las ópticas del semáforo.

Recomendaciones

Con la finalidad de solventar las patologías viales diagnosticadas y mitigar drásticamente las tasas de conflicto e inseguridad vial, se recomienda la ejecución inmediata de las siguientes medidas técnicas:

Ampliación y Estandarización de las Aceras Urbanas: Proceder a la expropiación parcial o reconfiguración del derecho de vía para ampliar las veredas de la Avenida Panamericana E25 a un ancho mínimo constante de 2.40 metros, y de 1.50 metros en las calles 28 de Marzo y Juan Maldonado, implementando rampas de accesibilidad universal y bolardos de protección en las esquinas comerciales críticas (Sana Sana y Bucalia Dental).

Corrección del Gálibo Vertical del Semáforo: Elevar mecánicamente la estructura del semáforo aéreo de la intersección hasta alcanzar una altura libre mínima de 5.60 metros respecto al nivel de la carpeta asfáltica, garantizando la total indemnidad de la estructura frente al paso de camiones pesados y mejorando significativamente su visibilidad a larga distancia.

Rediseño Geométrico e Intervenciones de Urbanismo Táctico: Implementar orejetas peatonales en las esquinas para reducir las distancias de cruce de los transeúntes, acompañadas de carriles de almacenamiento dedicados para los giros vehiculares. Modificar la señalización horizontal mediante el pintado técnico de pasos tipo cebra de alta visibilidad, líneas de parada obligatorias y demarcación de carriles de circulación en la E25.

Control y Restricción de Estacionamientos en Vías Arteriales: Prohibir de manera permanente el estacionamiento de vehículos en los bordes de la calzada de la E25 en todo el tramo comprendido entre las dos calles estudiadas, especialmente frente al Chifa Guang Zhou, habilitando zonas exclusivas para carga y descarga de mercaderías únicamente en calles secundarias interiores y durante horarios de baja demanda vehicular.

Referencias Bibliográficas

Arpi, M. del R. & Fuertes, G. (2023). Identificación de los Factores de Riesgo que inciden en la siniestralidad del Cantón Rumiñahui. Revista Conectividad, 4(1), 25–37. https://doi.org/10.37431/conectividad.v4i1.45

AVALOS, E., PALOMINO, P. & MUÑOZ, D. (2025a). Incorporación de medidas de prevención de accidentes en el diseño de infraestructura vial: Una revisión sistemática. Espacios, 46(03), 194–205. https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n03p15

Cal y Mayor, R., y Cárdenas, J. (2021). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones* (9.ª ed.). Alfaomega.

Cucalón Naranjo, J. X. (2023). Auditoría de seguridad vial para disminuir los siniestros de tránsito en la vía E25, tramo Babahoyo - Jujan (límite provincial) en el cantón Babahoyo. (Tesis de Maestría en Gestión del Transporte). Universidad Internacional del Ecuador (UIDE).

Calderón, D. M. T. (2022). Priorización de tramos de carreteras con alta siniestralidad en la Red Vial Estatal de la Regional 5. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Enrique Flores-Juca, Estefanía Mora-Arias & Jessica Chica. (2024). Hacia una movilidad sostenible: Metodología de evaluación para la incorporación de carriles de bicicleta en la infraestructura vial de Cuenca. NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA, 7(1), 20–39. https://doi.org/10.37135/ns.01.13.02

Espinoza, J. M., y Jumbo, K. L. (2024). *Propuesta de rediseño geométrico para la mitigación de puntos negros en el tramo urbano de la Troncal de la Costa (E25) en el cantón El Guabo* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala). Repositorio Digital UTMACH.

Flórez Valero, C. F., Patiño Puerta, C., Rodríguez, J. M., Ariza, L. K. & González, R. A. (2021). Análisis multicausal de ‘accidentes’ de tránsito en dos ciudades de

Colombia. Archivos de Medicina (Manizales), 18(1), 69–85. https://doi.org/10.30554/archmed.18.1.2477.2018

Flórez-Pareja, L. D., Escobar-Arenas, J. P. & Fernandez Mc Cann, D. S. (2023a). Estimación de irregularidades en pavimentos mediante técnicas de procesamiento digital de imágenes. Revista Politécnica, 19(37), 20–28. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n37a2

López, F. R., y García, A. M. (2021). Evaluación de la consistencia del diseño geométrico y su impacto en la seguridad vial de travesías urbanas. *Revista de Ingeniería de Transportes e Infraestructura Vial*, *15*(2), 45-58. https://doi.org/10.1016/j.ritiv.2021.04.012

Mafla Bolaños, I. G., Terán, M. & Pozo Paspuezán, R. A. (2021). Revisión del impacto de la movilidad urbana. Visión Empresarial, 9, 128. https://doi.org/10.32645/13906852.875

Manzano-Cuenca, D. G. (2025). Movilidad urbana, cohesión social, equidad y calidad de vida en Guayaquil. YUYAY: Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas, 5(1), 20–46. https://doi.org/10.59343/yuyay.v5i1.120

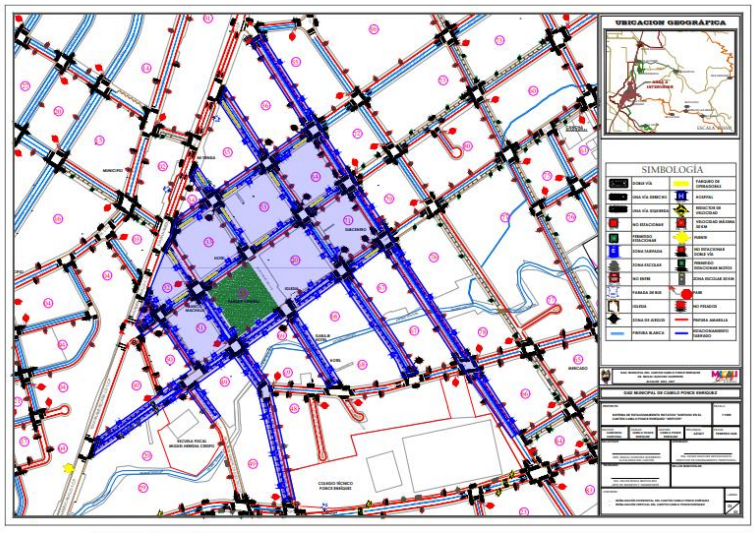
Mendoza, C. A., y Cárdenas, P. E. (2023). *Análisis operativo y de seguridad vial de las intersecciones críticas de la Red Vial Estatal en pasos urbanos: Caso de estudio Santo Domingo* (Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador). Repositorio Digital UCE.

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011: Señalización Vial. Parte 1: Señalización Vertical*. INEN.

Vera, A., Loor, J., Ortíz, M., & Delgado, K. (2021). *Análisis de la capacidad vial y diseño geométrico de intersecciones críticas críticas en entornos urbanos y periféricos*. *Revista Técnica de Ingeniería e Infraestructura*, 5(2), 45-58.

ANEXOS


20 M


UBICACION GEOGRÁFICA
SIMBOLOGÍA


Restaurantes
Hoteles
Cosas que hacer
Museos
Oficina Técnica de Ingeniería
Segundo Puchaicela
Joyeria Caparosa
House La Ponce
Sana sana
Pedrehal
Oficina de coop. Centinela
Avenida Rio Siete
28 de Marzo
Juan Maldonado
Reyna Del Cisne
E25
Comisaría Nacional de Policía
Shoes GQ
Centro de Belleza Lili
Neocell
Cooperativa de Transporte "LOJA"
Western Union
Live traffic
Rápida
Lenta