Maestría en

Nombre Maestría

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de

Magíster en Gestión del Transporte, mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial

AUTORES:

Darwin Gregorio Chele Sancán

Manuel Fernando Gómez Berrezueta

Adolfo Juan Peña Pinargote

TUTORES:

Alberto Sánchez López

Manuel Gordo Gámiz

Manuel Pérez Galera

Francisco Garzón Vico

Director de la Maestría

Master Ing. Alberto Sánchez López

Estudio de Viabilidad de Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte para Optimización de la Seguridad Vial en la Avenida Las Aguas en Guayaquil

Quito, junio 2025.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Certificación de Autoría

Nosotros, **Darwin Gregorio Chele Sancán, Manuel Fernando Gómez Berrezueta y Adolfo Juan Peña Pinargote,** declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

Firmado electrónicamente por:
DARWIN GREGORIO CHELE SANCAN
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Darwin Gregorio Chele Sancán

Firmado electrónicamente por:
MANUEL FERNANDO GOMEZ BERREZUETA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Manuel Fernando Gómez Berrezueta

Firmado electrónicamente por:
ADOLFO JUAN PENA PINARGOTE
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Adolfo Juan Peña Pinargote

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Darwin Gregorio Chele Sancán, Manuel Fernando Gómez Berrezueta y Adolfo Juan Peña Pinargote**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado **Estudio de Viabilidad de Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte para Optimización de la Seguridad Vial en la Avenida Las Aguas en Guayaquil**, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, (junio 2025)

Firmado electrónicamente por:
DARWIN GREGORIO CHELE SANCAN
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Darwin Gregorio Chele Sancán

Firmado electrónicamente por:
MANUEL FERNANDO GOMEZ BERREZUETA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Manuel Fernando Gómez Berrezueta

Firmado electrónicamente por:
ADOLFO JUAN PEÑA PINARGOTE
Validar únicamente con FirmaEC

Firma del graduando
Adolfo Juan Peña Pinargote

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Acuerdo de confidencialidad

La Biblioteca de la Universidad Internacional del Ecuador se compromete a:

Manejar la información confidencial de la misma manera en que se maneja la información propia de carácter confidencial, la cual en ninguna circunstancia podrá estar por debajo de los estándares aceptables de debida diligencia y prudencia.

PABLO FERNANDO ANTE SANCHEZ

Firmado digitalmente por PABLO FERNANDO ANTE SANCHEZ
Fecha: 2025.07.29 17:31:19 -05'00'

Pablo Ante Sánchez
Coordinador Maestría en Gestión del Transporte con Mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial

---

Gabriela Fernández
Gestora Cultural

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, **Alberto Sánchez López y Pablo Ante Sánchez,** declaramos que los graduandos: **Darwin Gregorio Chele Sancán, Manuel Fernando Gómez Berrezueta y Adolfo Juan Peña Pinargote** son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

PABLO FERNANDO ANTE SANCHEZ

Firmado digitalmente por PABLO FERNANDO ANTE SANCHEZ
Fecha: 2025.07.29 17:31:48 -05'00'

Master Ing. Alberto Sánchez López
Director de la
Maestría en Gestión del Transporte con Mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial

---

Pablo Ante Sánchez
Coordinador de la
Maestría en Gestión del Transporte con Mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

DEDICATORIA

A toda mi familia, por su amor incondicional y apoyo en cada paso de mi camino.

En especial, a mi querida mamita Esther, por ser inspiración y guía en mi vida.

Este logro es también de ustedes. 💙

Por su infinito cariño y enseñanzas, y a mis amigos.

Fernando Gómez Berrezueta.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

A Dios por darme fuerza y salud para perseverar y culminar esta etapa de mi vida.

A mi familia, por disculparme las ausencias durante este proceso, por su incondicional comprensión y constante apoyo. En especial a mi hija, con la esperanza de que este logro sea una inspiración para su propio camino.

A todos aquellos que, con una palabra de aliento o un gesto de apoyo, hicieron más liviano este camino.

Darwin Chele Sancán.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

El presente trabajo está dedicado a personas muy especiales que están presente en mi vida, empezando por mi Padre ADOLFO (+) quien desde la eternidad me sigue iluminando con sus enseñanzas impartidas mientras estuvo a mi lado, a mi Madre AURIA, que siempre está junto a mí para brindarme su apoyo en todo momento y cualquier circunstancia.

A mis hijas GÉNESIS VALENTINA, ANDREA GISSEL, y ELSA SOFÍA quienes con su llegada me han alentado a seguir luchando por alcanzar nuevas metas que se presentan en mi vida.

Adolfo Peña.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda mi familia por su apoyo incondicional, motivación y amor, que han sido pilares fundamentales en este camino.

A mis compañeros de proyecto Darwin y Adolfo, por su paciencia, sabiduría y enseñanzas, y al director del Proyecto, Ricardo, por ser un referente de esfuerzo y dedicación.

También extiendo mi gratitud a mis docentes, compañeros y amigos, quienes con su conocimiento y compañía hicieron de este proceso una experiencia enriquecedora.

¡Gracias a todos por ser parte de este logro!

Fernando Gómez Berrezueta.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

A la Universidad Internacional del Ecuador y su programa de Maestría por brindarme las herramientas académicas y profesionales para fortalecer mi formación.

Extiendo un sincero agradecimiento a cada uno de los docentes por su orientación y por compartir conocimientos y experiencias enriquecedoras.

Darwin Chele Sancán.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Agradecido con DIOS, por darme el aliento de vida y alcanzar esta nueva meta planteada, agradecimiento especial e infinito para mi esposa ANGÉLICA, quien ha estado siempre apoyándome para seguir adelante y alcanzar nuevos objetivos que parecen distantes, a mis HERMANAS y HERMANOS.

¡Con su apoyo siempre me han alentado para no desmotivarme en el camino y alcanzar los nuevos logros!

Adolfo Peña.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

RESUMEN

El presente estudio analiza la viabilidad de implementar un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas de Guayaquil, con el objetivo de mejorar la seguridad vial, reducir la congestión vehicular y optimizar la movilidad urbana. Esta arteria vial ha mostrado un aumento sostenido de la accidentabilidad e irrespeto a las señales de tránsito, en su mayoría asociados a exceso de velocidad, fallas semafóricas y comportamiento imprudente de conductores y peatones.

Para abordar esta problemática, se desarrolló una evaluación del estado actual del tráfico utilizando matrices de riesgo y factores influyentes en la problemática usando un análisis FODA y en función de los datos obtenidos proponer una intervención basado en tecnologías ITS, integrando soluciones como semaforización inteligente adaptativa. La propuesta técnica fue evaluada mediante una metodología mixta, que incluyó: recolección y análisis de datos históricos de tráfico y siniestros, observación directa y un análisis de costos.

Los resultados demostraron que el sistema propuesto puede reducir considerablemente la situación del tráfico en esta arteria vial, esperando así una mejora aproximada del 25% en la fluidez del tráfico en horas pico. El estudio concluye que la implementación del ITS es técnica y económicamente viable, siempre que esté acompañada de campañas de educación vial, articulación interinstitucional y una planificación por fases. Esta investigación aporta una herramienta de gestión aplicable no solo en Guayaquil, sino también en otros contextos urbanos de América Latina con similares desafíos de movilidad y busca sentar las bases para futuras investigaciones e implementaciones tecnológicas en transporte inteligente.

Palabras Clave: Sistema Inteligente de Transporte (ITS); Movilidad Urbana Sostenible; Seguridad Vial; Accidentes de Tráfico, Matriz de Riesgo

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ABSTRACT

To address this issue, an assessment of the current traffic conditions was conducted using risk matrices and a SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats). Based on the data collected, an intervention was proposed using ITS technologies, including adaptive intelligent traffic signals. The technical proposal was evaluated using a mixed methodology that included the collection and analysis of historical traffic and accident data, direct observation, and a cost analysis.

The results showed that the proposed system could significantly improve traffic conditions on this road, with an expected 25% improvement in traffic flow during peak hours. The study concludes that the implementation of ITS is technically and economically feasible, provided it is supported by road safety education campaigns, inter-institutional coordination, and phased planning. This research offers a traffic management tool applicable not only in Guayaquil but also in other urban areas in Latin America facing similar mobility challenges, and it aims to lay the groundwork for future research and technological implementations in intelligent transport.

Keywords: Intelligent Transportation System (ITS); Sustainable Urban Mobility; Road Safety; Traffic Accidents; Risk Matrix.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

UIDE Powered by Arizona State University

eig CAMPUS

TABLA DE CONTENIDOS

Certificación de Autoría 2
Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual 3
Acuerdo de confidencialidad 4
Aprobación de dirección y coordinación del programa 5
DEDICATORIA 6
AGRADECIMIENTOS 9
RESUMEN 12
ABSTRACT 13
TABLA DE CONTENIDOS 14
LISTA DE TABLAS 17
LISTA DE FIGURAS 18
CAPITULO 1: 21
INTRODUCCION 21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO 21
1.2. Naturaleza o tipo de proyecto 22
1.3. Objetivos 22
1.4. Definición de los objetivos estratégicos 23
1.5. Justificación e importancia del trabajo de investigación 26
CAPITULO 2 28
ANÁLISIS DAFO DE LA SITUACIÓN Y PROPUESTA 28
2.1 Análisis DAFO de la Situación Actual 28
2.2 Definición de los objetivos tácticos 31
2.3 Análisis causa – efecto 34
2.3.1 Causas Principales del Problema 34
2.3.2 Efectos del Problema 35
2.3.3 Solución Propuesta: Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) 35
2.4 Análisis esfuerzo / beneficio 37
2.5 Planificación táctica del proyecto en horizontes temporales 38
2.6 Matriz Esfuerzo-Beneficio 39

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO 3 43
DIAGNÓSTICO INICIAL DEL TRÁFICO EN LA AVENIDA LAS AGUAS 43
3.1 Toma de datos en investigación de accidentes: Causas, consecuencias y patrones de siniestralidad vial 43
3.2 Objetivo 43
3.3 Desarrollo 46
3.4 Toma de Datos en Investigación de Accidentes 58
Datos Generales 58
Descripción del Accidente 58
Recolección de Evidencia 61
3.5 Técnicas, métodos y procesos de investigación de accidentes de tráfico 64
3.5.1 Triangulación del vehículo siniestrado 64
3.5.2 Elementos clave en la triangulación de un accidente 64
3.5.3 Importancia de la triangulación en la gestión del transporte 64
3.5.4 Los seguros en la normativa de Ecuador 64
3.5.5 Aspectos clave de los seguros en Ecuador 65
3.6 Análisis de las Causas Probables 66
3.7 Reconstrucción del Accidente 70
CAPITULO 4 72
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ITS 72
4.1 Factores de Riesgo en la Avenida Las Aguas 72
4.2 Riesgos del transporte por carretera 72
4.3 Tipos de riesgos del transporte por carretera 73
4.4 Riesgos de Transporte en la Avenida Las Aguas 73
4.5 Análisis de los Riesgos mediante una Matriz de Riesgos 85
4.6 Recomendaciones para Mitigar Riesgos 88
4.7 Evaluación objetiva de probabilidad y severidad 88
4.8 Acciones para Mitigación de los Riesgos 103
4.9 Recomendaciones para Mitigar Riesgos 104
4.10 Análisis Económico 120
4.11 Informe Fotográfico Georreferenciado – Av. Las Aguas (Guayaquil) 131

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.12 Propuesta Ejecutiva 133
4.13 Cronograma Detallado con Valoración Económica del Proyecto ITS – Av. Las Aguas.... 137
4.14 Mejoras Esperadas en el Tráfico – Avenida Las Aguas, Guayaquil..... 140
CAPITULO 5 142
5.1 Conclusiones generales 142
5.2. Conclusiones específicas..... 143
5.3. Limitaciones a la Investigación..... 145
5.4 Recomendaciones 146
BIBLIOGRAFÍA 147
ANEXOS 151
Anexo I 151
Importancia de la triangulación en la gestión del transporte 151
Anexo II..... 155
Propuesta de Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) 155
Anexo III 157
Respaldo de Veracidad de Información..... 157

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Análisis DAFO (Debilidades-Amenazas) 30
Tabla 2 Análisis DAFO (Fortalezas – Oportunidades) 31
Tabla 3 Análisis esfuerzo / beneficio 37
Tabla 4 Planificación táctica del proyecto 38
Tabla 5 Matriz Esfuerzo-Beneficio 39
Tabla 6 Datos de Siniestralidad en la Avenida las Aguas 55
Tabla 7 Promedio de Flujo Vehicular en la Avenida Las Aguas 56
Tabla 8 Promedio por tramo de hora del flujo vehicular 57
Tabla 9 Posibles Riesgos de Tráfico y Tránsito – Avenida Las Aguas, Guayaquil 85
Tabla 10 Matriz de Riesgos 87
Tabla 11 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 1 89
Tabla 12 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 2 95
Tabla 13 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 3 97
Tabla 14 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 4 99
Tabla 15 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 5 100
Tabla 16 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 6 101
Tabla 17 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 7 102
Tabla 18 Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 8 103

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

UIDE Powered by Arizona State University

eig CAMPUS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Causa Efecto 36
Figura 2 Dispositivo Metrocount 41
Figura 3 Aspectos Generales 45
Figura 4 Evolución histórica de la tasa de mortalidad por cada 100 000 habitantes 46
Figura 5 Evolución histórica del porcentaje de fallecidos en sitio según género 47
Figura 6 Evolución histórica de la tasa de mortalidad por cada 100 000 automotores 47
Figura 7 Siniestros totales según causa probable y tipo de siniestro en Guayaquil 48
Figura 8 Siniestros totales según rango de hora y día de la semana 49
Figura 9 Fallecidos en sitio por atropello según tipo de automotor involucrado, año 2023 50
Figura 10 Tasa de mortalidad por cada 100 000 habitantes 2023, Guayaquil versus diez cantones más poblados del país 50
Figura 11 Siniestros registrados por vías 51
Figura 12 Distribución de Siniestros en Guayaquil 52
Figura 13 Puntos con más Siniestros en Guayaquil 53
Figura 14 Ubicación de los Siniestros en la Avenida Las Aguas 54
Figura 15 Vehículo 1 58
Figura 16 Vehículo 2 59
Figura 17 Ubicación Guayaquil 59
Figura 18 Vía Las Aguas - Guayaquil 60
Figura 19 Vía Las Aguas - Guayaquil 60
Figura 20 Vía Las Aguas - Guayaquil 61
Figura 21 Medición de Distancias 61
Figura 22 Medición de Distancias-Ancho de la Vía 62
Figura 23 Entrevistas a Testigos 62
Figura 24 Condiciones de la Vía 63
Figura 25 Revisión de Cámaras de Seguridad 63
Figura 26 Calculadora de distancia de frenado 67
Figura 27 Obtención de distancia de frenado 68
Figura 28 Revisión de Señalética 68
Figura 29 Ubicación de la Señalética a lo Largo de la Vía 69
Figura 30 Medición de Temperatura 69
Figura 31 Condiciones Atmosféricas 70
Figura 32 Revisión del Vehículo Involucrado 70
Figura 33 Revisión del Vehículo Involucrado 71
Figura 34 Avenida Las Aguas – Ubicación en Google Maps 74
Figura 35 Avenida Las Aguas – Vista Panorámica 75
Figura 36 Avenida Las Aguas – Riesgos de Tránsito 76
Figura 37 Avenida Las Aguas – Vista Panorámica 77
Figura 38 Retrato del Accidente In Itínere 78

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 39 Congestión de Tráfico en Avenida las Aguas 79
Figura 40 Ubicación de las Paradas de Buses 80
Figura 41 Riesgos para Motociclistas 81
Figura 42 Ubicación de Letreros de Información 82
Figura 43 Instalación de Nuevos Semáforos 83
Figura 44 Inundaciones en el Sector Las Aguas 84
Figura 45 Matriz de Riesgo 86
Figura 46 Inundaciones en el Sector Las Aguas 90
Figura 47 Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto A 91
Figura 48 Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto B 92
Figura 49 Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto C 92
Figura 50 Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto D 93
Figura 51 Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto E 93
Figura 52 Radares de Velocidad-Puntos A-E 94
Figura 53 Radares de Velocidad-Puntos A-E 95
Figura 54 Semáforos 96
Figura 55 Semáforos-Punto A 97
Figura 56 Semáforos-Punto B 98
Figura 57 Semáforos-Punto C 98
Figura 58 Ubicación de Semáforos-Puntos A-C 99
Figura 59 Mitigación de Riesgo 104
Figura 60 Radares de Velocidad 105
Figura 61 Rompevelocidades 106
Figura 62 *Ubicación del Rompevelocidades* 107
Figura 63 *Ubicación del Rompevelocidades* 107
Figura 64 *Campañas Educativas* 108
Figura 65 *Pasos Cebra* 109
Figura 66 *Señalización Vertical* 109
Figura 67 *Controles Nocturnos* 110
Figura 68 *Paso Peatonal Elevado* 111
Figura 69 *Paso Peatonal Elevado Frente a la UIDE* 111
Figura 70 *Botón de Cruce* 112
Figura 71 *Puntos Estratégicos para Semáforos Inteligentes* 113
Figura 72 *Asfaltado de la Vía* 114
Figura 73 *Informe Fotográfico Georreferenciado* 114
Figura 74 *Reubicación de Paradas* 115
Figura 75 *Luminarias LED* 116
Figura 76 *Zonas de Estacionamiento* 117
Figura 77 *Ciclovías* 118
Figura 78 *Pictograma de Ciclovías* 119
Figura 79 *Informe Fotográfico Georreferenciado* 133
Figura 80 *Plano General – Boceto de la Propuesta* 135

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 81 *Resumen de Mejoras Esperadas del Tráfico* 136
Figura 82 *Resumen de Mejoras Esperadas del Tráfico* 137

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO 1:
INTRODUCCION
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

1.1. Definición del proyecto

La Avenida Las Aguas es una arteria vial clave en la ciudad de Guayaquil, caracterizada por un alto flujo vehicular, especialmente en horas pico, lo que genera problemas de congestión, demoras en los tiempos de traslado y riesgos de seguridad vial. Actualmente, el crecimiento del parque automotor y el aumento de la actividad comercial y residencial en la zona han intensificado estos desafíos, afectando tanto a conductores como a peatones.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), Guayaquil experimenta un incremento anual del 5-7% en la cantidad de vehículos registrados, lo que agrava la saturación de vías principales como la Avenida Las Aguas. Además, reportes de la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM) indican que en dicha avenida se producen retenciones vehiculares de hasta 25 minutos en horas pico, con velocidades promedio inferiores a 15 km/h, muy por debajo del estándar recomendado para vías urbanas principales, que debería estar entre 30 y 50 km/h.

Ante esta problemática, Surge la necesidad de estudiar la viabilidad de implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas, con el objetivo de optimizar la seguridad vial y mejorar la fluidez del tráfico. Este estudio se basará en la recopilación y análisis de datos de flujo vehicular y peatonal, permitiendo la identificación de puntos críticos y propuestas para dar soluciones tecnológicas, como semáforos inteligentes, señalización dinámica, sensores de velocidad y sistemas de monitoreo en tiempo real. Este sistema permitirá gestionar de manera más eficiente el tráfico mediante el uso de tecnologías avanzadas, con el objetivo de optimizar la seguridad vial, reducir los tiempos de viaje y mejorar la fluidez del tráfico.

El transporte, como uno de los sectores más importantes de la economía nacional, es la base para acelerar el desarrollo mediante la integración de sistemas sostenibles de transporte. Los sistemas de transporte inteligentes (ITS) representan una oportunidad para el desarrollo sostenible de las ciudades actuales. Los ITS se basan en tecnologías de transporte avanzadas que ayudan a minimizar la emisión de sustancias nocivas al medio ambiente.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1.2. Naturaleza o tipo de proyecto

El presente proyecto tiene una naturaleza técnico-científica y social, ya que se orienta al análisis y evaluación de soluciones tecnológicas aplicadas al sistema de transporte urbano, con el objetivo de optimizar la seguridad vial. La iniciativa se enmarca en el ámbito de la movilidad inteligente, y propone el estudio de viabilidad para la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas, en la ciudad de Guayaquil.

A través de un enfoque interdisciplinario, el proyecto busca diagnosticar las condiciones actuales del tránsito en dicha avenida, identificar problemáticas relacionadas con la siniestralidad vial y evaluar, técnica y económicamente, la factibilidad de incorporar tecnologías inteligentes que mejoren la gestión del tráfico y reduzcan los riesgos de accidentes. Al tratarse de una propuesta que combina innovación tecnológica con beneficios directos a la comunidad, se posiciona también como un aporte al desarrollo urbano sostenible y a la planificación estratégica del transporte.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estudiar la viabilidad de implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) para la optimización de la seguridad vial en la Avenida Las Aguas en Guayaquil.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los puntos críticos de seguridad en la Avenida Las Aguas donde se registran problemas de tráfico.
- Analizar el comportamiento del tráfico y las principales causas de problemas viales.
- Diseñar una propuesta de implementación de un ITS que integre cámaras, sensores y semáforos inteligentes.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

1.4. Definición de los objetivos estratégicos

Se realiza un análisis de cada uno de los objetivos.

- Estudiar la Viabilidad de Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte para Optimización de la Seguridad Vial en la Avenida Las Aguas en Guayaquil

En base a el objetivo general planteado se pretende evaluar los factores de tráfico en un tramo de la Av. Las Aguas con el fin de identificar los puntos y horarios críticos de congestión vehicular, además de verificar que tipo de infraestructura y tecnología que tiene actualmente la vía, también se pretende analizar los beneficios en cuanto a la fluidez del tránsito vehicular y peatonal y cuanto sería la inversión y posterior costo de mantenimiento, con la finalidad de incrementar un 10% en la velocidad promedio del tráfico en la Avenida Las Aguas en un período de 12 meses mediante la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS), optimizando la sincronización semafórica y la gestión del flujo vehicular.

Para lograr incrementar en un 10% la velocidad promedio del tráfico en la Avenida Las Aguas en un período de 12 meses mediante la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS), es necesario un enfoque integral basado en tecnologías avanzadas y estrategias de gestión de tráfico. A continuación, se detallan las acciones clave para alcanzar este objetivo:

1. Diagnóstico Inicial del Tráfico en la Avenida Las Aguas

Acciones:

- Realizar un estudio de tráfico para medir la velocidad actual promedio, los puntos de congestión y los patrones de flujo vehicular.
- Instalar sensores de tráfico y cámaras para recopilar datos en tiempo real sobre volumen vehicular, tiempos de espera y congestión.
- Analizar los tiempos de los semáforos y su impacto en la fluidez del tráfico.

Resultados esperados:

- Identificación de los principales factores que afectan la velocidad del tráfico.
- Base de datos para modelar soluciones efectivas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2. Implementación de un Sistema de Semaforización Inteligente

Acciones:

- Integrar un sistema de semaforización adaptativa, que ajuste los tiempos de los semáforos según la densidad del tráfico en tiempo real.
- Usar sensores de flujo vehicular y cámaras de detección para optimizar la gestión del tránsito.
- Implementar la sincronización de semáforos para reducir el tiempo de espera en intersecciones clave, como ejemplo los accesos a las instituciones educativas.

Resultados esperados:

- Reducción de paradas innecesarias y optimización del flujo vehicular.
- Mayor fluidez en horas pico.

3. Uso de Sistemas de Información y Alertas en Tiempo Real

Acciones:

- Implementar paneles de mensajería variable (PMV) para informar a los conductores sobre condiciones del tráfico, rutas alternas y tiempos estimados de llegada.
- Instalar sensores de tráfico que envíen información en tiempo real a un centro de control de tráfico.

Resultados esperados:

- Mejor distribución del tráfico en función de la congestión.
- Reducción del tiempo perdido en atascos.

Para verificar la mejora fluidez del tráfico en horas pico, en valores de velocidad promedio y número de vehículos por carril, para proponer alternativas de derivación del tráfico a rutas aledañas, reduciendo así las interrupciones del tráfico y mejorando la circulación de 20 a 30 km/h y la ocupación de la vía.

Para lograr mejorar la circulación de 20 a 30 km/h y optimizar la ocupación de la vía en la Avenida Las Aguas, es necesario un enfoque integral basado en la implementación

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS). A continuación, se detallan las estrategias y tecnologías clave para alcanzar este objetivo en un período de 12 meses.

1. Diagnóstico Inicial del Tráfico y Establecimiento de Línea Base

Acciones:

- Medición actual de la velocidad promedio de circulación en distintos horarios (pico y valle).
- Identificación de los principales puntos de congestión y análisis del nivel de ocupación de la vía.
- Uso de sensores de tráfico, cámaras y drones para recopilar datos en tiempo real sobre densidad vehicular y tiempos de espera.

Resultados esperados:

- Determinar las causas principales de la congestión (semaforización ineficiente, vehículos mal estacionados, exceso de tránsito).
- Obtener información clave para definir estrategias de optimización.

2. Implementación de Semaforización Inteligente y Sincronización Dinámica

Acciones:

- Instalación de semáforos inteligentes con sensores de flujo vehicular para ajustar tiempos de luz verde y roja según la densidad de tráfico.
- Sincronización de semáforos en toda la avenida para generar una "onda verde", reduciendo el número de paradas innecesarias.
- Priorización de transporte público en intersecciones clave para agilizar la movilidad.

Resultados esperados:

- Aumento de la velocidad promedio de circulación entre 5 y 10 km/h en las primeras etapas.
- Reducción de atascos y tiempos de espera en intersecciones.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. Implementación de un Sistema de Información y Gestión del Tráfico en Tiempo Real

Acciones:

- Instalación de paneles de mensajería variable (PMV) para informar a los conductores sobre el estado del tráfico y rutas alternativas.
- Integración con aplicaciones de tráfico (Google Maps, Waze) para optimizar la distribución vehicular.
- Creación de un centro de monitoreo de tráfico con IA para la gestión dinámica de incidentes y optimización de flujos.

Resultados esperados:

- Distribución más eficiente del tráfico, reduciendo cuellos de botella.
- Mejora de la velocidad promedio de circulación entre 5 y 8 km/h adicionales.

1.5.Justificación e importancia del trabajo de investigación

La seguridad vial es uno de los retos más apremiantes en el entorno urbano contemporáneo, especialmente en ciudades con alto crecimiento vehicular como Guayaquil. La Avenida Las Aguas, una vía de importante circulación dentro del sector norte de la ciudad, presenta múltiples factores de riesgo que afectan la movilidad segura de peatones, ciclistas y conductores. Entre estos destacan la velocidad excesiva, la falta de señalización, la infraestructura vial deteriorada y la deficiente organización del transporte público.

Los ITS incluyen una gama de tecnologías e ideas que pueden mejorar la movilidad y la productividad del transporte, aumentar la seguridad, maximizar las instalaciones de transporte y los recursos energéticos existentes, y proteger el medio ambiente. Se basan en tecnologías modernas de comunicaciones, informática y control (Mobility 2000, 1990 y Federal Highway Administration, 1991).

La implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) se propone como una alternativa tecnológica y estratégica para enfrentar estas problemáticas, al integrar herramientas como sensores de velocidad, semáforos inteligentes, cámaras de monitoreo y plataformas de gestión del tráfico. Este trabajo de investigación busca evaluar la viabilidad de dicha implementación en función de los riesgos identificados y de las condiciones reales del entorno vial.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Las mejoras cuantificadas en la movilidad incluyen: reducción de la congestión (normalmente más del 70% de los viajes en horas pico ocurren en condiciones de congestión), aumento y mejora de las capacidades del conductor, reducción de la confusión y la frustración de los conductores, adaptación a un mayor número de viajes y velocidades más altas, y reducción de la fatiga y la frustración del conductor (Taleb, 1997).

El estudio es importante porque permitirá proponer medidas concretas y modernas para reducir la siniestralidad vial, mejorar la eficiencia del tránsito, y promover una movilidad urbana sostenible y segura. Además, servirá como referencia técnica para futuras intervenciones similares en otras vías de la ciudad, aportando a los objetivos de desarrollo urbano del municipio y al bienestar de la ciudadanía.

La implementación de Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) presenta numerosos desafíos a pesar de su potencial para mejorar la movilidad, reducir la congestión y optimizar la gestión del tráfico en las zonas urbanas. Investigaciones previas se han centrado en el estudio de los obstáculos asociados a la implementación de ITS en entornos específicos. Sin embargo, se requiere una comprensión más integral de los efectos de estos desafíos en la movilidad urbana inteligente. El objetivo de esta investigación es examinar los obstáculos que afectan la implementación de ITS en el contexto de la movilidad urbana inteligente (Waqar, 2023).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO 2
ANÁLISIS DAFO DE LA SITUACIÓN Y PROPUESTA

2.1 Análisis DAFO de la Situación Actual

Debilidades: Son los factores internos negativos

- Infraestructura vial posiblemente obsoleta o inadecuada para la implementación de tecnología avanzada.
- Falta de monitoreo y control del tráfico en tiempo real, lo que impide una gestión eficiente del tránsito, especialmente el flujo del tránsito vehicular. Insuficiente cultura vial y desobediencia de normas de tránsito por parte de conductores y peatones.
- Ausencia de tecnologías ITS como semáforos inteligentes, sensores de tráfico o sistemas de control centralizado.
- Alto costo inicial de implementación de tecnologías ITS.
- Necesidad de capacitación de personal para operar y mantener los sistemas.
- Dependencia de la conectividad y sistemas de telecomunicaciones para el correcto funcionamiento.

Amenazas: Son los factores externos negativos

- Aumento constante de la congestión vehicular debido al incremento de circulación vehicular y expansión urbana.
- Posible falta de apoyo de autoridades o dificultades burocráticas en la implementación de cambios, debido a posibles demoras en la ejecución debido a trámites administrativos y políticos.
- Factores económicos que pueden limitar la inversión pública o privada en infraestructura inteligente.
- Impactos ambientales negativos derivados del tráfico denso y el aumento de emisiones contaminantes.

Fortalezas: Son los factores internos positivos

- La avenida es una arteria importante, por lo que mejorar su movilidad

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

beneficiará a un gran número de usuarios.

- Existencia de normativa de tránsito que puede servir como base para nuevas regulaciones y mejoras.
- Interés académico y técnico en mejorar la movilidad urbana mediante estudios detallados como el actual proyecto presentado.
- Reducción de congestión vehicular y mejora de la seguridad vial.
- Disminución de tiempos de viaje y mayor eficiencia en la movilidad urbana.
- Integración con otras soluciones de movilidad sostenible (transporte público, ciclovías, etc.).
- Posibilidad de escalabilidad del sistema a otras avenidas y zonas de la ciudad.

Oportunidades: Son los factores externos positivos

- Disponibilidad de tecnologías ITS probadas en otras ciudades con buenos resultados en movilidad y seguridad vial.
- Fondos gubernamentales o privados para la modernización del sistema de tránsito.
- Creciente tendencia global a adoptar soluciones de transporte inteligente y sostenible.
- Potencial de integración con otras iniciativas de movilidad urbana y planificación territorial.
- Uso de Big Data e inteligencia artificial para mejorar la gestión del tráfico.
- Creciente interés del sector privado en participar en proyectos de movilidad inteligente.
- Posibilidad de reducir emisiones contaminantes al optimizar la circulación vehicular.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 1
Análisis DAFO (Debilidades-Amenazas)

Debilidades	Amenazas
(Factores internos negativos) • Limitación de recursos para la investigación: El acceso a datos detallados y tecnología de análisis puede ser restringido. • Necesidad de capacitación técnica: La implementación de un ITS requiere personal capacitado para su operación y mantenimiento. • Dependencia de la infraestructura actual: La efectividad del sistema puede verse afectada si la infraestructura vial no está en condiciones óptimas. • Falta de información actualizada: Puede haber limitaciones en la disponibilidad de datos de tráfico y movilidad específicos de la Av. Las Aguas.	(Factores externos negativos) • Resistencia al cambio: Conductores y peatones pueden oponerse a la implementación de nuevas tecnologías y regulaciones. • Costos de inversión y mantenimiento elevados: La instalación y mantenimiento de un ITS puede representar una inversión significativa. • Factores políticos y burocráticos: La aprobación e implementación del proyecto puede verse afectada por cambios en políticas gubernamentales. • Problemas técnicos y de mantenimiento: fallas en los dispositivos o dificultades en la integración con el sistema actual podrían afectar la efectividad del sistema en el futuro.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 2
Análisis DAFO (Fortalezas – Oportunidades)

Fortalezas	Oportunidades
(Factores internos positivos)	(Factores externos positivos)
• Interés en mejorar la seguridad vial: La optimización del tránsito vehicular y peatonal es una prioridad para mejorar la movilidad urbana.	• Creciente necesidad de soluciones de movilidad: La congestión vehicular es un problema en aumento, por lo que se requieren soluciones innovadoras.
• Avance tecnológico: Existen diversas soluciones ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte) probadas a nivel mundial que pueden adaptarse al contexto de Guayaquil.	• Disponibilidad de nuevas tecnologías: Sensores, semáforos inteligentes, cámaras de monitoreo y otras tecnologías pueden ser aplicadas para mejorar el tráfico.
• Enfoque basado en datos: El estudio se basa en la recopilación y análisis de datos, lo que permitirá tomar decisiones informadas.	• Interés gubernamental y municipal: Posibles apoyos de entidades públicas y privadas en la implementación de proyectos de movilidad sostenible.
• Impacto positivo en la movilidad: Un ITS bien diseñado puede reducir tiempos de viaje y mejorar la calidad de vida.	• Posibles fuentes de financiamiento: Existen fondos y programas de inversión en movilidad urbana y tecnología ITS.

2.2 Definición de los objetivos tácticos

En base a cada uno de los objetivos específicos se define los objetivos tácticos:

1. Identificar los puntos críticos de seguridad en la Avenida Las Aguas donde se registran problemas de tráfico.

- Realizar un levantamiento de datos sobre flujo y congestión vehicular en la

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

avenida, obteniendo datos in situ y registros de velocidades promedio en este tramo de vía (consultando fuentes oficiales), conocer el flujo vehicular en distintos horarios y días, encuestar a los usuarios de la vía con la finalidad de conocer la percepción sobre los riesgos que presenta ésta.

- Implementar estudios de campo para identificar intersecciones y tramos con mayor incidencia de problemas viales, verificando las zonas de mayor impacto como los ingresos a las instituciones educativas presentes en la vía.
- Coordinar con entidades de tránsito para obtener informes y estadísticas sobre congestión, manteniendo reuniones periódicas con la Autoridad de Tránsito Municipal y la coordinación de Movilidad del Municipio.

2. Analizar el comportamiento del tráfico y las principales causas de problemática vial en la avenida seleccionada.

- Aplicar técnicas de verificación de tráfico para evaluar los flujos vehiculares, mediante el análisis de la sincronización de los semáforos en el tramo de vía propuesto y el impacto que esto genera en la fluidez vehicular, así como los tiempos que los peatones deben esperar para poder cruzar la vía. La implementación de un sistema de sincronización de semáforos en la Avenida Las Aguas se llevará a cabo mediante un análisis exhaustivo de los tiempos de espera y la fluidez del tráfico en cada intersección. Utilizando tecnologías avanzadas como sensores de flujo vehicular, cámaras de monitoreo y software de simulación de tráfico, se recopilarán datos para identificar los puntos críticos de congestión y las ineficiencias en los ciclos semafóricos actuales. Posteriormente, se implementará un sistema inteligente adaptativo que ajustará los tiempos de las luces en función de la demanda en tiempo real, asegurando una coordinación eficiente entre intersecciones y priorizando el paso del tráfico en horas pico. Este enfoque optimizado reducirá los tiempos de espera, evitará paradas innecesarias y mejorará la velocidad promedio del tráfico, con un aumento esperado de hasta un 10% en un plazo de 12 meses, promoviendo una circulación más fluida y segura para los usuarios de la avenida.

- Identificar patrones de congestión en horarios de mayor afluencia y los factores que los generan, tomando en cuenta factores como: vehículos mal estacionados, vehículos de carga y descarga, vehículos que se abastecen de combustible y si

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

el transporte público hace uso de los respectivos paraderos ubicados en el tramo de vía que se estudiará, también se realizará un conteo de vehículos en puntos estratégicos de la vía. Se analizarán diversos factores que contribuyen a la congestión, tales como vehículos mal estacionados, que bloquean carriles y reducen la capacidad de circulación, vehículos de carga y descarga que ocupan espacios por períodos largos, vehículos en estaciones de servicio que retrasan el flujo, y el uso de paraderos por el transporte público que puede generar detenciones frecuentes. Además, se llevará a cabo un conteo de vehículos para evaluar la densidad y el tipo de vehículos presentes en puntos críticos, con el objetivo de identificar los factores más influyentes en la congestión. Esta recopilación de datos servirá para desarrollar estrategias de mitigación específicas, como la reubicación de paraderos, la regulación del estacionamiento y la mejora de la circulación de vehículos de carga.

- Evaluar la infraestructura vial actual y su impacto en la fluidez del tránsito. Se llevará a cabo una inspección detallada de los carriles disponibles, la señalización vial, las intersecciones, los puntos de acceso y salida, y las condiciones de pavimento. Se evaluará si la capacidad de los carriles es suficiente para soportar el volumen de tráfico, especialmente durante las horas pico, y si existen bottlenecks (cuellos de botella) en áreas de mayor congestión, como en cruces o puentes. También se analizará la eficiencia de las intersecciones y el diseño de los giros, para determinar si el tiempo de espera y las distancias de detención son adecuados. Asimismo, se examinará la señalización vertical y horizontal (señales de tránsito, semáforos y demarcación de carriles) para garantizar que sean claras, visibles y adecuadas para los usuarios.

3. Diseñar una propuesta de implementación de un ITS que integre cámaras, sensores y semáforos inteligentes.

- Definir los componentes tecnológicos y la infraestructura necesaria para la implementación del sistema. realizando una adecuada selección de tecnología para gestionar de manera automatizada el flujo de vehículos.
- Desarrollar un plan de ubicación estratégica de cámaras, sensores y semáforos inteligentes, mediante estrategias que ayuden a mejorar el flujo vehicular mediante la definición de un protocolo que permita realizar la recolección y procesamiento de datos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Proponer un esquema de integración del sistema con las entidades de control de tránsito para su operatividad y monitoreo.
- Para diseñar una propuesta de implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas, se utilizará el dispositivo Metrocount, que permite realizar un análisis detallado del flujo vehicular mediante el conteo y clasificación de vehículos en tiempo real. Este dispositivo se instalará en puntos estratégicos de la vía para recolectar datos sobre el volumen de tráfico, la velocidad de los vehículos y los patrones de circulación durante diferentes períodos del día, especialmente en horas pico.

2.3 Análisis causa – efecto

Este análisis identifica las principales causas de los problemas de seguridad vial en la Avenida Las Aguas y su relación con los efectos en la movilidad urbana. A través de un enfoque basado en el sistema de transporte inteligente (ITS), se plantea una solución que busca optimizar la seguridad vial mediante el uso de cámaras, sensores y semáforos inteligentes.

Se identifica el problema central:

- Alta incidencia de tráfico y congestión vehicular en la Avenida Las Aguas

2.3.1 Causas Principales del Problema

Infraestructura y Señalización Deficiente

- Falta de semáforos inteligentes y sincronización ineficiente.
- Deficiencia en la señalización vial y demarcaciones.
- Carencia de pasos peatonales adecuados.

Comportamiento del Tráfico y Conductores

- Exceso de velocidad en zonas críticas.
- Irrespeto a las señales de tránsito.
- Falta de educación vial en peatones y conductores.

Deficiencia en el Monitoreo y Control del Tráfico

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Ausencia de cámaras y sensores para el control del flujo vehicular.
- Falta de datos en tiempo real para la toma de decisiones.
- Control de agentes de tránsito insuficiente.

2.3.2 Efectos del Problema

Aumento del Tráfico Vehicular

- Fallas en la regulación del tráfico.
- Mayor riesgo para peatones en zonas no señalizadas adecuadamente.
- Incremento de costos de daños materiales.

Congestión Vehicular Crítica

- Largos tiempos de espera en intersecciones clave.
- Mayor contaminación ambiental por emisiones de CO_2.
- Impacto en la productividad y calidad de vida de los ciudadanos.

Ineficiencia en la Gestión del Tráfico

- Falta de información para mejorar la planificación vial.
- Poca capacidad de reacción ante emergencias viales.
- Desorden y caos en horarios pico.

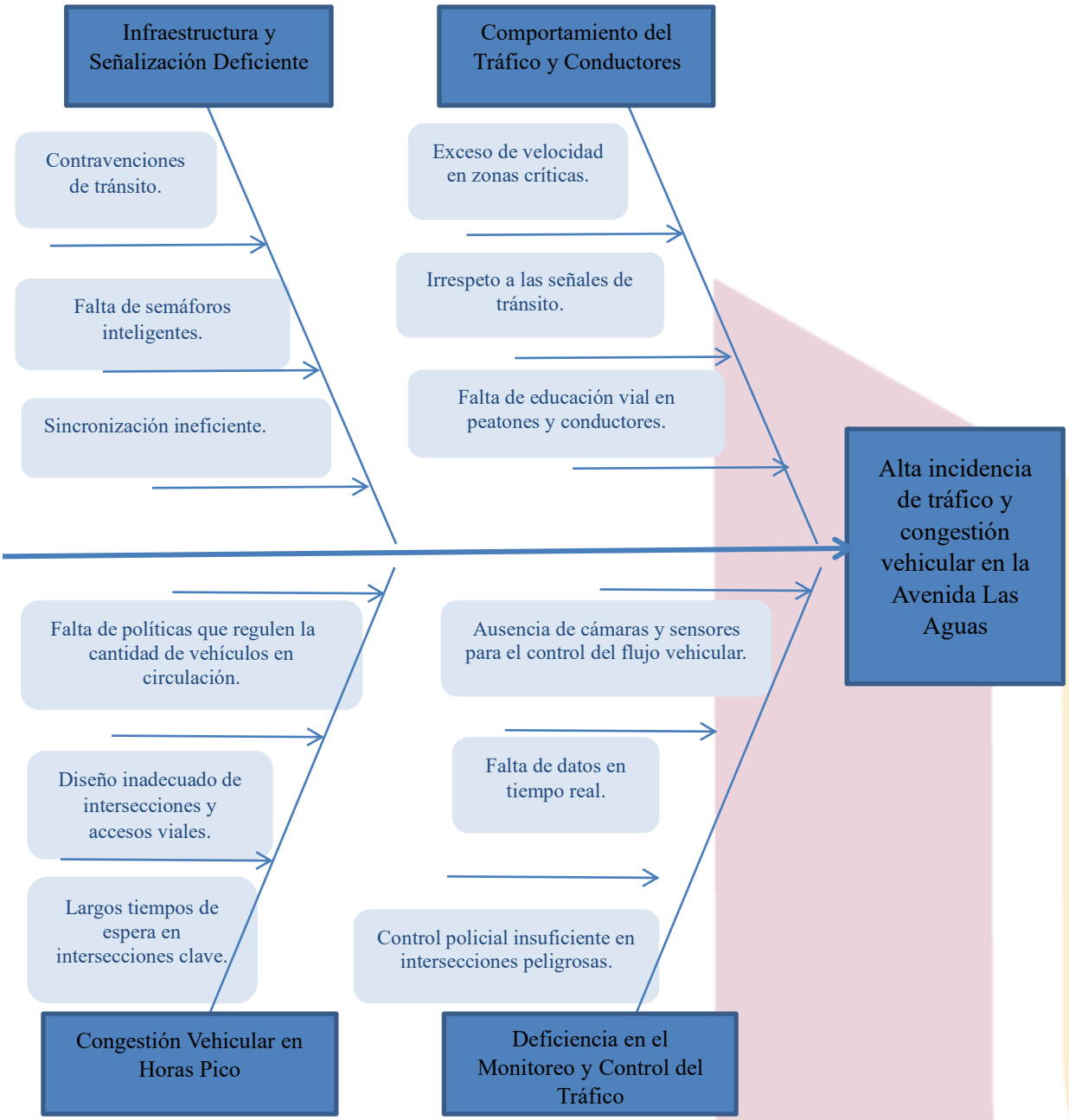
2.3.3 Solución Propuesta: Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS)

- Instalación de semáforos inteligentes para optimizar el flujo vehicular.
- Implementación de cámaras y sensores para monitoreo en tiempo real.
- Mejora en la señalización y pasos peatonales para mayor seguridad vial.
- Integración de un sistema de análisis de datos para optimizar la movilidad en la avenida.

En la Figura 1 puede apreciarse un resumen utilizando el diagrama causa efecto.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 1
Diagrama de Causa Efecto



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.4 Análisis esfuerzo / beneficio

El análisis de esfuerzo / beneficio se lo realiza tomando como base a los objetivos tácticos planteados y se establece lo siguiente:

Tabla 3
Análisis esfuerzo / beneficio

Objetivo Táctico Planteado	Nivel de Esfuerzo (Bajo, Medio, Alto)	Beneficio (Bajo, Medio, Alto)	Justificación
1. Identificar los puntos críticos de seguridad en la Avenida Las Aguas donde se registran problemas de tráfico.	Medio	Alto	• Requiere recopilación de datos históricos, reportes de flujo vehicular y la observación in situ. El beneficio es alto porque permite focalizar esfuerzos en las áreas más problemáticas.
2. Analizar el comportamiento del tráfico y las principales causas de problemática vial en la avenida seleccionada.	Alto	Alto	• Implica el uso de herramientas de análisis de datos, estudios de movilidad y posibles simulaciones. El beneficio es alto, ya que brinda información clave para la toma de decisiones.
3. Diseñar una propuesta de implementación de un ITS que integre cámaras, sensores y semáforos inteligentes.	Alto	Alto	• Requiere un estudio técnico detallado, identificación de proveedores y estimación de costos. El beneficio es alto porque puede optimizar el flujo vehicular y mejorar la seguridad vial.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.5 Planificación táctica del proyecto en horizontes temporales

La planificación táctica del proyecto se divide en tres fases:

- Fase 1.- Diagnóstico y recolección de datos (2 semanas).
- Fase 2.- Análisis del comportamiento del tráfico (2 semanas).
- Fase 3.- Diseño de la propuesta (3 semanas).

Cada fase corresponde a cada uno de los objetivos específicos propuestos para el presente proyecto.

Tabla 4
Planificación táctica del proyecto

Objetivos	Actividades
Objetivo específico 1: Identificar los puntos críticos de seguridad en la Avenida Las Aguas donde se registran problemas de tráfico	• Revisar base de datos y reportes de tráfico • Inspecciones en sitios para identificación de puntos críticos • Levantamiento de información (encuestas)
Objetivo específico 2: Analizar el comportamiento del tráfico y las principales causas de problemática vial en la avenida seleccionada	• Monitoreo del tráfico en diferentes horarios, en especial en horas pico • Tiempos de espera, patrones de congestionamiento vehicular y peatonal • Determinar las principales infracciones de tránsito y frecuencia • Identificación de los factores influyentes en la problemática
Objetivo específico 3: Diseñar una propuesta de implementación de un ITS que integre cámaras, sensores y semáforos inteligentes	• Diseño conceptual del ITS • Selección de tecnología adecuada • Definición de los puntos estratégicos para la instalación semáforos inteligentes • Evaluar los costos y factibilidad técnica

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2.6 Matriz Esfuerzo-Beneficio

La Matriz Esfuerzo-Beneficio basada en la información de tu presentación sobre la viabilidad de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) para la seguridad vial en la Avenida Las Aguas:

Tabla 5
Matriz Esfuerzo-Beneficio

Acción / Estrategia	Beneficio Alto	Beneficio Medio	Beneficio Bajo	Esfuerzo Bajo	Esfuerzo Medio	Esfuerzo Alto
Identificar puntos críticos de seguridad vial en la Avenida Las Aguas	✅			✅		
Medir velocidad promedio y tiempos de espera en intersecciones	✅			✅		
Observar el comportamiento de conductores y peatones (respeto a normas, uso de pasos peatonales)	✅			✅		
Solicitar información a la ATM sobre siniestros viales en la avenida	✅			✅		
Identificar los puntos estratégicos para la instalación de cámaras, sensores y semáforos inteligentes	✅				✅	
Seleccionar los dispositivos adecuados (cámaras con reconocimiento de matrículas, sensores de flujo vehicular, semáforos adaptativos, etc.)	✅				✅	
Diseñar una propuesta de implementación del ITS integrando cámaras, sensores y semáforos inteligentes	✅					✅

El análisis de esfuerzo-beneficio para la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas de Guayaquil evidencia que las acciones con bajo esfuerzo y alto beneficio están relacionadas con la recopilación y análisis de datos sobre la seguridad vial. Estas incluyen la identificación de puntos críticos, la medición del tráfico y el estudio de comportamientos de conductores y peatones.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Acciones de impacto alto y esfuerzo bajo: Recopilación de datos y análisis del tráfico mediante observaciones y solicitudes de información a la ATM.
- Acciones de esfuerzo medio con beneficios significativos: Identificación de puntos estratégicos para dispositivos ITS.
- Acciones de alto esfuerzo, pero alto beneficio: Selección de dispositivos adecuados y diseño de la propuesta ITS.

La metodología de análisis de datos usando el dispositivo Metrocount se basa en una serie de pasos estructurados que permiten recolectar, procesar y analizar la información de manera eficiente para optimizar la gestión del tráfico. A continuación, se detalla el proceso:

1. Instalación de los Dispositivos Metrocount

Se instalará el dispositivo Metrocount en puntos estratégicos de la Avenida Las Aguas, como intersecciones clave, tramos de mayor congestión y zonas de carga y descarga. Este dispositivo estará ubicado en el asfalto o en carriles específicos para garantizar que registren datos de los vehículos que circulan en esas áreas.

2. Recolección de Datos

El dispositivo Metrocount comenzará a recolectar datos de tráfico, que incluyen:

- Conteo de vehículos: Clasificación y registro de vehículos según tipo (autos, camiones, motos, buses).
- Velocidad promedio: Medición de la velocidad de los vehículos que circulan por la vía.
- Tiempos de paso: Registro de los tiempos en los que los vehículos pasan por puntos específicos.
- Hora de mayor afluencia: Identificación de los períodos con mayor concentración de vehículos.

El dispositivo puede operar de manera continua o en intervalos específicos, según las necesidades del análisis.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 2
Dispositivo Metrocount

Tomado de: https://www.metrocount.com/es

3. Procesamiento de los Datos

Una vez recolectados, los datos del Metrocount se descargan y se ingresan en un sistema de gestión de tráfico o software especializado que procesa la información. En este paso, los datos crudos se organizan y se analizan, realizando los siguientes procesos:

- Clasificación de vehículos: Diferenciación de vehículos ligeros, pesados, y transporte público.
- Cálculo de la velocidad promedio: Determinación de la velocidad media de los vehículos en los diferentes tramos.
- Identificación de patrones: Análisis de los horarios y ubicaciones con mayor concentración de tráfico, y detección de puntos de congestión.

4. Análisis de los Resultados

Con los datos procesados, se realiza un análisis detallado para identificar los siguientes aspectos:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Picos de congestión: Identificación de los horarios y ubicaciones con la mayor concentración de vehículos.
- Patrones de comportamiento: Análisis de los patrones de circulación, como la velocidad de los vehículos y los tiempos de espera.
- Impacto de factores externos: Identificación de factores como vehículos mal estacionados, camiones de carga, y paraderos de transporte público que afectan el flujo vehicular.

Los resultados permitirán obtener una visión clara de los puntos críticos que afectan la fluidez del tránsito.

5. Generación de Informes y Propuestas de Mejora

A partir del análisis, se generarán informes detallados que presentarán:

- Los puntos de congestión más críticos y las posibles causas.
- Los períodos de mayor afluencia y la distribución del tráfico.
- Recomendaciones para mejorar la sincronización semafórica y la gestión de carriles según el tipo de vehículo.

Se propondrán soluciones basadas en los datos, como ajustes en la sincronización de los semáforos, modificación de los carriles disponibles y la optimización de los paraderos del transporte público.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO 3
DIAGNÓSTICO INICIAL DEL TRÁFICO EN LA AVENIDA LAS AGUAS

3.1 Toma de datos en investigación de accidentes: Causas, consecuencias y patrones de siniestralidad vial

La toma de datos en la investigación de accidentes es un proceso fundamental para comprender las causas, consecuencias y patrones de siniestralidad vial. En una ciudad como Guayaquil, donde el tráfico vehicular es intenso y la movilidad urbana enfrenta constantes desafíos, la recopilación precisa de información resulta clave para el desarrollo de estrategias de prevención y mejora en la seguridad vial.

En los últimos años, Guayaquil ha registrado una alta incidencia de accidentes de tránsito, con factores como el exceso de velocidad, la imprudencia de conductores y peatones, el mal estado de las vías y la falta de señalización adecuada como algunas de las principales causas. Según datos de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y la Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil (CSCG), en 2023 se reportaron más de 10,000 accidentes, con un número significativo de víctimas fatales y lesionados.

La toma de datos en estos incidentes permite no solo la reconstrucción de los hechos, sino también el análisis de tendencias que ayuden a formular políticas públicas, mejorar la infraestructura vial y reforzar la educación vial. En este contexto, es esencial utilizar metodologías precisas que incluyan levantamiento fotográfico, análisis de huellas de frenado, testimonios, informes periciales y datos de georreferenciación para una reconstrucción efectiva de los siniestros.

Este estudio busca resaltar la importancia de una recopilación de datos rigurosa y estructurada en la investigación de accidentes en Guayaquil, especialmente en la Avenida las Aguas, con el fin de reducir los índices de siniestralidad y mejorar la seguridad vial en esta importante arteria vial de la ciudad.

3.2 Objetivo

Analizar la toma de datos en la investigación de accidentes de tránsito en Guayaquil para identificar las causas, consecuencias y patrones de siniestralidad vial, con el fin de proponer estrategias que mejoren la seguridad vial en la Avenida Las Aguas en Guayaquil.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Antecedentes

En Guayaquil, los accidentes de tránsito son un problema que se ha incrementado en los últimos años. Entre las causas principales se encuentran la imprudencia y la velocidad.

Causas de los accidentes

- Imprudencia y falta de responsabilidad vial
- Velocidad excesiva
- Irrespeto a las señales de tránsito
- Conducir bajo el efecto del alcohol
- Hacer maniobras peligrosas
- Fatiga o sueño
- Carreteras en mal estado
- Lluvia intensa o niebla
- Averías en el vehículo
- Puntos críticos de siniestros

Las avenidas Perimetral, a Daule, a la Costa y Narcisa de Jesús son las que registran más siniestros y fallecidos.

Las avenidas Casuarina, 25 de Julio y Francisco de Orellana también son peligrosas. Los siniestros de tránsito y sus consecuencias son una realidad en distintos lugares del mundo, a tal punto que, la Organización Mundial de la Salud ha tipificado a las muertes por siniestros de tránsito como un problema de salud pública.

Para el caso de Guayaquil considerada como la ciudad con la mayor población de Ecuador según el último censo, en 2023 se resalta los siguientes hechos relacionados con la problemática de falta de seguridad en sus vías tanto en la zona urbana como la rural.

Se registraron 4 272 siniestros de tránsito con un total de 4 541 personas lesionadas y 281 fallecidos en sitio. El choque lateral resultó ser el tipo de siniestro más frecuente, seguido de los atropellos con 1 297 y 773 siniestros registrados, respectivamente. Respecto de la causa probable que lo originó, el exceso de velocidad y el irrespeto a las señales de tránsito fueron las más frecuentes, pues causaron 1 530 y 806 siniestros, en cada categoría (ATM, 2024).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

El grupo de edad con la mayor concentración de personas fallecidas en sitio fue para el caso del género masculino de 30 a 39 años y, del género femenino, de 20 a 29 años. Los registros de 108 peatones y 99 motociclistas fallecidos en sitio posicionan a estos actores viales como los más vulnerables frente a un siniestro de tránsito.

Guayaquil como cantón, registró 11.2 fallecidos en sitio por cada 100 000 habitantes, ubicándose como el sexto cantón de entre los 10 más poblados de la provincia del Guayas y el quinto lugar si se contrasta con los 10 cantones más poblados del país. Cantones como San Jacinto de Yaguachi, Naranjal, Santo Domingo, Machala, Daule y Ambato tienen mayor tasa de mortalidad que Guayaquil. Para el caso de las personas lesionadas, el grupo de edad con la mayor concentración para ambos géneros fue de 20 a 29 años. En lo que a actores viales se refiere, 1 483 motociclistas y 1 055 ocupantes de vehículos livianos, se ubican como los más vulnerables (ATM, 2024).

Figura 3
Aspectos Generales

Tomado de: https://www.atm.gob.ec/

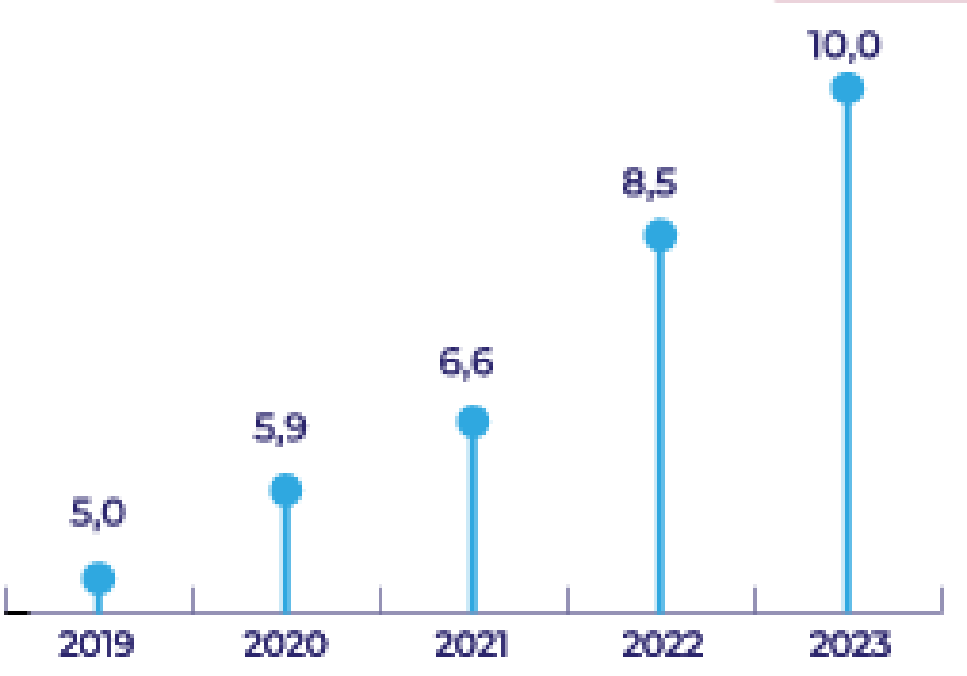
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Para el caso del cálculo de la Tasa de Motorización se considera el parque automotor estimado con base a los registros de trámites de matriculación realizados en los Centros de Revisión Técnica Vehicular de la ciudad, mientras que el dato poblacional corresponde al estimado por el INEC.

3.3 Desarrollo

El análisis de siniestralidad vial es una herramienta que permite conocer la situación actual de la seguridad vial y cómo mejorarla. Se basa en el análisis de datos estadísticos y comparativos. La evolución de la tasa de mortalidad se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4
Evolución histórica de la tasa de mortalidad por cada 100 000 habitantes

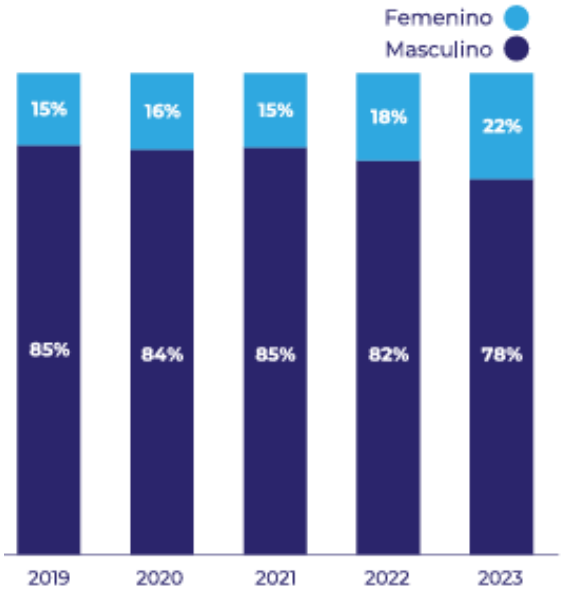


Tomado de: (ATM, 2025)

Aunque la brecha se ha reducido ligeramente en los últimos 20 años, los hombres siguen representando más del 75% de los fallecidos en sitio en siniestros viales. Esto destaca la necesidad de políticas de género en seguridad vial, enfocadas en reducir la exposición al riesgo en los grupos más afectados, y promover una cultura de conducción responsable para todos (Figura 5).

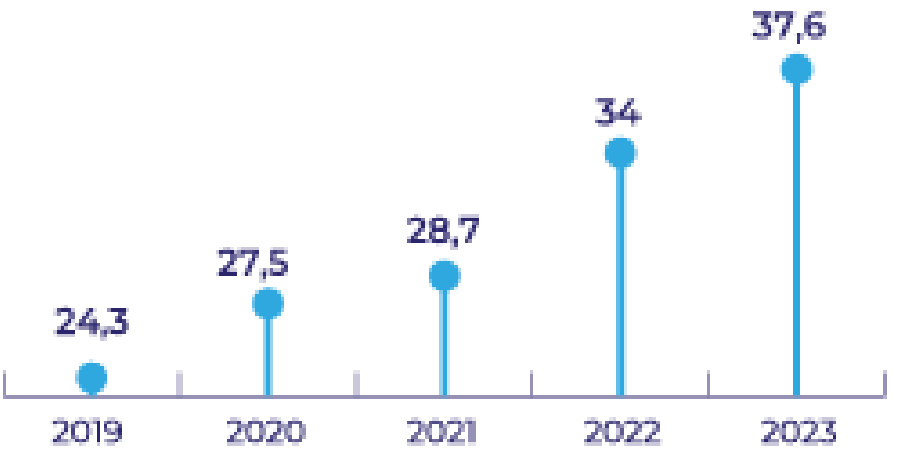
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 5
Evolución histórica del porcentaje de fallecidos en sitio según género



Tomado de: (ATM, 2025)

Figura 6
Evolución histórica de la tasa de mortalidad por cada 100 000 automotores



Tomado de: (ATM, 2025)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

El análisis de los siniestros totales según su causa probable y tipo de siniestro es fundamental para comprender la dinámica de los accidentes de tránsito y desarrollar estrategias de prevención. La identificación de las causas principales permite establecer patrones de siniestralidad y diseñar políticas públicas orientadas a la reducción de incidentes viales (Figura 7).

Figura 7

Siniestros totales según causa probable y tipo de siniestro en Guayaquil

No	Causas Probables/ Tipos de Siniestros	Choque Lateral	Atropello	Pérdida de carril/pista	Estrellamiento	Choque por alcance	Roce negativo	Colisión	Choque Frontal	Volcamiento lateral	Caída de pasajero	Otros Tipos	Total	% Part.
1	Exceso de velocidad	255	300	488	226	93	33	33	28	37	18	19	1530	36%
2	Irrespetar las señales de tránsito	667	58	13	32	6	3	11	7	9	0	0	806	19%
3	No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede	34	2	8	19	134	26	37	2	1	0	2	265	6%
4	Conducir bajo la influencia de alcohol y/o medicamentos	42	9	48	81	36	8	8	12	5	0	3	252	6%
5	Conducir desatento por uso de celular u otros objetos	69	43	20	29	14	5	3	3	4	3	6	199	5%
6	Realizar cambio brusco o indebido de carril	100	8	24	12	4	17	1	7	4	1	3	181	4%
7	Caso fortuito o fuerza mayor	17	25	39	26	7	10	0	1	2	16	24	167	4%
8	Peatón cruza sin respetar las señales de tránsito	0	147	0	0	0	0	0	0	0	1	4	152	4%
9	No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos	32	0	5	8	7	58	1	2	1	0	9	123	3%
10	Condiciones ambientales y/o atmosféricas	13	7	41	19	6	1	2	2	4	1	0	96	2%
	Otras Causas Probables	68	174	85	63	8	4	6	30	11	29	23	501	11%
	Total	1 297	773	771	515	315	165	102	94	78	69	93	4272	100%
	% Part.	31%	18%	18%	12%	7%	4%	2%	2%	2%	2%	2%	100%	

Tomado de: (ATM, 2025)

El análisis de los siniestros viales en Guayaquil según el rango horario y el día de la semana permite identificar patrones críticos de ocurrencia que son fundamentales para el diseño de estrategias preventivas. Determinar en qué momentos del día y qué días presentan mayor incidencia de accidentes facilita una intervención más focalizada por parte de las autoridades de tránsito.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Este tipo de estudio contribuye a la optimización del control operativo, la distribución de recursos y la generación de políticas públicas orientadas a la seguridad vial en los sectores de mayor riesgo (Figura 8).

Figura 8

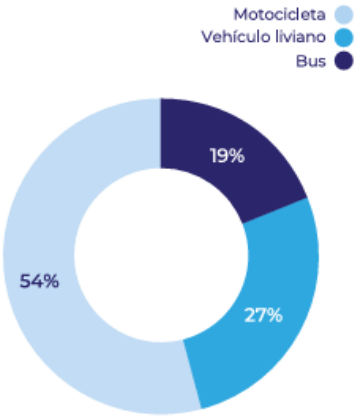
Siniestros totales según rango de hora y día de la semana

	Rango de Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Tendencia Diaria	Total		% Part.
MAÑANA	6:00 - 6:59	24	15	22	21	25	36	47		190	1 061	25%
	7:00 - 7:59	27	36	37	32	34	32	52		250		
	8:00 - 8:59	30	29	36	30	43	24	31		223		
	9:00 - 9:59	22	25	21	20	22	11	30		151		
	10:00 - 10:59	22	21	18	24	12	19	18		134		
	11:00 - 11:59	13	13	14	16	18	22	17		113		
TARDE	12:00 - 12:59	27	23	17	22	15	28	30		162	1 198	28%
	13:00 - 13:59	35	29	24	29	26	24	25		192		
	14:00 - 14:59	34	25	26	25	24	28	27		189		
	15:00 - 15:59	27	36	23	23	23	34	36		202		
	16:00 - 16:59	35	20	29	40	27	35	40		226		
	17:00 - 17:59	36	35	20	30	32	38	36		227		
NOCHE	18:00 - 18:59	20	23	27	28	38	44	36		216	1 201	28%
	19:00 - 19:59	27	23	25	32	41	66	45		259		
	20:00 - 20:59	24	20	19	24	39	41	53		220		
	21:00 - 21:59	23	9	18	10	36	39	34		169		
	22:00 - 22:59	23	12	11	21	46	39	21		173		
	23:00 - 23:59	11	14	23	26	35	37	18		164		
MADRUGADA	0:00 - 0:59	19	17	9	11	24	32	27		139	812	19%
	1:00 - 1:59	14	8	17	11	18	26	42		136		
	2:00 - 2:59	10	12	5	3	18	30	42		120		
	3:00 - 3:59	14	3	5	6	18	39	44		129		
	4:00 - 4:59	9	6	7	12	18	18	46		116		
	5:00 - 5:59	17	12	15	13	26	28	61		172		
	TOTAL	543	466	468	509	658	770	858		4272		100%
	% Part.	13%	11%	11%	12%	15%	18%	20%		100%		

Tomado de: (ATM, 2023)

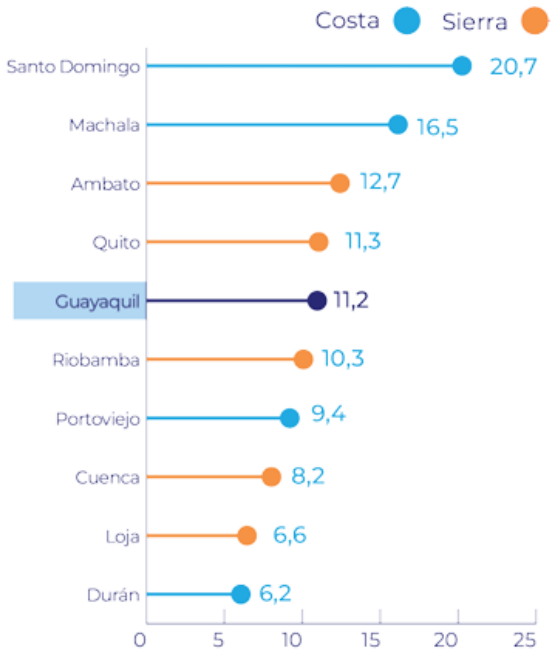
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 9
Fallecidos en sitio por atropello según tipo de automotor involucrado, año 2023



Tomado de: (ATM, 2023)

Figura 10
Tasa de mortalidad por cada 100 000 habitantes 2023, Guayaquil versus diez cantones más poblados del país



Tomado de: (ATM, 2023)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Mapa de siniestralidad de Guayaquil Las vías más críticas con relación a la cantidad de fallecidos en sitio registrados en 2023 fueron, Perimetral, Vía a Daule, Narcisa de Jesús, Vía a la Costa, Casuarina, 25 de julio y Francisco de Orellana. En la Figura 11, se puede visualizar la totalidad de los siniestros registrados por vías.

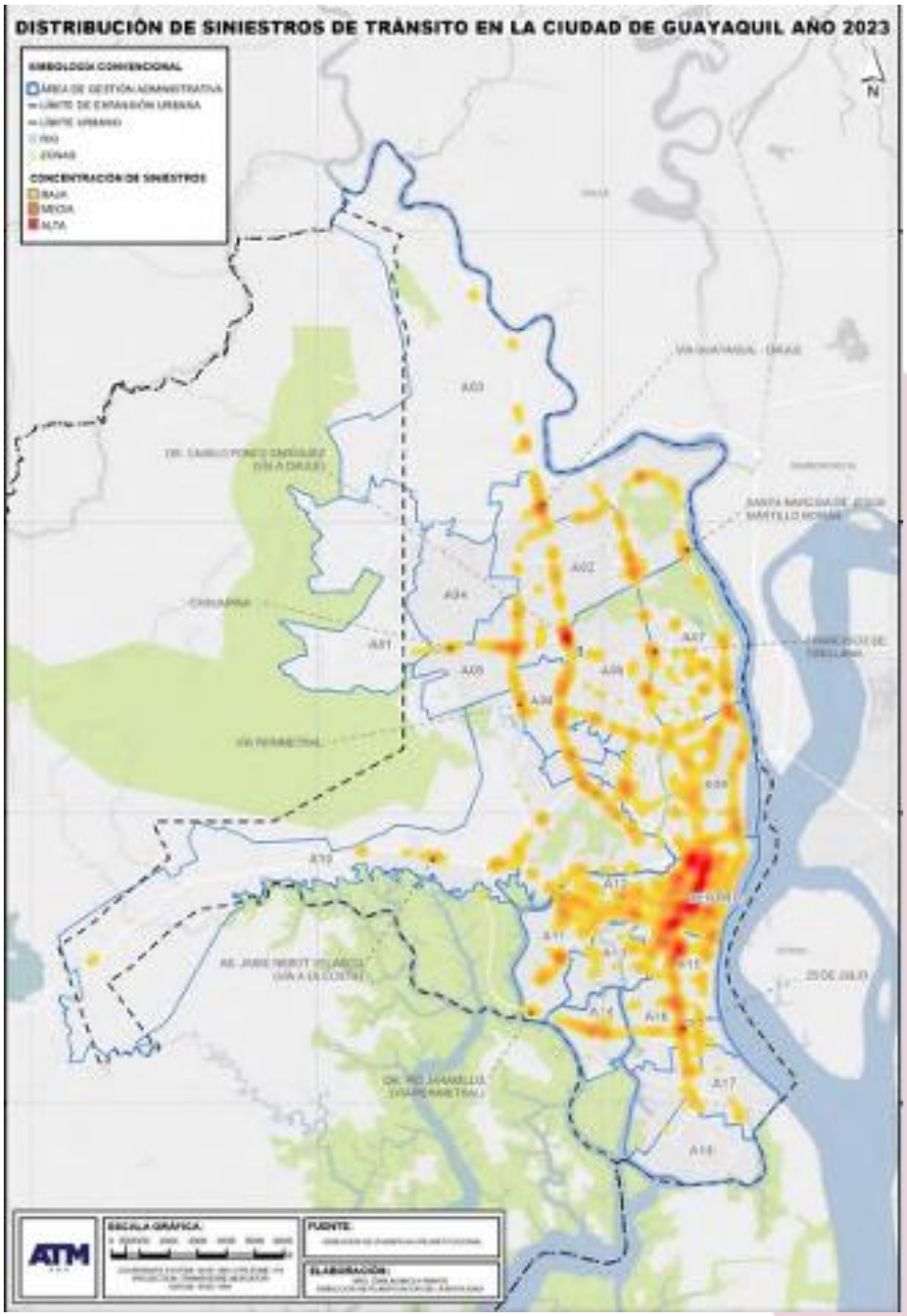
Figura 11
Siniestros registrados por vías

Año	Siniestros	Lesiona-dos	Fallecidos en sitio
2019	5 337	4 817	134
2020	3 792	3 662	160
2021	4 112	4 126	182
2022	4 084	4 228	236
2023	4 272	4 541	281

Tomado de: (ATM, 2025)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 12
Distribución de Siniestros en Guayaquil



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Guayaquil tiene 23 puntos críticos de siniestros y fallecidos en las vías.

El 51% de las fatalidades viales se concentra en siete avenidas de Guayaquil. Las vías Perimetral, a Daule, a la Costa y Narcisa de Jesús son los corredores que registran mayores siniestros y mortalidad (Primicias, 2024).

Figura 13
Puntos con más Siniestros en Guayaquil

Tomado de: (Primicias, 2024)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 14
Ubicación de los Siniestros en la Avenida Las Aguas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 6
Datos de Siniestralidad en la Avenida las Aguas

Año	Siniestros	Lesionados	Fallecidos en sitio
2019	13	6	1
2020	12	8	0
2021	15	14	0
2022	17	11	0
2023	15	13	0
2024	14	10	1
ene - 2025	1	1	0
Total	**87**	**63**	**2**

En la Tabla 6 se muestra:

- 87 siniestros en total entre 2019 y enero de 2025.
- 2 fallecidos y 63 lesionados.

Se puede proyectar que con la implementación del ITS se espera reducir los siniestros en al menos un 40% (de 15 anuales a 9), y las víctimas en un 50%, evitando aproximadamente 6 lesionados por año.

El lugar adecuado para determinar el flujo automotor en la Avenida Las Aguas frente al Centro Educativo Delfos debe cumplir con las siguientes condiciones técnicas y prácticas:

Ubicación recomendada para medición del flujo vehicular

- Punto específico:
  Av. Las Aguas, acera frontal al Centro Educativo Delfos, aproximadamente en la intersección con la Callejón Peatonal Kennedy Norte.
- Coordenadas referenciales aproximadas:
  Latitud: -2.144320
  Longitud: -79.894780

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 7
Promedio de Flujo Vehicular en la Avenida Las Aguas

Promedio por día		
Sector referencial	**Lunes a Viernes**	**Sábado a Domingo**
NS_Av Las Aguas Sector Delfos	30 095	23 026
SN_Av Las Aguas Sector Delfos	27 405	20 726

La Avenida de las Aguas conecta sectores de alta actividad como Urdesa, Juan Tanca Marengo y áreas educativas, por lo que presenta flujos mixtos (vehicular, peatones, transporte público) con picos en horas punta (08:00–09:00, 13:00–14:00 y 17:00–19:00), esto se puede observar en la Tabla 8.

Cuenta con varias rutas de bus (Rutas 10, 112, 121, 13, 63, 76, entre otras), y paradas muy cercanas como Fl-17 y Jtm-03 a menos de 40 m.

Está equipado con un fotorradar en sentido sur-norte (Sector Tecnológico Argos), límite de velocidad 30 km/h, por ser zona educativa.

La Agencia de Tránsito Municipal realiza estudios de tráfico TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) para cuantificar flujos vehiculares.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 8

Promedio por tramo de hora del flujo vehicular

	Promedio por tramo de hora			
	Lunes a Viernes		Sábado y Domingo	
Tramo de hora	NORTE-SUR	SUR-NORTE	NORTE-SUR	SUR-NORTE
00:00 - 01:00	192	193	434	437
01:00 - 02:00	100	87	276	277
02:00 - 03:00	52	52	196	208
03:00 - 04:00	39	47	144	164
04:00 - 05:00	59	71	119	143
05:00 - 06:00	239	177	161	147
06:00 - 07:00	1 356	906	454	321
07:00 - 08:00	2 181	1 761	859	617
08:00 - 09:00	2 387	1 857	1 159	872
09:00 - 10:00	1 965	1 577	1 359	1 071
10:00 - 11:00	1 729	1 490	1 461	1 188
11:00 - 12:00	1 681	1 535	1 486	1 300
12:00 - 13:00	1 827	1 716	1 491	1 358
13:00 - 14:00	1 825	1 716	1 525	1 441
14:00 - 15:00	1 837	1 708	1 469	1 391
15:00 - 16:00	1 830	1 692	1 398	1 322
16:00 - 17:00	1 800	1 777	1 368	1 289
17:00 - 18:00	2 061	2 048	1 370	1 289
18:00 - 19:00	1 929	1 988	1 333	1 242
19:00 - 20:00	1 501	1 511	1 317	1 206
20:00 - 21:00	1 217	1 184	1 174	1 072
21:00 - 22:00	1 082	1 041	1 054	971
22:00 - 23:00	764	797	819	792
23:00 - 00:00	442	473	533	554

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.4 Toma de Datos en Investigación de Accidentes

A continuación, se presenta un ejemplo de peritaje de accidente realizado en la vía en mención.

Datos Generales

- Perito Investigador: Darwin Chele, Fernando Gómez Y Adolfo Peña
- Fecha del Informe: 25/03/2025
- Lugar del Accidente: Av. Las Aguas
- Fecha y Hora del Accidente: 29 de febrero de 2024 - 10h50
- Condiciones Climáticas: Temperatura: 27°C (81°F). Condiciones del cielo: Nublado., no se presentaron lluvias y lloviznas, humedad: Alta, 77%.
- Autoridad Interviniente: ATM

Descripción del Accidente

Se realizó la inspección pericial del siniestro ocurrido en la Av. Las Aguas, en el que se vieron involucrados 2 vehículos y ningún peatón, con un saldo de cero heridos y cero.

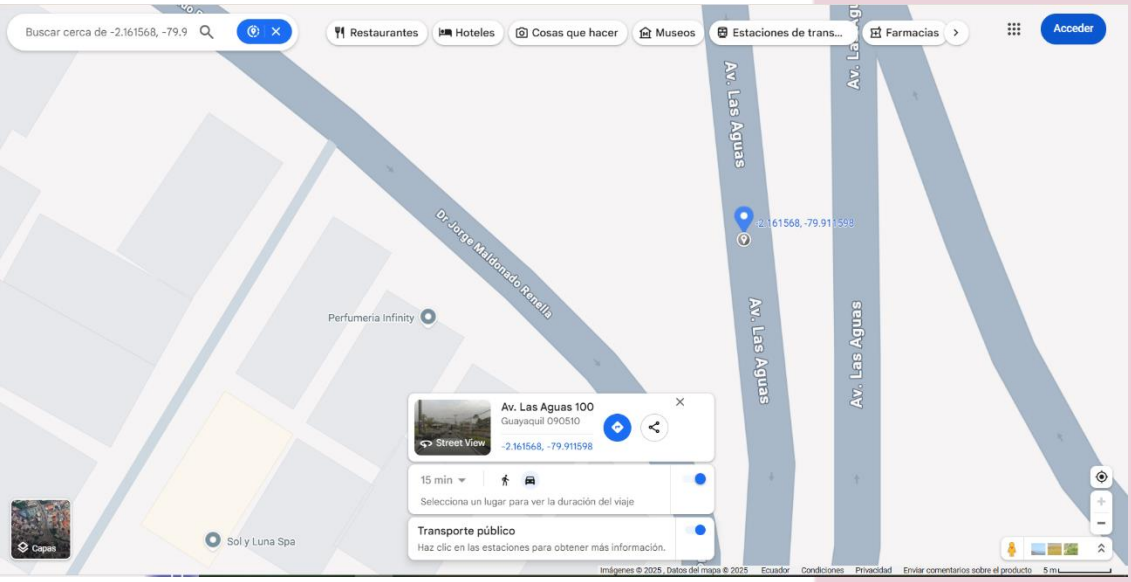
Figura 15
Vehículo 1

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 16
Vehículo 2

A continuación, se detalla la ubicación exacta del accidente.

Figura 17
Ubicación Guayaquil



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 18
Vía Las Aguas - Guayaquil

- Las coordenadas GPS para Av. Las Aguas, Guayaquil
- Latitud: -2.1588868
- Longitud: -79.9187249

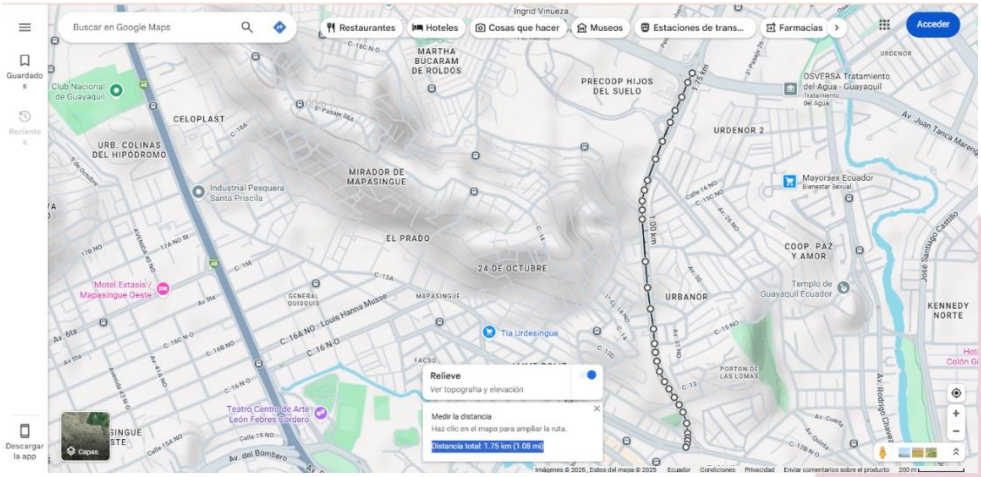
Figura 19
Vía Las Aguas - Guayaquil

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Recolección de Evidencia

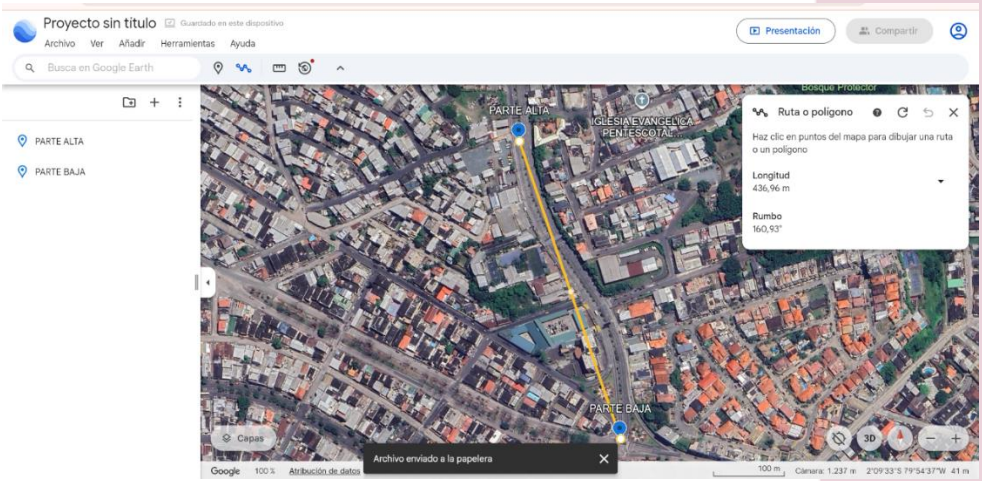
Levantamiento fotográfico: Se capturaron imágenes de la escena desde distintos ángulos.

Figura 20
Vía Las Aguas - Guayaquil



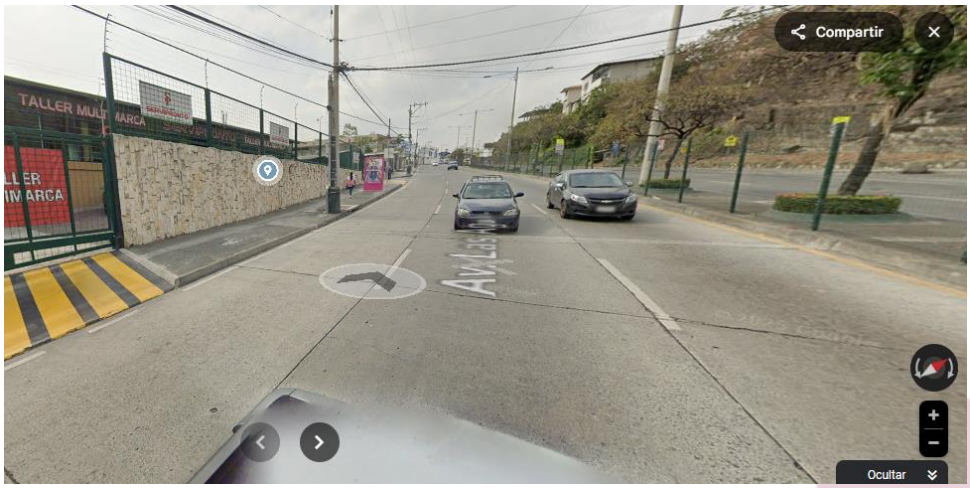
- Mediciones y georreferenciación: Se determinaron las distancias de frenado, puntos de impacto y trayectorias de los vehículos.

Figura 21
Medición de Distancias



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 22
Medición de Distancias-Ancho de la Vía



- Entrevistas a testigos: Se recopiló información de testigos y afectados.

Figura 23
Entrevistas a Testigos

- Análisis de huellas y vestigios: Se identificaron marcas de frenado, fragmentos de vehículos y restos de fluidos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Condiciones de la vía: Evaluación del estado del pavimento, señalización y visibilidad en el punto del siniestro.

Figura 24
Condiciones de la Vía

- Revisión de cámaras de seguridad: Se analizaron grabaciones de la zona para reconstruir la dinámica del accidente.

Figura 25
Revisión de Cámaras de Seguridad

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.5 Técnicas, métodos y procesos de investigación de accidentes de tráfico

3.5.1 Triangulación del vehículo siniestrado

La triangulación de un accidente de tránsito es un método utilizado para reconstruir la escena del siniestro con base en la ubicación de los vehículos, puntos de impacto y evidencias físicas en el lugar. En un caso donde solo hay daños materiales y están involucrados dos vehículos, este proceso permite determinar con mayor precisión las causas y responsabilidades del incidente.

3.5.2 Elementos clave en la triangulación de un accidente

- Puntos de referencia: Se identifican objetos fijos como postes, señales de tránsito, bordillos o marcas en la calzada para establecer un sistema de coordenadas.
- Ubicación de los vehículos: Se mide la distancia y posición final de cada vehículo en relación con los puntos de referencia.
- Marcas de frenado y derrape: Se registran huellas en la vía para estimar la velocidad y trayectoria previa a la colisión.
- Punto de impacto: Se determina la ubicación exacta del choque mediante restos de vidrios, fluidos o partes desprendidas de los vehículos.
- Ángulos de desplazamiento: Se analiza cómo se movieron los vehículos tras el impacto para inferir las direcciones originales y posibles maniobras de los conductores.

3.5.3 Importancia de la triangulación en la gestión del transporte

En Ecuador, esta técnica es clave para la seguridad vial y la correcta aplicación de normativas de tránsito. Permite mejorar la toma de decisiones en seguros, mantenimiento de infraestructuras y políticas de prevención de accidentes. Además, contribuye a la eficiencia del transporte, minimizando riesgos y reduciendo tiempos de respuesta en la atención de incidentes (Ver Anexo 1).

3.5.4 Los seguros en la normativa de Ecuador

El sistema de seguros en Ecuador está regulado por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, y establece normativas para la cobertura en accidentes de tránsito.

En Ecuador, la normativa sobre seguros de accidentes de tránsito está relacionada con el Seguro Obligatorio Automotor (SOA) y el Servicio Público para el Pago de Accidentes de Tránsito (SPPAT). Con el objetivo de garantizar la atención médica a la

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ciudadanía ante un accidente de tránsito, el Gobierno Nacional crea el Servicio de Pago de Accidentes de Tránsito (SPPAT), institución adscrita al Ministerio de Transporte y Obras Públicas que ampara económicamente a cualquier ciudadano, sea este conductor, pasajero o peatón, que sufra lesiones o falleciera debido a un accidente vehicular.

Seguro Obligatorio Automotor (SOA)

- Es un seguro obligatorio para todos los propietarios de vehículos.
- Cubre los gastos médicos, de traslado y sepelio de las víctimas de accidentes de tránsito.
- Debe renovarse anualmente.

Servicio Público para el Pago de Accidentes de Tránsito (SPPAT)

- Brinda protección universal a todos los ciudadanos que circulan en vías públicas del territorio nacional.
- El SPPAT paga los gastos de:
- Fallecimiento
- Gastos médicos
- Transporte de víctimas
- Discapacidad
- Gastos funerarios
- El pago se realiza sin distinción de culpabilidad.
- El SPPAT puede repetir el pago si se señala a un culpable del accidente.

Si los gastos médicos fueron cancelados por el accidentado o sus familiares, el SPPAT reconocerá estos valores con la presentación de todos los documentos completos.

3.5.5 Aspectos clave de los seguros en Ecuador

- Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT)
  Anteriormente se aplicaba.
  Cobertura médica en caso de accidente.
  No cubre daños materiales del vehículo.

- Pólizas de Responsabilidad Civil
  Indemnización por daños a terceros.
  Existen coberturas básicas y ampliadas según la aseguradora.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Seguros de Todo Riesgo

  Protección integral contra robo, colisión y desastres naturales.
  Cobertura de gastos médicos y responsabilidad civil.

- Diferencias con normativas internacionales
  EE.UU. y Europa, los seguros de vehículos incluyen coberturas más amplias.
  En Ecuador, aún hay deficiencias en la aplicación efectiva del SOAT y seguros privados.

3.6 Análisis de las Causas Probables

Con base en la evidencia recopilada, se identifican las siguientes causas probables del accidente:

- Factor humano: Exceso de velocidad, conducción distraída, incumplimiento de normas de tránsito.
  Un seguimiento muy cercano impide frenar a tiempo en caso de una maniobra imprevista.

  El exceso de velocidad reduce el tiempo de reacción del conductor y aumenta la distancia de frenado.

- Factor mecánico: Fallas en el sistema de frenos, neumáticos en mal estado, problemas en la dirección.
- Factor ambiental: Condiciones climáticas adversas, deficiencias en la iluminación pública, señalización deficiente.

Al conducir a 30 km la distancia de frenado es de 5m. Y, por lo tanto, debemos respetar una distancia de seguridad de los 9 metros de distancia. Si circulamos a 40 km/h debemos dejar 12 m, ya que, la distancia de frenado es de 9m. La velocidad estaba dentro de los límites lo que estaba mal era la distancia entre los vehículos.

La pendiente de la vía se utilizó con la ayuda de Google Maps tomando la distancia de recorrido y la diferencia de altitud y obteniendo el ángulo de inclinación de la pendiente y en función de eso el porcentaje de pendiente que fue de 3%.

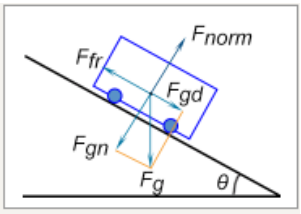
Con esos datos se procedió a calcular la distancia de frenada.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 26

Calculadora de distancia de frenado

La calculadora determina la distancia de parada desde el momento en que el conductor detecta un peligro hasta el momento en que el vehículo se detiene completamente; así como otros parámetros asociados a este evento que incluyen la percepción, el tiempo y la distancia de reacción humanos, la desaceleración, el tiempo y la distancia de frenado y otros valores. La calculadora también puede determinar la velocidad de derrape (anterior al momento de frenar) a partir de una distancia de frenado conocida (longitud de la marca de derrape) teniendo en cuenta las condiciones de la carretera. Así como el resto de las calculadoras, por favor no la utilice para ningùn procedimiento legal.



Ejemplo 1: Calcule la distancia necesaria para detener un auto que se desplaza a 90 km/h sobre hormigón asfáltico mojado horizontal (coeficiente de fricción μ = 0,4) si el tiempo de percepción del conductor es de 0,5 s y el tiempo de reacción es de 0,7 s.

Ejemplo 2: Calcule la velocidad inicial del auto que se desplaza sobre una carretera de hormigón asfáltico mojada (μ = 0,4) si la longitud de sus marcas de derrape es de 100 m. El auto se desplaza cuesta abajo por una pendiente del 10%.

Calculadora de distancia de parada

Datos de entrada

Velocidad inicial

v_0 8.33 m/s

Tiempo de percepción humana

t_{hp} 1.5 s

Tiempo de reacción humana

t_{hr} 1 s

Grado de inclinación

σ 3 %

○ Cuesta arriba ◉ Cuesta abajo

Condiciones de la carretera

Hormigón asfáltico seco

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

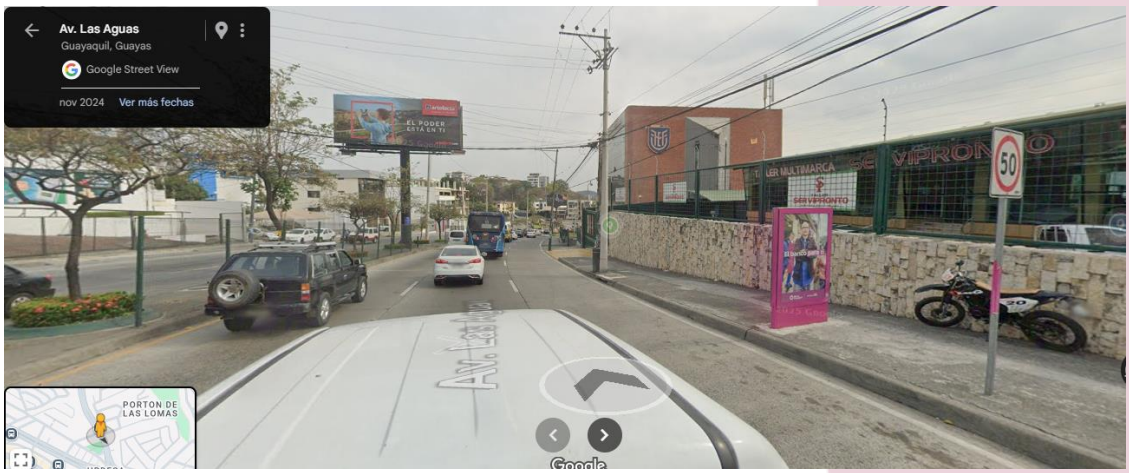
Figura 27
Obtención de distancia de frenado

Calcular | Reanudar | Compartir

Resultados

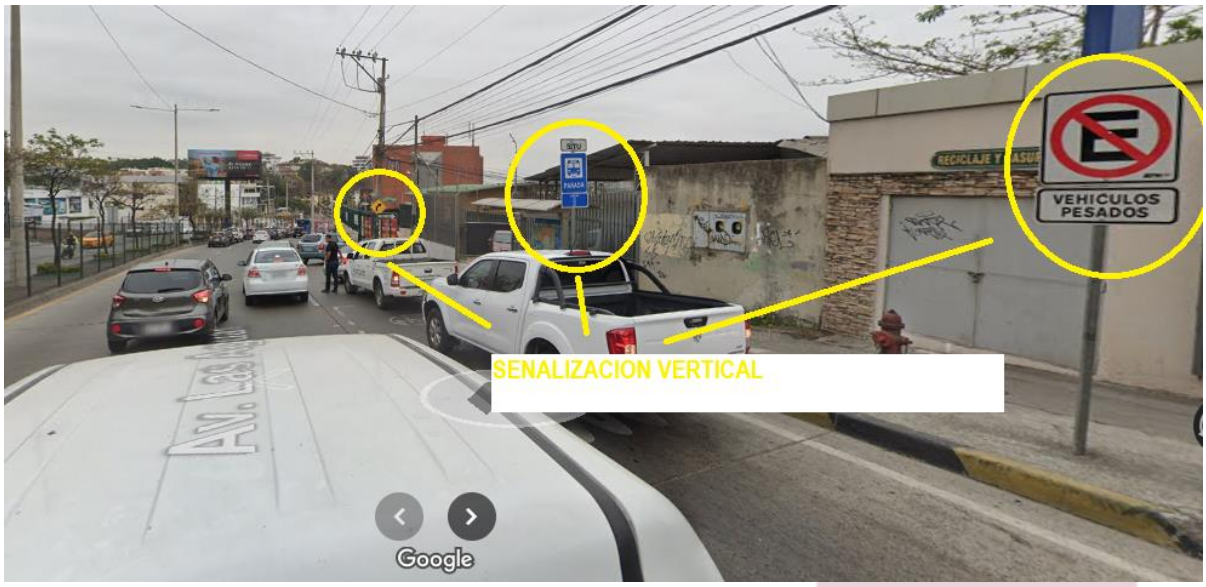
Ángulo de la pendiente	θ =	-1,7	°
Desaceleración	a =	6,6	m/s²
Tiempo de frenado	t_{br} =	1,3	s
Distancia de percepción humana	S_{hp} =	12,5	m
Distancia de reacción humana	S_{hr} =	8,3	m
Distancia de retraso del freno	S_{brl} =	0,8	m
Distancia de frenado	S_{br} =	5,3	m
Distancia de parada	S_{stop}=	26,9	m
Ángulo crítico de la pendiente para un coeficiente de fricción determinado	θ_{crit} =	35	°
Grado de inclinación de la pendiente crítico para un coeficiente de fricción determinado	σ_{crit} =	70	%

Figura 28
Revisión de Señalética



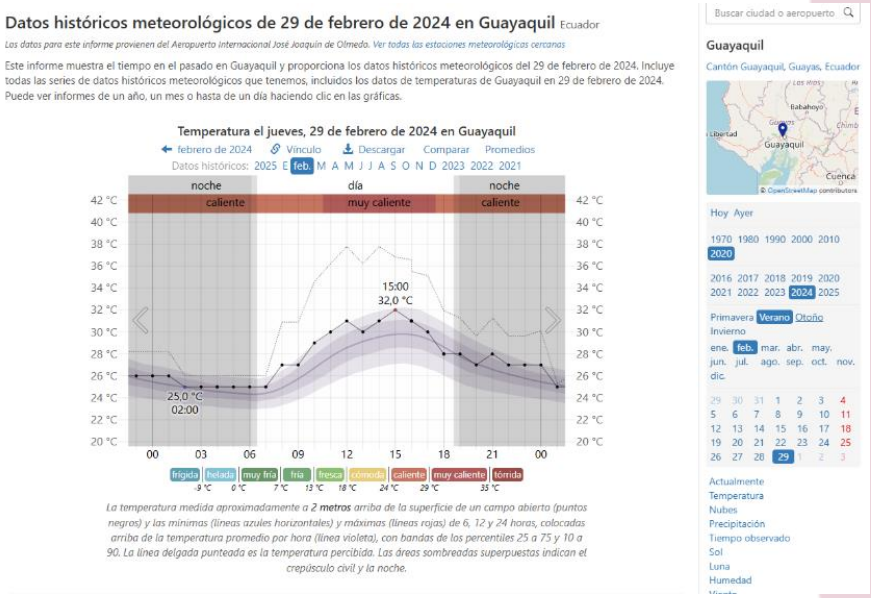
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 29
Ubicación de la Señalética a lo Largo de la Vía



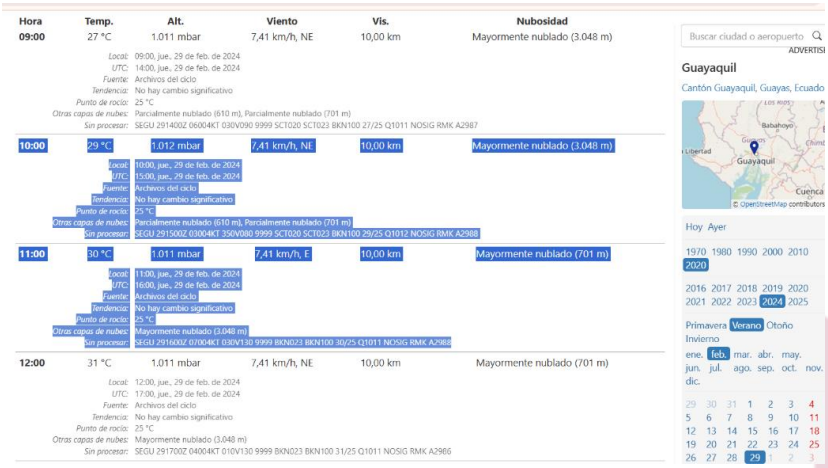
Se verificaron los factores y valores de condiciones climatológicas el día del accidente.

Figura 30
Medición de Temperatura



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 31
Condiciones Atmosféricas



Hora	Temp.	Alt.	Viento	Vis.	Nubosidad
09:00	27 °C	1.011 mbar	7,41 km/h, NE	10,00 km	Mayormente nublado (3.048 m)
10:00	29 °C	1.012 mbar	7,41 km/h, NE	10,00 km	Mayormente nublado (3.048 m)
11:00	30 °C	1.011 mbar	7,41 km/h, E	10,00 km	Mayormente nublado (701 m)
12:00	31 °C	1.011 mbar	7,41 km/h, NE	10,00 km	Mayormente nublado (701 m)

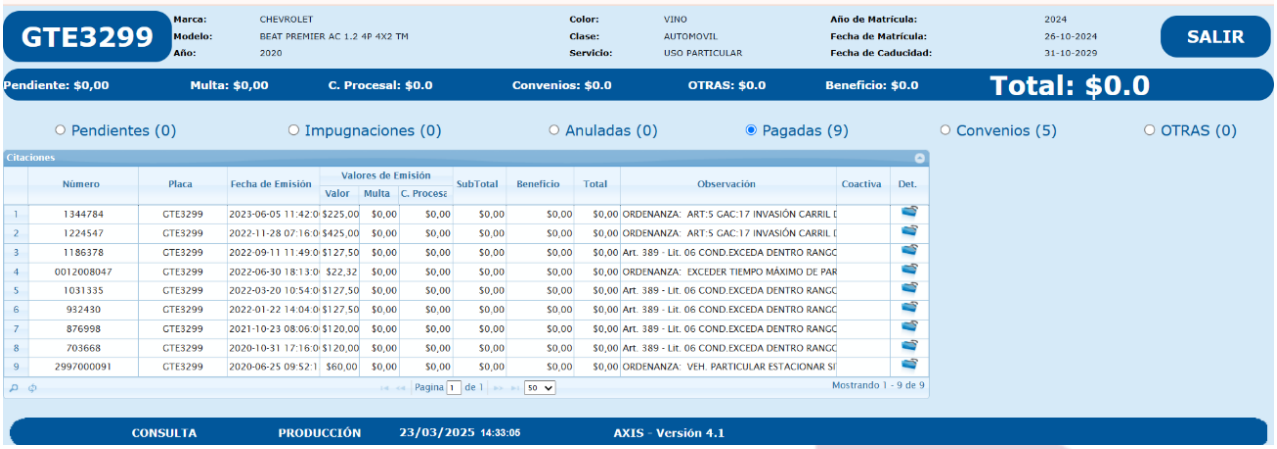
3.7 Reconstrucción del Accidente

A partir de la información obtenida, se realizó una simulación de la secuencia del accidente, detallando la velocidad estimada de los vehículos, el punto de impacto y la posible reacción de los conductores antes del siniestro.

Figura 32
Revisión del Vehículo Involucrado

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 33
Revisión del Vehículo Involucrado



GTE3299

Marca: CHEVROLET
Modelo: BEAT PREMIER AC 1.2 4P 4X2 TM
Año: 2020
Color: VINO
Clase: AUTOMOVIL
Servicio: USO PARTICULAR
Año de Matrícula: 2024
Fecha de Matrícula: 26-10-2024
Fecha de Caducidad: 31-10-2029

SALIR

Pendiente: $0,00 | Multa: $0,00 | C. Procesal: $0.0 | Convenios: $0.0 | OTRAS: $0.0 | Beneficio: $0.0 | Total: $0.0

○ Pendientes (0) ○ Impugnaciones (0) ○ Anuladas (0) ◉ Pagadas (9) ○ Convenios (5) ○ OTRAS (0)

Citaciones

	Número	Placa	Fecha de Emisión	Valores de Emisión			SubTotal	Beneficio	Total	Observación	Coactiva	Det.
				Valor	Multa	C. Procesa						
1	1344784	GTE3299	2023-06-05 11:42:0	$225,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	ORDENANZA: ART:5 GAC:17 INVASIÓN CARRIL D		
2	1224547	GTE3299	2022-11-28 07:16:0	$425,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	ORDENANZA: ART:5 GAC:17 INVASIÓN CARRIL D		
3	1186378	GTE3299	2022-09-11 11:49:0	$127,50	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	Art. 389 - Lit. 06 COND.EXCEDA DENTRO RANGO		
4	0012008047	GTE3299	2022-06-30 18:13:0	$22,32	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	ORDENANZA: EXCEDER TIEMPO MÁXIMO DE PAR		
5	1031335	GTE3299	2022-03-20 10:54:0	$127,50	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	Art. 389 - Lit. 06 COND.EXCEDA DENTRO RANGO		
6	932430	GTE3299	2022-01-22 14:04:0	$127,50	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	Art. 389 - Lit. 06 COND.EXCEDA DENTRO RANGO		
7	876998	GTE3299	2021-10-23 08:06:0	$120,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	Art. 389 - Lit. 06 COND.EXCEDA DENTRO RANGO		
8	703668	GTE3299	2020-10-31 17:16:0	$120,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	Art. 389 - Lit. 06 COND.EXCEDA DENTRO RANGO		
9	2997000091	GTE3299	2020-06-25 09:52:1	$60,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	ORDENANZA: VEH. PARTICULAR ESTACIONAR SI		

Pagina 1 de 1 50 Mostrando 1 - 9 de 9

CONSULTA PRODUCCIÓN 23/03/2025 14:33:05 AXIS - Versión 4.1

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO 4
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ITS

4.1 Factores de Riesgo en la Avenida Las Aguas

La Avenida Las Aguas es una arteria vial clave en la ciudad de Guayaquil, caracterizada por un alto flujo vehicular, especialmente en horas pico, lo que genera problemas de congestión, demoras en los tiempos de traslado y riesgos de seguridad vial. Actualmente, el crecimiento del parque automotor y el aumento de la actividad comercial y residencial en la zona han intensificado estos desafíos, afectando tanto a conductores como a peatones.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), Guayaquil experimenta un incremento anual del 5-7% en la cantidad de vehículos registrados, lo que agrava la saturación de vías principales como la Avenida Las Aguas. Además, reportes de la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM) indican que en dicha avenida se producen retenciones vehiculares de hasta 25 minutos en horas pico, con velocidades promedio inferiores a 15 km/h, muy por debajo del estándar recomendado para vías urbanas principales, que debería estar entre 30 y 50 km/h.

En virtud de esta problemática, surge la necesidad de estudiar la viabilidad de implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas, con el objetivo de optimizar la seguridad vial y mejorar la fluidez del tráfico. Este estudio se basa en la recopilación y análisis de datos de flujo vehicular y peatonal, permitiendo la identificación de puntos críticos y propuestas para dar soluciones tecnológicas, como semáforos inteligentes, señalización dinámica, sensores de velocidad y sistemas de monitoreo en tiempo real. Este sistema permitirá gestionar de manera más eficiente el tráfico mediante el uso de tecnologías avanzadas, con el objetivo de optimizar la seguridad vial, reducir los tiempos de viaje y mejorar la fluidez del tráfico.

4.2 Riesgos del transporte por carretera

El transporte por carretera es parte esencial de nuestra vida diaria, pero conlleva riesgos inherentes. La evaluación de riesgos del transporte por carretera es un proceso sistemático para identificar, analizar y mitigar los posibles peligros asociados al transporte por carretera. Esta guía explora los diversos aspectos del riesgo del transporte por carretera, sus objetivos, ventajas, desafíos y estrategias prácticas para su mitigación.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.3 Tipos de riesgos del transporte por carretera

Se indican los principales riesgos a continuación (Riskessentials.com.au, 2025):

- Accidentes de Tráfico

Las colisiones que involucran vehículos, peatones u obstáculos en la carretera son los riesgos más comunes.

- Condiciones climáticas adversas

La lluvia, la nieve, la niebla y los vientos fuertes reducen la visibilidad y crean superficies resbaladizas, lo que aumenta la probabilidad de accidentes.

- Comportamiento del conductor

El exceso de velocidad, la conducción distraída (por ejemplo, uso del celular), la conducción bajo la influencia del alcohol y la conducción agresiva contribuyen significativamente a los riesgos en la carretera.

- Estado del vehículo

Un mantenimiento deficiente puede provocar fallas mecánicas, aumentando las posibilidades de accidentes.

- Problemas de infraestructura vial

Como baches, mala señalización e intersecciones mal diseñadas conducen a condiciones inseguras.

- Fatiga y somnolencia

Las largas horas de conducción sin descansos adecuados perjudican la toma de decisiones y los tiempos de reacción de los conductores.

4.4 Riesgos de Transporte en la Avenida Las Aguas

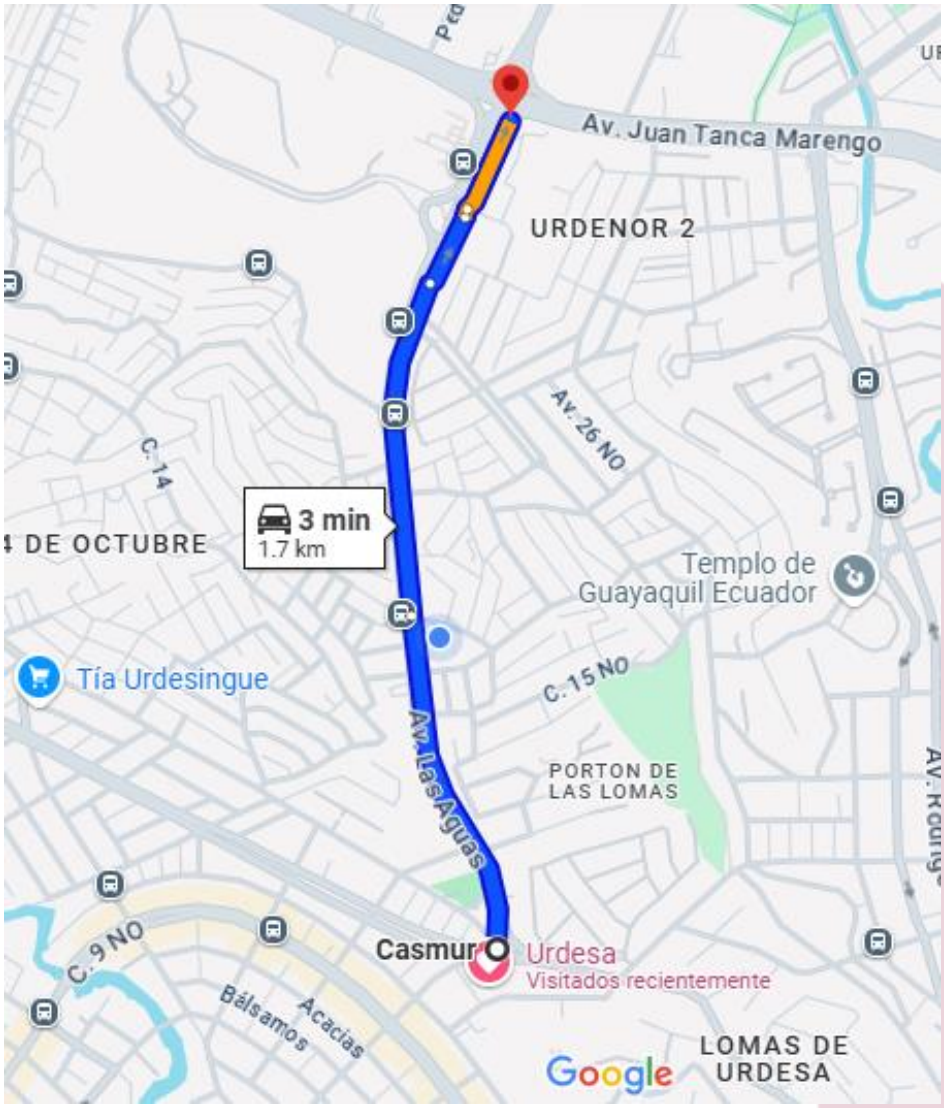
La Avenida Las Aguas, ubicada en la ciudad de Guayaquil, constituye una arteria vial de alto flujo vehicular y peatonal, especialmente durante las horas pico. Esta vía conecta sectores residenciales, comerciales y educativos, lo que la convierte en un punto neurálgico dentro de la movilidad urbana del norte de la ciudad. Sin embargo, su creciente demanda de tránsito ha venido acompañada de una serie de riesgos viales, entre los que se destacan: exceso de velocidad, cruce imprudente de peatones, escasa señalización, congestión en intersecciones críticas y presencia de transporte informal.

Estos factores incrementan la probabilidad de accidentes de tráfico y representan una amenaza directa para la seguridad de conductores, peatones y ciclistas. A ello se suma la falta de infraestructura adecuada para la movilidad alternativa, como ciclovías

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

seguras o pasos peatonales inteligentes, lo que limita el uso sostenible del espacio vial.

Figura 34
Avenida Las Aguas – Ubicación en Google Maps



Fuente: Google Maps

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 35
Avenida Las Aguas – Vista Panorámica

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

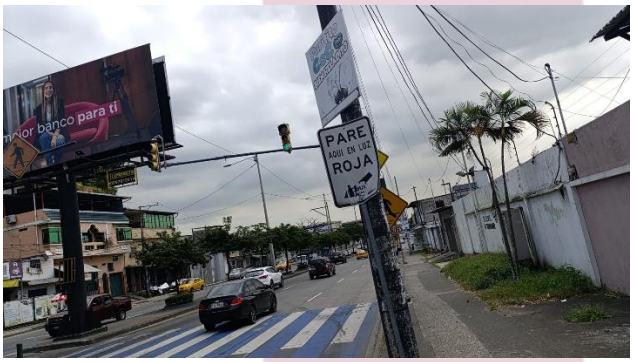
El presente estudio analiza los riesgos de tránsito presentes en la Avenida Las Aguas, identificando los puntos críticos y proponiendo estrategias que permitan mejorar la seguridad vial y optimizar la movilidad urbana en esta zona clave de Guayaquil.

Figura 36
Avenida Las Aguas – Riesgos de Tránsito

Punto Crítico (Riesgo Peatonal)

Punto crítico (Entrada Unidad Educativa)

Punto Crítico (Accesos)



Punto Crítico (Irrespeto a las Señales de Tránsito)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

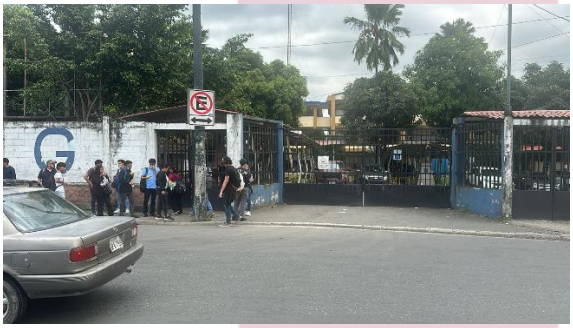
El análisis de los posibles riesgos de tráfico y tránsito en la Avenida Las Aguas se justifica por la alta incidencia de situaciones que comprometen la seguridad vial en esta importante vía de la ciudad de Guayaquil.

Figura 37
Avenida Las Aguas – Vista Panorámica

Ausencia de semáforos inteligentes

Exceso de velocidad

Uso inadecuado del espacio público



Infraestructura peatonal insuficiente

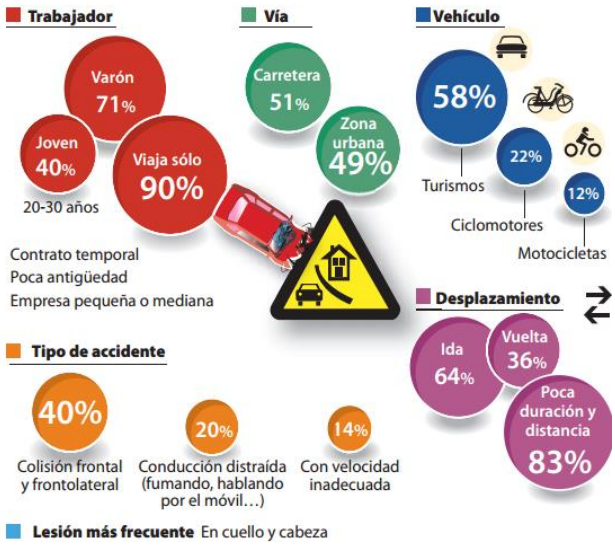
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La creciente densidad vehicular, combinada con un diseño urbano que no siempre responde a las necesidades actuales de movilidad, ha generado condiciones propensas a congestión, accidentes de tránsito, atropellos y conflictos entre diferentes tipos de usuarios de la vía (peatones, ciclistas, motociclistas, transporte público y vehículos particulares).

Entre los principales factores de riesgo identificados se encuentran: exceso de velocidad, ausencia de semáforos inteligentes, deficiencias en la señalización horizontal y vertical, infraestructura peatonal insuficiente y uso inadecuado del espacio público, como estacionamientos informales o invasión de aceras. Estas condiciones no solo ponen en peligro la integridad física de los ciudadanos, sino que también afectan la fluidez del tránsito, incrementan los tiempos de desplazamiento y generan un impacto negativo en la calidad de vida y el medio ambiente urbano.

Algo importante que rescatar es lo referente a los accidentes 'in itínere' son un tipo de accidente laboral. Los accidentes 'in itínere' son los que suceden en cualquier trayecto de desplazamiento con presunción de relación laboral, mientras que los accidentes 'in misión' son los que acontecen cuando la actividad principal del propio trabajador necesita de su conducción. Normalmente, se entiende que un accidente 'in itínere' se da en el trayecto de ida desde casa hasta el centro de trabajo, y en el de vuelta desde el centro a casa (Fundtrafic.org, 2025).

Figura 38
Retrato del Accidente In Itínere



Fuente: DGT

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Es fundamental realizar un diagnóstico técnico que permita identificar los riesgos existentes, cuantificarlos y proponer medidas correctivas o preventivas, orientadas a promover una movilidad más segura, eficiente y sostenible en la Avenida Las Aguas. Este tipo de intervención es clave para apoyar la toma de decisiones por parte de las autoridades municipales y para fomentar una cultura de seguridad vial en la comunidad.

A continuación, se enlista los principales riesgos que se pueden presentar en la Avenida Las Aguas:

Para Automóviles particulares

- Exceso de velocidad: En tramos con baja congestión, los conductores suelen superar los límites permitidos, aumentando el riesgo de choques frontales o alcances.
- Frenadas bruscas: Por mala sincronización de semáforos o congestión inesperada, elevando el riesgo de colisiones por alcance.
- Mal estacionamiento: Vehículos parqueados en zonas prohibidas estrechan la vía y reducen la visibilidad.
- Invasión de carril contrario: Sobre todo en curvas cerradas o en giros indebidos.
- Condiciones irregulares de la calzada: Baches o reparaciones sin señalizar aumentan el riesgo de daños a los vehículos o accidentes.

Figura 39

Congestión de Tráfico en Avenida las Aguas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Para Transporte Público (buses urbanos)

- Paradas improvisadas: Los buses se detienen en cualquier lugar, creando riesgos de colisión y de atropellos.
- Maniobras riesgosas: Cambios de carril sin previo aviso.
- Obstrucción de carriles: Los buses que recogen o bajan pasajeros pueden causar congestionamientos repentinos.
- Falta de bahías de estacionamiento: Obliga a los buses a detenerse en plena calzada.

Figura 40

Ubicación de las Paradas de Buses

Para Motocicletas

- Circulación entre carriles (zigzagueo): Aumenta el riesgo de colisión lateral o ser atropellado por vehículos que no los ven.
- Falta de respeto a los semáforos: Algunos motociclistas cruzan con la luz en rojo.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Desprotección física: Una caída por mínima que sea puede ser fatal debido a la exposición directa del motociclista al pavimento o vehículos.
- Pavimento resbaloso: Especialmente en temporada de lluvias o por manchas de aceite.

La prohibición de viajar dos personas en moto ha llevado al canchón a 33.832 de esos vehículos por incumplir la norma. Uno de los principales problemas es que las motocicletas transitan por sobre las veredas.

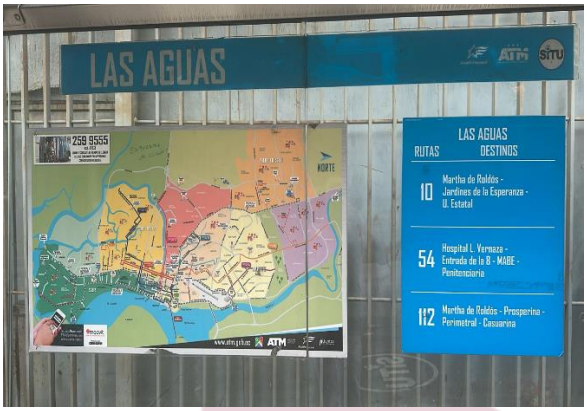
Figura 41
Riesgos para Motociclistas

Para Bicicletas

- Ausencia de ciclovías: Los ciclistas deben compartir carril con vehículos motorizados, lo que eleva el riesgo de atropellos.
- Falta de señalización para ciclistas: No hay espacios delimitados ni prioridad de paso.
- Conductores que no respetan la distancia de seguridad: Muchos sobrepasan a los ciclistas sin mantener los 1,5 metros de separación reglamentaria.
- Ciclistas están en riesgo por falta de ciclovías y desacato de normas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 42
Ubicación de Letreros de Información



Para Peatones

Uno de los principales problemas viales observados en la Avenida Las Aguas de Guayaquil está relacionado con la interacción insegura entre los peatones y el flujo vehicular. A pesar de que esta avenida atraviesa zonas residenciales, comerciales y educativas con alta afluencia peatonal, la infraestructura destinada a los transeúntes es limitada o insuficiente.

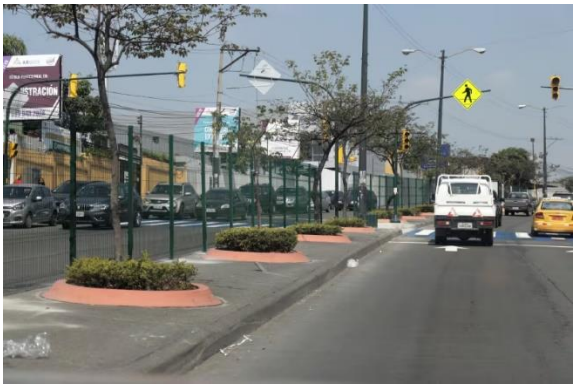
- Cruces inseguros: Muchas intersecciones no cuentan con pasos peatonales claros ni semáforos para peatones.
- Alta velocidad de los vehículos: Hace más peligroso el cruce, sobre todo para personas mayores o niños.
- Veredas deterioradas u obstruidas: Comercios ambulantes, basura, postes o vehículos mal estacionados fuerzan a los peatones a caminar por la calzada.
- Mala iluminación nocturna: Aumenta el riesgo de atropellos o de actos delictivos.
- Conductores que no respetan el derecho de paso: En especial en esquinas sin semáforo o con señalización ambigua.

El gran movimiento de peatones y estudiantes en diversos horarios matutinos y

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

vespertinos motivó la instalación de un nuevo semáforo y otras medidas.

Figura 43
Instalación de Nuevos Semáforos



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Factores ambientales y estructurales que agravan el riesgo

- Inundaciones rápidas: Reducen la visibilidad de baches y crean condiciones de derrape.
- Vegetación o mobiliario urbano mal ubicado: Obstruyen la visibilidad en esquinas y pasos peatonales.
- Deficiencia en la señalética vial: Señales desgastadas o confusas complican la toma de decisiones rápidas.

Figura 44

Inundaciones en el Sector Las Aguas

La Avenida Las Aguas de la ciudad de Guayaquil presenta una serie de condiciones urbanas y operativas que generan múltiples riesgos asociados al tráfico y tránsito vehicular y peatonal. Estos riesgos, si no son identificados y gestionados de manera adecuada, pueden derivar en accidentes, pérdida de vidas humanas, congestión crónica y deterioro de la calidad de vida urbana.

Con el objetivo de realizar un diagnóstico preliminar de los principales factores de

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

riesgo presentes en esta vía, se ha elaborado la Tabla 1, que clasifica los posibles riesgos según su tipo, describe brevemente su naturaleza, identifica las consecuencias más probables y asigna un nivel estimado de riesgo (alto, medio o bajo) de acuerdo con su impacto potencial y frecuencia observada.

Tabla 9
Posibles Riesgos de Tráfico y Tránsito – Avenida Las Aguas, Guayaquil

Nº	Tipo de Riesgo	Descripción	Posibles Consecuencias	Nivel de Riesgo
1	Exceso de velocidad	Conductores superan los límites permitidos en tramos rectos o poco vigilados	Accidentes frontales o atropellos	Alto
2	Deficiente señalización	Falta de señales verticales, semáforos inoperativos o mala visibilidad	Confusión, maniobras peligrosas, choques	dio
3	Congestión vehicular	Alto volumen de tráfico en horas pico, especialmente en intersecciones	Retardo en desplazamientos, estrés, accidentes menores	Alto
4	Cruce imprudente de peatones	Peatones cruzan en zonas no habilitadas o sin paso peatonal marcado	Atropellos, accidentes fatales	Alto
5	Infraestructura vial en mal estado	Huecos, fisuras, desniveles, alcantarillas sin tapa, veredas deterioradas	Daños a vehículos, accidentes, atropellos	Medio
6	Falta de infraestructura para ciclistas	Ausencia de ciclovías o espacios seguros para bicicletas	Riesgo de colisión entre ciclistas y vehículos	Medio
7	Mala iluminación nocturna	Alumbrado público deficiente en tramos específicos	Baja visibilidad, mayor riesgo de accidentes	Medio
8	Invasión de aceras	Vehículos estacionados sobre aceras o zonas peatonales	Obstáculos para peatones, riesgo de atropellos	Bajo

4.5 Análisis de los Riesgos mediante una Matriz de Riesgos

La seguridad vial es un aspecto fundamental en la planificación urbana, especialmente en zonas de alto tráfico como la Avenida Las Aguas. Esta vía, ubicada en un sector clave de la ciudad, ha sido escenario frecuente de accidentes de tránsito, lo que evidencia la necesidad de un análisis técnico que permita identificar los factores de riesgo presentes.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La elaboración de una matriz de riesgos constituye una herramienta esencial para evaluar de forma sistemática las posibles causas de los siniestros viales, su frecuencia y gravedad, así como para priorizar acciones correctivas y preventivas. La matriz no solo permite clasificar los riesgos según su impacto y probabilidad, sino también establecer estrategias concretas para reducir la ocurrencia de accidentes, contribuyendo así a mejorar la movilidad y la seguridad de los peatones, ciclistas y conductores que transitan por esta importante arteria vial.

Los datos indican que la cantidad de accidentes de tránsito y las víctimas mortales han disminuido en Guayaquil en 2024 en comparación con años anteriores, como 2023.

La matriz de riesgos es una herramienta que ayuda a identificar, evaluar y priorizar los riesgos que pueden presentarse.

Figura 45
Matriz de Riesgo

		PROBABILIDAD				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casi seguro
CONSECUENCIAS	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: (Piranirisk.com, 2025)

A continuación, se presenta una matriz de riesgo basada en información pública y reportes recientes, con el objetivo de identificar y evaluar los factores que contribuyen a estos incidentes en la Avenida Las Aguas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 10
Matriz de Riesgos

Nº	Tipo de Riesgo	Descripción	Consecuencias Posibles	Nivel de Riesgo
1	Exceso de velocidad	Conductores superan los límites permitidos en tramos rectos o poco vigilados	Accidentes frontales o atropellos	Alto
2	Deficiente señalización	Falta de señales verticales, semáforos inoperativos o mala visibilidad	Confusión, maniobras peligrosas, choques	Medio
3	Congestión vehicular	Alto volumen de tráfico en horas pico, especialmente en intersecciones	Retardo en desplazamientos, estrés, accidentes menores	Alto
4	Cruce imprudente de peatones	Peatones cruzan en zonas no habilitadas o sin paso peatonal marcado	Atropellos, accidentes fatales	Alto
5	Infraestructura vial en mal estado	Huecos, fisuras, desniveles, alcantarillas sin tapa, veredas deterioradas	Daños a vehículos, accidentes, atropellos	Medio
6	Falta de infraestructura para ciclistas	Ausencia de ciclovías o espacios seguros para bicicletas	Riesgo de colisión entre ciclistas y vehículos	Medio
7	Mala iluminación nocturna	Alumbrado público deficiente en tramos específicos	Baja visibilidad, mayor riesgo de accidentes	Medio
8	Invasión de aceras	Vehículos estacionados sobre aceras o zonas peatonales	Obstáculos para peatones, riesgo de atropellos	Bajo

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.6 Recomendaciones para Mitigar Riesgos

1. Mantenimiento vial regular: Reparar baches y mantener la superficie de la vía en buen estado para evitar maniobras bruscas de los conductores.

2. Mejorar señalización y demarcación: Instalar señales claras y visibles, así como demarcaciones viales que orienten adecuadamente a los conductores y peatones.

3. Optimizar la iluminación pública: Asegurar que todos los tramos de la avenida cuenten con iluminación adecuada para mejorar la visibilidad durante la noche.

4. Implementar controles de velocidad: Instalar radares y realizar campañas de concienciación para que los conductores respeten los límites de velocidad.

5. Establecer cruces peatonales seguros: Colocar pasos peatonales bien señalizados y, donde sea necesario, semáforos para peatones que faciliten el cruce seguro.

Los riesgos viales en la Av. Las Aguas han dado origen a estructurar la matriz con 7 a 10 factores de riesgo, justificados con evidencia empírica, normativa y bibliografía técnica.

1. Nombre del factor de riesgo
2. Descripción del problema
3. Ubicación específica o tramo crítico
4. Probabilidad (Alta / Media / Baja)
5. Impacto (Alto / Medio / Bajo)
6. Nivel de riesgo (Cruce de P x I)
7. Medidas de mitigación sugeridas
8. Fuente o respaldo del dato (observación, bibliografía, prensa, encuesta, etc.)

4.7 Evaluación objetiva de probabilidad y severidad

- Se debe valorar cada riesgo según su frecuencia de ocurrencia y el grado de daño que podría causar (muertes, lesiones, congestión grave).
- Esto da sentido al posicionamiento en la matriz (riesgo bajo, medio o alto).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Lo más importante es que la matriz esté basada en datos reales, contextualizada en la dinámica de la avenida Las Aguas y orientada a generar soluciones efectivas para reducir el riesgo vial.

A continuación, en las Tablas del número 10 al número 17, se detallan las matrices de riesgo de cada factor analizado.

Factor 1: Exceso de velocidad (Riesgo: Alto)

Medidas de mitigación:

- Instalación de radares de velocidad fijos y móviles en tramos críticos.
- Implementación de reductores de velocidad (resaltos o cojines berlinenses) en zonas escolares y residenciales.
- Campañas de concientización sobre los límites de velocidad en coordinación con la ATM (Agencia de Tránsito y Movilidad).
- Refuerzo del patrullaje policial vial en horarios de mayor tránsito.

Tabla 11

Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 1

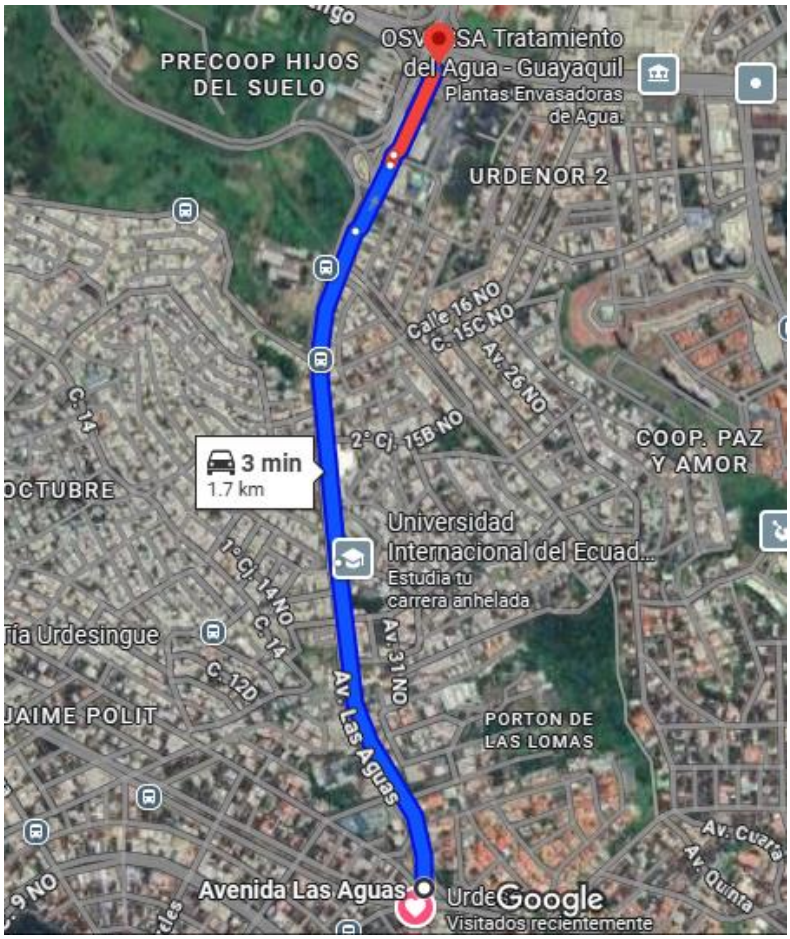
Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Velocidad excesiva de vehículos	Conductores circulan a velocidades superiores a los límites permitidos, especialmente en horarios con poco tráfico, lo que incrementa el riesgo de accidentes. Velocidades altas de los vehículos particulares y de transporte público.	Tramo entre Av. Las Monjas y Av. San Jorge	Alta	Alto	Crítico	Instalación de radares fijos, reductores de velocidad, señalización vertical visible y campañas educativas en colegios y comercios cercanos.	Observación directa, reporte de medios locales (ExtraEc, 2024), entrevistas a moradores y revisión en Google Maps Street View.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Ubicación Recomendada de Radares de Velocidad en la Av. Las Aguas

Longitud total de la avenida (aproximada): 2,4 km: 1.7 km (Sur-Norte) 1.7 Km (Norte-Sur).

Figura 46
Inundaciones en el Sector Las Aguas



Frecuencia recomendada para radares de velocidad:

Radares fijos: Cada 600 a 800 metros

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Ubicaciones sugeridas para radares fijos:

Punto A) Km 0.0 – Inicio de la avenida (cerca del cruce con la Av. Enrique Ortega): Alta congestión y entrada de flujo mixto (buses, vehículos privados).

Punto B) Km 1.2 – Sector educativo (Intersección 2° Callejón 15B cercanías Muebles El Bosque): Zona de alta afluencia peatonal.

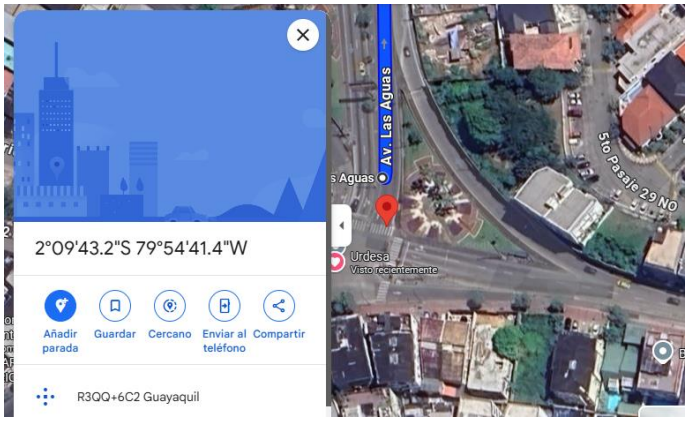
Punto C) Km 1.6 – Intersección con Av. 27: Punto crítico de accidentes y pendiente.

Punto D) Km 2.3 – Dirección FEF desde Av. Juan Tanca Marengo: Zona de aceleración., Zona Franca.

Punto E) Km 0.8 – Sector educativo (cercanías del Colegio Delfos): Zona de alta afluencia peatonal.

Figura 47

Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto A



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 48

Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto B

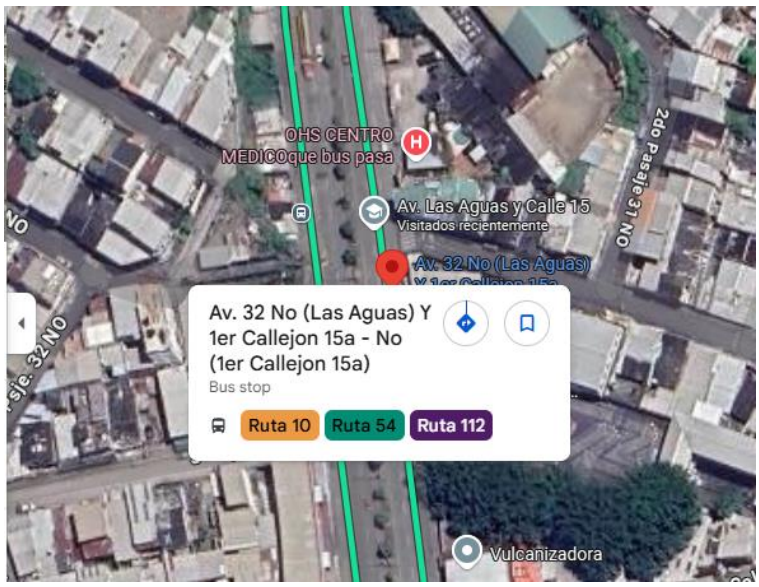


Figura 49

Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto C

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 50
Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto D

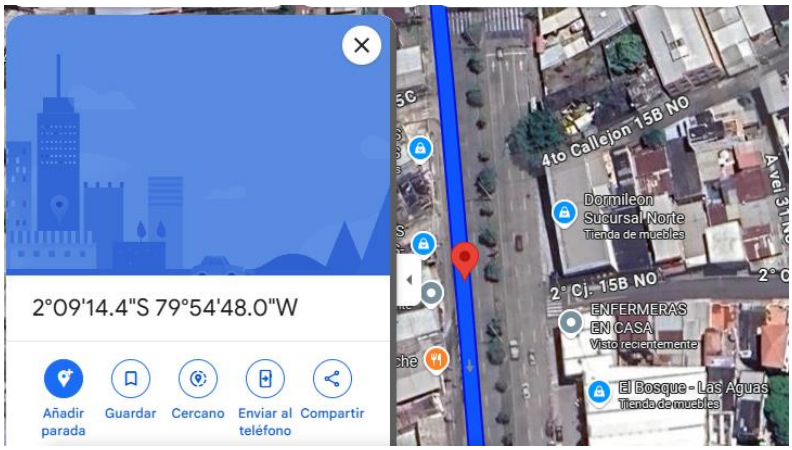
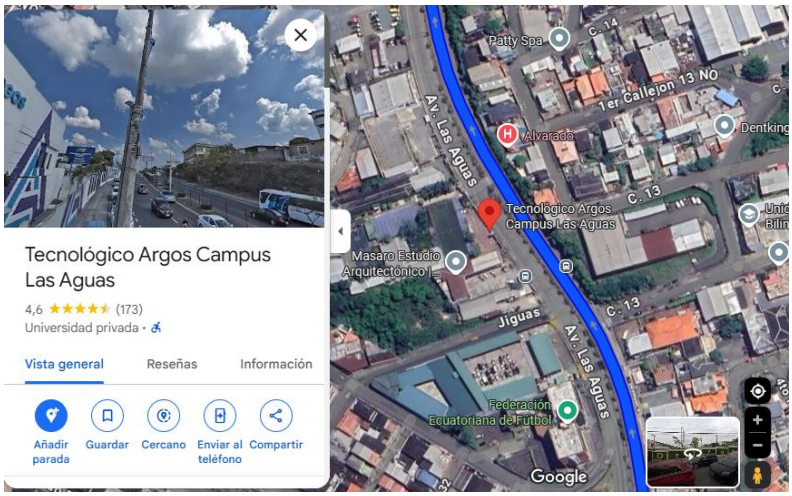


Figura 51
Puntos Estratégicos para Radares de Velocidad-Punto E



Radares móviles:

Deberían operar de forma rotativa en cualquiera de los tramos anteriores o zonas intermedias.

Idealmente activarse en horarios de alta circulación (07h00–09h00 y 17h00–19h00).

Observación técnica:

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Para una vía urbana de alta densidad como esta, 4-5 radares fijos en 2,4 km cumplen el criterio de 1 cada 600 metros. Se recomienda acompañar cada radar con señalización vertical visible y un panel informativo (PMV) que alerte sobre el monitoreo de velocidad (Figura 51).

Figura 52
Radares de Velocidad-Puntos A-E

Factor 2: Deficiente señalización (Riesgo: Medio)

Medidas de mitigación:

- Auditoría técnica de señalización vial, incluyendo revisión de visibilidad, materiales reflectivos y cumplimiento normativo.
- Reposición de señales verticales y mantenimiento periódico de semáforos,

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

priorizando las intersecciones de alto flujo.

- Pintado nocturno de señalización horizontal con pintura termoplástica reflectiva.
- Incorporación de señalización táctil para personas con discapacidad visual.

Figura 53

Radares de Velocidad-Puntos A-E

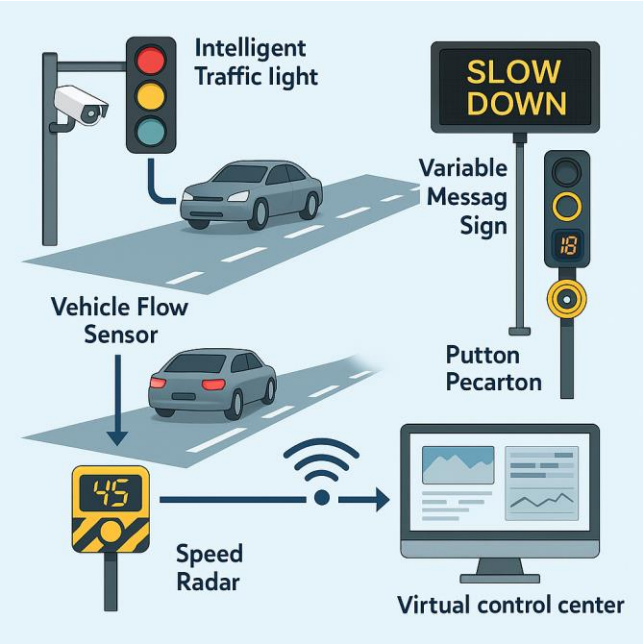


Tabla 12

Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 2

Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Falta de señalización horizontal y vertical	En varios cruces de la Av. Las Aguas, la señalización vial es inexistente o está deteriorada, lo que provoca confusión tanto para conductores como peatones, aumentando el riesgo de accidentes por falta de prioridad o cruce indebido.	Av. Las Aguas y Callejón 15	Media	Alto	Alto	Implementación de señalización vertical (PARE, CEDA EL PASO, pasos peatonales) y pintura de líneas divisorias y pasos cebras con material reflectivo.	Inspección in situ (abril 2025), normativa INEN 004-2008, reclamos ciudadanos en redes sociales y observaciones en Google Street View.

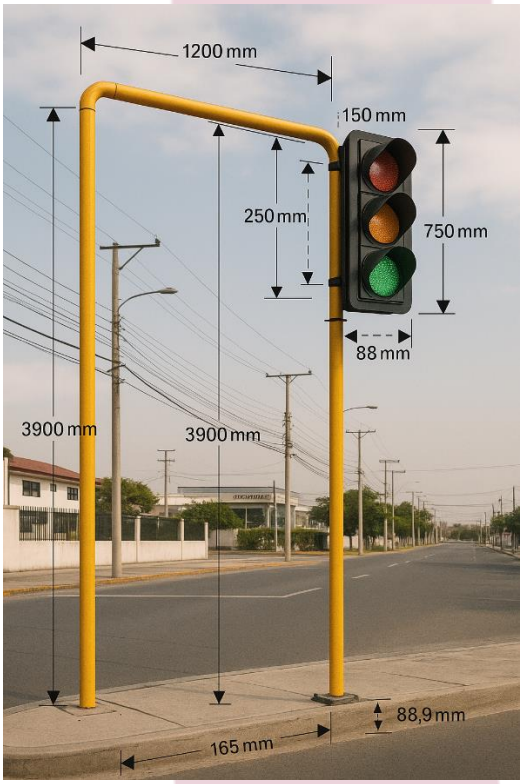
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Factor 3: Congestión vehicular (Riesgo: Alto)

Medidas de mitigación:

- Optimización de tiempos semafóricos mediante sincronización inteligente con sensores de flujo vehicular.
- Implementación de carriles exclusivos para buses y paraderos bien definidos para reducir bloqueos.
- Promoción del uso de transporte alternativo, como bicicletas o caminata, mediante campañas y adecuación de espacios.
- Rediseño geométrico de intersecciones críticas, como rotondas o ampliación de radios de giro.

Figura 54
Semáforos



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 13
Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 3

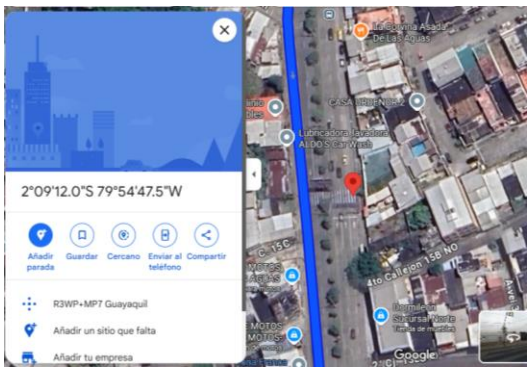
Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Congestión vehicular	En varios tramos de la Av. Las Aguas, especialmente frente a centros educativos y comerciales, Alto flujo en horas pico, intersecciones críticas.	Av. Las Aguas y Callejón 15	Alta	Alto	Crítico	Sincronización semafórica Carriles exclusivos Rediseño vial Paraderos ordenados Promoción de movilidad alternativa.	Observaciones en campo, normativa de seguridad vial urbana, y reportes de medios locales.

Factor 4: Cruce imprudente de peatones (Riesgo: Alto)

Medidas de mitigación:

- Construcción de pasos peatonales elevados o semaforizados en zonas de alta afluencia peatonal.
- Colocación de barandas peatonales para canalizar el cruce por zonas seguras.
- Campañas de educación vial dirigidas a peatones, en escuelas, universidades y comunidades.
- Mejora de la visibilidad de los pasos cebra, pintados con materiales reflectivos y luminarias LED.

Figura 55
Semáforos-Punto A



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 56
Semáforos-Punto B

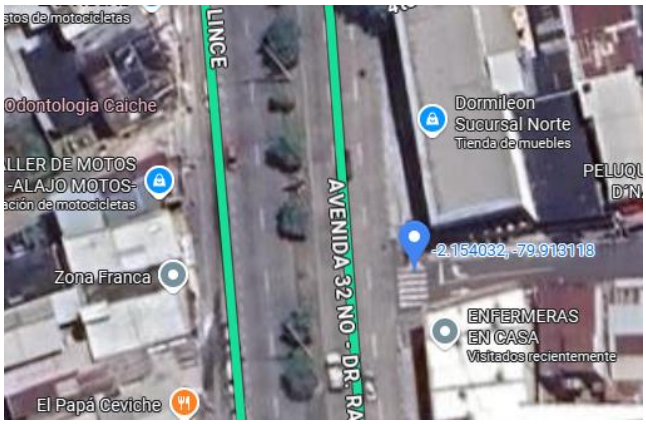
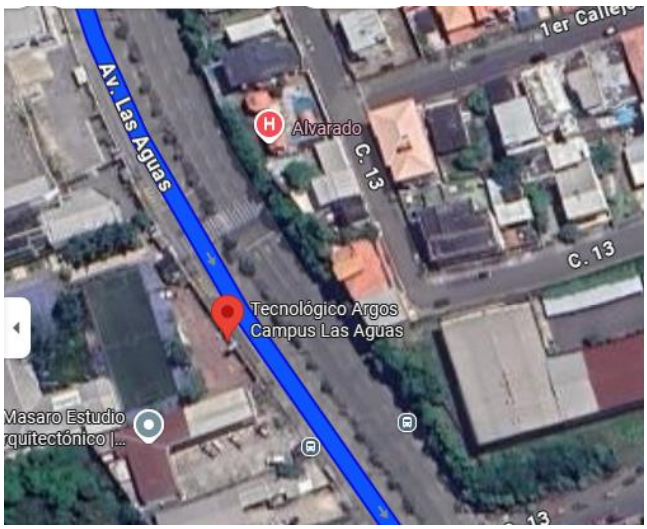


Figura 57
Semáforos-Punto C



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 58
Ubicación de Semáforos-Puntos A-C

Tabla 14
Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 4

Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Cruces peatonales inseguros	En varios tramos de la Av. Las Aguas, especialmente frente a centros educativos y comerciales, no existen cruces peatonales señalizados ni infraestructura para el cruce seguro, lo que expone a los peatones a accidentes por invasión del carril vehicular.	Av. Las Aguas y Callejón 15	Alta	Alto	Crítico	Implementar pasos peatonales elevados o semáforos con botón de cruce, señalización vertical de advertencia y campañas de concienciación en la comunidad escolar.	Observaciones en campo (abril 2025), entrevistas con padres de familia, normativa de seguridad vial urbana, y reportes de medios locales.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Factor 5: Infraestructura Vial en mal Estado (Riesgo: Medio)

Medidas de Mitigación:

- Reparación urgente de baches con mezcla asfáltica en caliente en horas de menor tránsito.
- Reposición de tapas de alcantarilla y rejillas pluviales.
- Reparación de veredas, priorizando accesos a instituciones, paradas.
- Planificación de mantenimiento trimestral para extender la vida útil del pavimento.
- Aplicación de selladores de fisuras y tratamientos superficiales antes de temporada invernal.
- Establecer una base de datos georreferenciada de las condiciones viales, actualizada en tiempo real.
- Evaluación estructural de la vía y reconstrucción de capas de pavimento.
- Rediseño geométrico donde existan hundimientos por drenaje deficiente.
- Obras de drenaje complementarias (cunetas, sumideros).
- Mejoramiento de aceras y bordillos
- Delimitación de bordillos con pintura reflectiva o elevación reforzada para evitar invasiones vehiculares.

Tabla 15

Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 5

Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Infraestructura vial en mal estado	Huecos, desniveles y deterioro del asfalto en varios tramos causan maniobras peligrosas, daños vehiculares y pérdida de control al frenar o esquivar obstáculos.	Tramo entre Av. Las Aguas (sentido sur-norte) Sector FEF	Alta	Medio	Alto	Programa de bacheo y repavimentación prioritaria, inspección técnica semestral y señalización provisional hasta ejecutar mejoras.	Reportes ciudadanos en redes sociales, visitas técnicas (abril 2025), y archivo de mantenimiento municipal.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Factor 6: Falta de infraestructura para ciclistas (Riesgo: Medio)

Medidas de mitigación:

- Diseño e implementación de ciclovías segregadas, conectadas con zonas de transporte público y espacios comerciales.
- Señalización exclusiva para ciclistas y demarcación de cruces seguros.
- Estaciones de parqueo para bicicletas en sitios estratégicos, con cámaras de seguridad.
- Capacitaciones y campañas de respeto mutuo entre conductores y ciclistas.

Tabla 16

Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 6

Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Ausencia de ciclovías seguras	La Av. Las Aguas no cuenta con infraestructura para ciclistas, lo que obliga a circular entre vehículos motorizados en condiciones riesgosas.	Toda la avenida	Media	Medio	Medio	Diseño e implementación de ciclovía segregada con señalización horizontal y vertical.	Informe técnico de movilidad urbana, reclamos de colectivos ciclistas, revisión en campo (abril 2025).

Factor 7: Mala iluminación nocturna (Riesgo: Medio)

Medidas de mitigación:

- Instalación de luminarias LED de alta potencia en los tramos oscuros, con prioridad en pasos peatonales e intersecciones.
- Mantenimiento preventivo del alumbrado público, con reporte ciudadano digital.
- Uso de iluminación solar en zonas con problemas de conexión eléctrica.
- Incorporación de sensores de movimiento que aumenten la iluminación en presencia de peatones.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 17

Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 7

Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Iluminación deficiente	En sectores sin iluminación adecuada o con luminarias dañadas, la visibilidad es limitada, aumentando el riesgo de atropellos y colisiones nocturnas.	Las Aguas y Callejón 15	Media	Alto	Alto	Reparación y mantenimiento de luminarias, incorporación de luces LED y evaluación de cobertura lumínica cada trimestre.	Revisión nocturna (abril 2025), quejas vecinales, informe técnico de CNEL.

Factor 8: Estacionamiento en Zonas Prohibidas - Invasión de aceras (Riesgo: Bajo)

Medidas de mitigación:

- Colocación de bolardos o jardineras para impedir el estacionamiento de vehículos sobre aceras.
- Vigilancia y sanción por parte de agentes de tránsito, con aplicación de multas.
- Campañas de respeto al espacio peatonal, usando redes sociales, murales urbanos y medios locales.
- Adecuación de espacios de parqueo regulado, para reducir la necesidad de invadir áreas peatonales.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tabla 18

Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil- Factor 8

Factor de Riesgo	Descripción	Ubicación Específica	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación	Fuente / Evidencia
Estacionamiento en zonas prohibidas	Vehículos estacionados sobre veredas y zonas de giro reducen la visibilidad, generan congestión y bloquean el paso peatonal, aumentando el riesgo de atropellos.	Las Aguas y Calle 15	Alta	Medio	Alto	Colocación de bolardos, señalización de prohibición y control de tránsito con multas efectivas.	Observaciones directas, denuncias ciudadanas (abril 2025), normativa municipal de tránsito.

4.8 Acciones para Mitigación de los Riesgos

La Avenida Las Aguas, ubicada en un sector estratégico de la ciudad de Guayaquil, presenta múltiples factores de riesgo vial que afectan tanto a conductores como a peatones, generando un entorno de movilidad insegura y desordenada. La falta de señalización adecuada, el mal estado de la infraestructura, la velocidad excesiva de los vehículos y la ausencia de cruces peatonales seguros son algunos de los problemas identificados que requieren atención inmediata.

En este contexto, se hace necesario implementar un conjunto de medidas de corrección que permitan mejorar la seguridad vial, reducir la siniestralidad y promover una movilidad más ordenada y sostenible. Este análisis se basa en una matriz de riesgo previamente elaborada, con el fin de proponer soluciones viables, técnicas y contextualizadas para cada uno de los puntos críticos detectados.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 59
Mitigación de Riesgo

Fuente: (Piranirisk.com, 2025)

En función de la matriz de riesgo basada se evalúan las acciones para mitigar los riegos producidos en la Avenida Las Aguas.

4.9 Recomendaciones para Mitigar Riesgos

A continuación, se detallan las medidas de corrección detalladas de los factores de riesgo identificados (Matriz de Riesgo de Accidentes - Av. Las Aguas, Guayaquil), organizadas paso a paso para su correcta implementación:

1. *Velocidad excesiva de vehículos*

Reducir la velocidad de circulación en tramos críticos de la avenida mediante infraestructura y sistemas de control que protejan a peatones y conductores, y mejoren las condiciones de seguridad vial.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Ubicación: Tramo entre Av. Campus UIDE y FEF.

Nivel de riesgo: Crítico

Medidas de corrección:

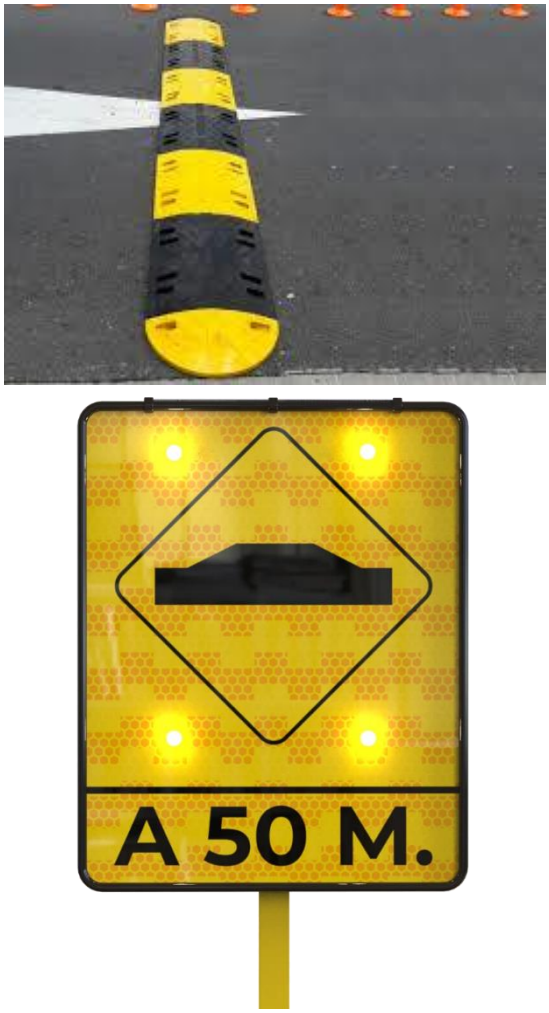
1. Instalación de radares fijos:
    - Coordinar con la ATM para colocar radares.
    - Priorizar horarios de menor tráfico donde se detecta mayor infracción.

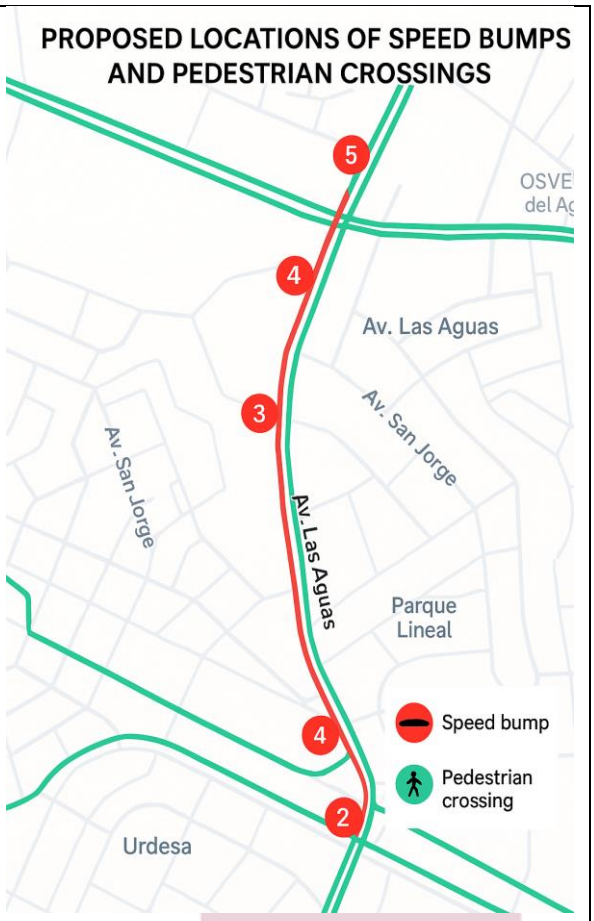
Figura 60
Radares de Velocidad

2. Colocación de reductores de velocidad (rompemuelles):
    - Identificar puntos estratégicos previo estudio técnico. Aquí se ha determinado colocar cuatro rompe velocidades especialmente en los accesos a las instituciones educativas.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 61
Rompevelocidades





- Señalizar 50 metros antes del reductor.

3. Señalización vertical visible (límite de velocidad):
   - Colocar señalética reflectiva con normativa INEN.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 62
Ubicación del Rompevelocidades

Figura 63
Ubicación del Rompevelocidades

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4. Campañas educativas:
    - Activar programas con instituciones escolares (UIDE-Escuela de Ingeniería Automotriz, Tecnológico Argus y Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil y locales comerciales.

Figura 64
Campañas Educativas

2. Falta de señalización horizontal y vertical

Restablecer la visibilidad, ordenamiento vial y advertencia de peligros a través de señalética adecuada que permita guiar a conductores y proteger a peatones, minimizando el riesgo de accidentes por desconocimiento de normas o intersecciones mal definidas.

Ubicación: Cruce entre Av. Las Aguas y Callejón Peatonal.

Nivel de riesgo: Alto

Medidas de corrección:

1. Rehabilitación de pintura vial (líneas, cebras):
    - Usar pintura reflectiva termo plástica.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Realizar mantenimientos trimestrales.

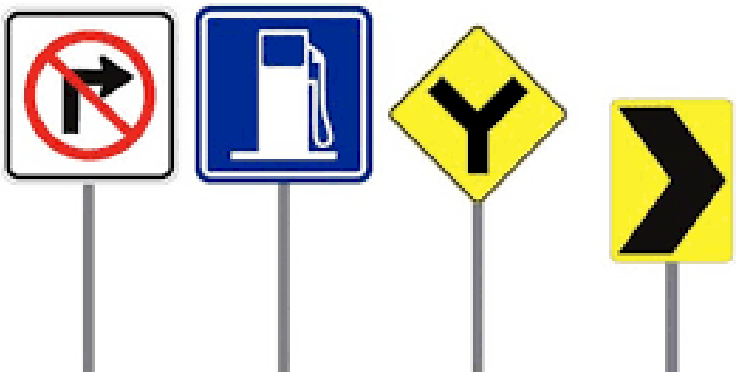
Figura 65

Pasos Cebra

2. Instalación de señalización vertical (PARE, CEDA EL PASO):
   - Aplicar normativa INEN 004-2008 (Señalización Vial).
   - Incluir postes antivandálicos.

Figura 66

Señalización Vertical



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. Supervisión y fiscalización continua:
    - Incorporar patrullaje técnico cada 6 meses.

Figura 67
Controles Nocturnos

3. Cruces peatonales inseguros

Garantizar la seguridad de los peatones —especialmente estudiantes, adultos mayores y personas con movilidad reducida— mediante infraestructura adecuada que regule el cruce y reduzca la exposición al riesgo de atropellamiento.

Ubicación: Frente a la Universidad Internacional del Ecuador

Nivel de riesgo: Crítico

Medidas de corrección:

1. Pasos peatonales elevados:
    - Diseñar con altura máxima de 10 cm.
    - Material antideslizante.

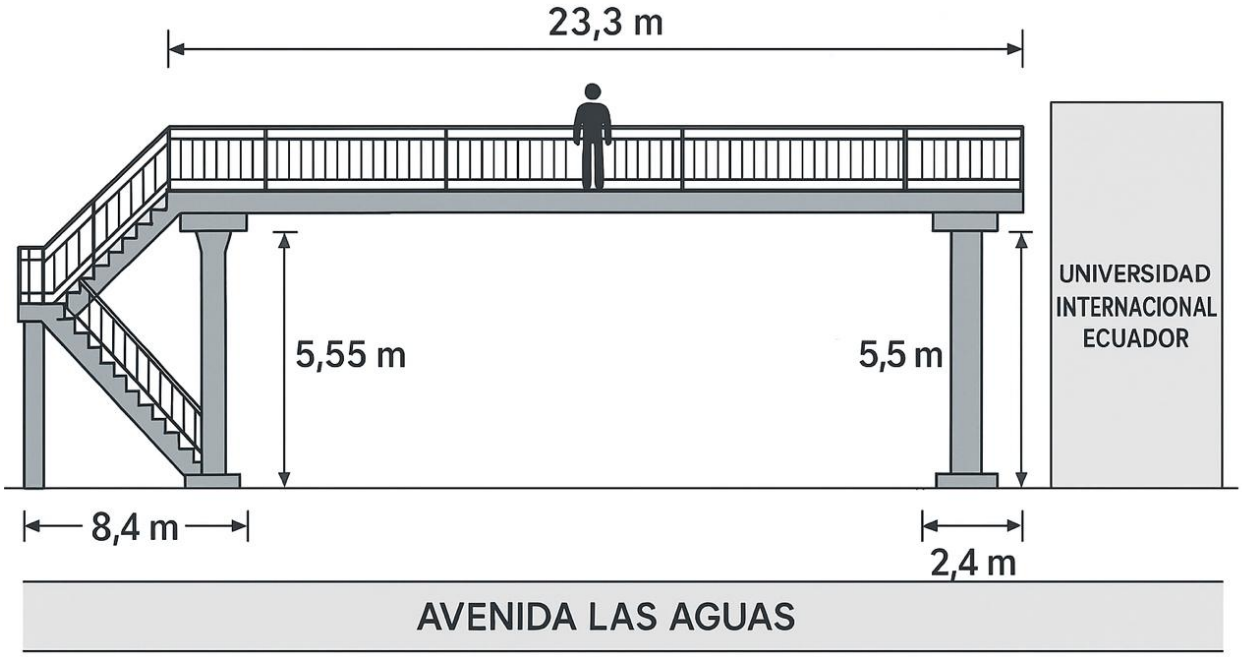
Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 68

Paso Peatonal Elevado

Figura 69

Paso Peatonal Elevado Frente a la UIDE



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2. Semáforos con botón de cruce:
    - Activación por demanda (peatonal).
    - Integración a semaforización existente.

Figura 70
Botón de Cruce

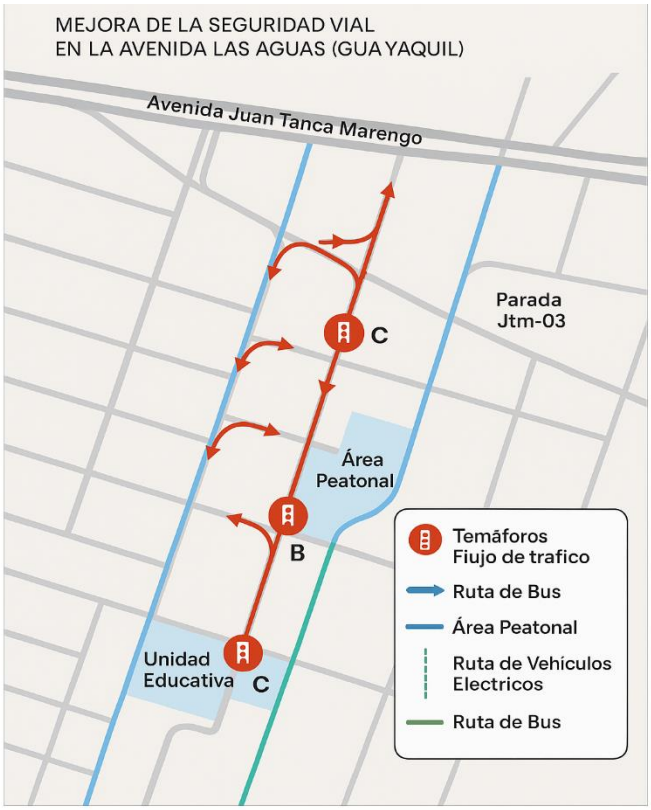
3. Educación comunitaria:
    - Charlas en escuelas y reparto de folletos.

En la Figura 71 se muestra la Avenida Las Aguas en Guayaquil con los puntos estratégicos propuestos para la instalación de semáforos inteligentes, junto con los puntos de inicio (A) y fin (B) del tramo:

- 🟢 **Punto A:** Inicio del tramo (coordenadas: -2.147386, -79.911129).
- 🔴 **Punto B:** Fin del tramo (coordenadas: -2.161971, -79.911563).
- 🟠 **Marcadores naranjas:** Ubicaciones propuestas de semáforos inteligentes.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 71
Puntos Estratégicos para Semáforos Inteligentes



4. Infraestructura vial en mal estado

Restituir la calidad estructural y funcional de la calzada en los tramos deteriorados de la Av. Las Aguas para mejorar la seguridad, reducir daños a vehículos y prevenir accidentes asociados al estado del pavimento.

Ubicación: Tramo Av. Las Aguas

Nivel de riesgo: Alto

Medidas de corrección:

1. Bacheo y repavimentación: Restaurar las condiciones funcionales y de seguridad de la calzada vehicular en los tramos con deterioro superficial o estructural, reduciendo el

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

riesgo de accidentes y mejorando la fluidez del tránsito.

- Diagnóstico previo por técnicos municipales.
- Asignación presupuestaria de emergencia.

Figura 72

Asfaltado de la Vía

2. Inspección técnica semestral:
    - Informe fotográfico georreferenciado. Documentar visualmente los puntos críticos de riesgo vial identificados en la Av. Las Aguas, incorporando coordenadas geográficas precisas para facilitar la planificación e intervención técnica.

Figura 73

Informe Fotográfico Georreferenciado

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. Señalización provisional:
    - Con conos, cintas y vallas hasta ejecución.

5. Paradas de bus mal ubicadas

Mejorar la seguridad vial y la eficiencia del transporte público mediante la reubicación, rediseño e infraestructura adecuada en las paradas de bus a lo largo de la Av. Las Aguas, evitando bloqueos de carriles, aglomeraciones y accidentes.

Ubicación: A lo largo de la vía

Nivel de riesgo: Alto

Medidas de corrección:

1. Reubicación de paradas:
    - Evaluar visibilidad a 100 m en ambos sentidos.
    - Coordinar con cooperativas de transporte.

Figura 74
Reubicación de Paradas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2. Construcción de bahías:
    - Con pavimento reforzado para carga pesada.
3. Campañas de socialización:
    - Informar a usuarios y conductores sobre nueva ubicación.

6. Iluminación deficiente

Mejorar la visibilidad nocturna y la percepción de seguridad en tramos con escasa iluminación mediante la reparación, modernización y redistribución de luminarias públicas a lo largo de la Av. Las Aguas.

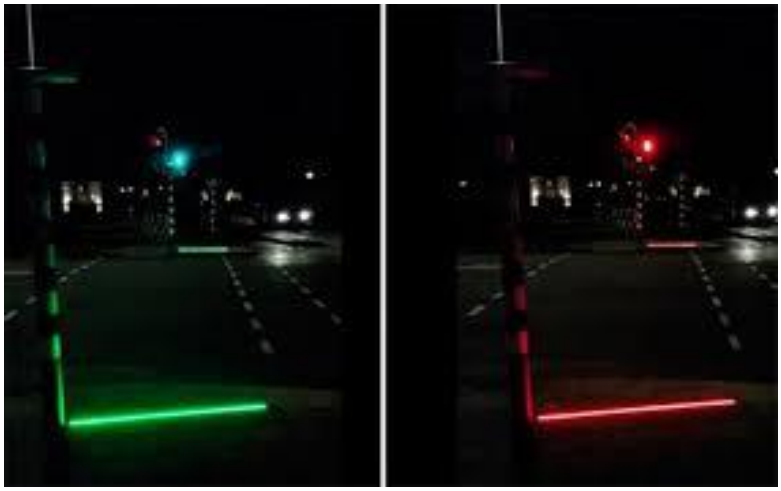
Ubicación: Tramo Av. Las Monjas

Nivel de riesgo: Alto

Medidas de corrección:

1. Reparación y mantenimiento de luminarias:
    - Cronograma trimestral con CNEL.
2. Instalación de luces LED:
    - Reducción de consumo y mayor visibilidad.

Figura 75
Luminarias LED



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. Evaluación de cobertura:
    - Medición de niveles de iluminación nocturna.

7. Estacionamiento en zonas prohibidas

Evitar la obstrucción de carriles de circulación y pasos peatonales mediante el control físico y normativo del estacionamiento indebido, mejorando el flujo vehicular y reduciendo riesgos de accidentes y atropellos.

Ubicación: Cruce Av. Las Aguas con Callejón 15 A

Nivel de riesgo: Alto

Figura 76
Zonas de Estacionamiento

Medidas de corrección:

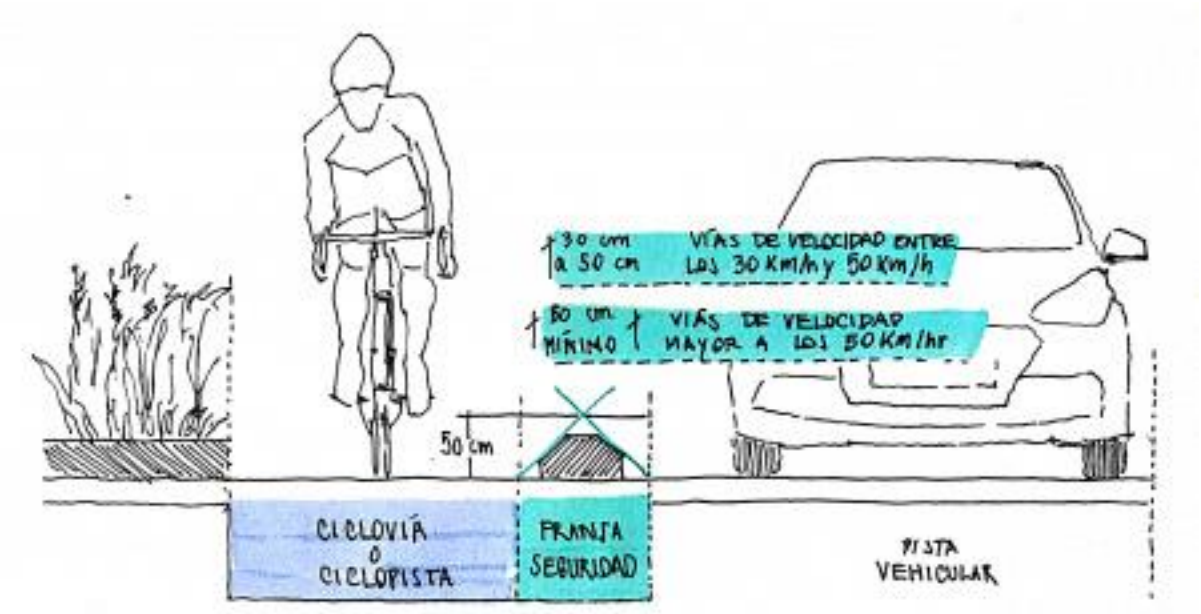
1. Colocación de bolardos:
    - En zonas de giro o ingreso peatonal.
2. Señalización de prohibición:
    - Carteles verticales y pintura en bordillos.
3. Control y sanción:
    - Patrullaje de tránsito y uso de cepos.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

8. *Ausencia de ciclovías seguras*

Considerar la implementación de ciclovías segregadas, que estén bien señalizadas, iluminadas y conecten puntos clave de la ciudad para hacer del uso de la bicicleta una opción más atractiva y segura.

Figura 77
Ciclovías



Ubicación: Toda la avenida

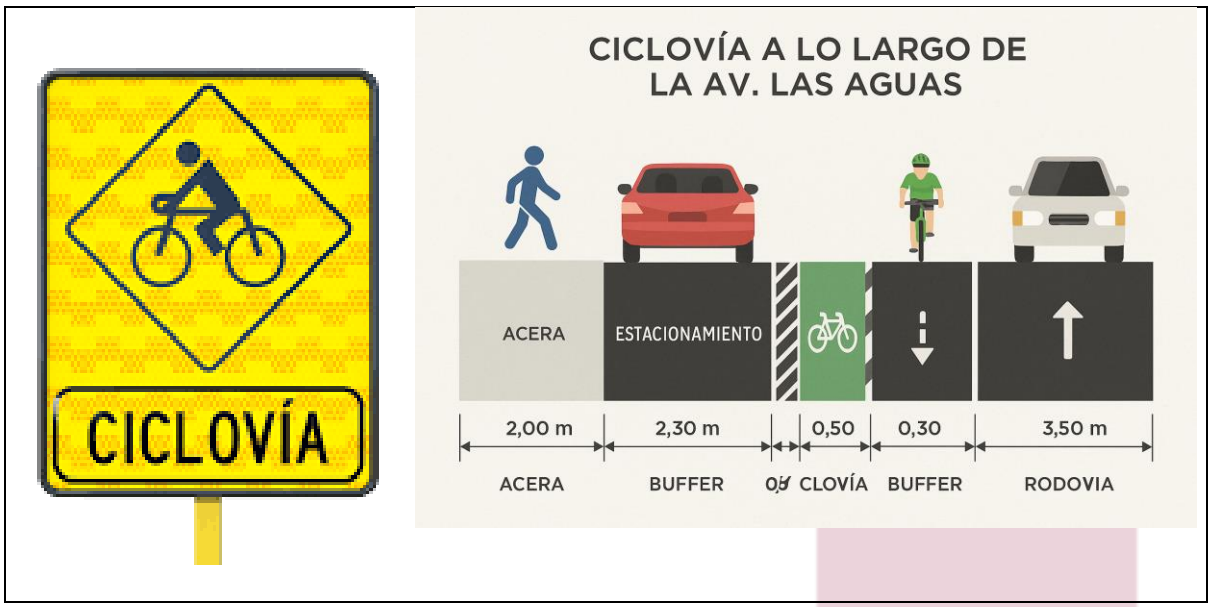
Nivel de riesgo: Medio

Medidas de corrección:

1. Diseño de ciclovía segregada:
   - Preferentemente entre calzada y acera.
   - Separadores físicos (bordillos bajos o bolardos).
2. Señalización horizontal y vertical:
   - Pictogramas de ciclista cada 30 m.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 78
Pictograma de Ciclovías



3. Integración a red de movilidad sostenible: es una estrategia clave para mejorar la eficiencia del tráfico y reducir los impactos ambientales y de congestión en la Avenida Las Aguas. Esta integración implica conectar diferentes modos de transporte sostenible, como el transporte público, bicicletas, vehículos eléctricos y otros medios de transporte ecológicos, de forma que los usuarios puedan realizar sus desplazamientos de manera eficiente, accesible y sin depender excesivamente de vehículos privados.

    - Conexión con otras avenidas seguras.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.10 Análisis Económico

1. *Medida Correctiva: Velocidad Excesiva de Vehículos*

Ubicación propuesta

Tramo Av. Las Aguas (Coordenadas referenciales: -2.145032, -79.894830)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Instalación de radares fijos de velocidad	Con panel de señalización previa
2	Construcción de reductores de velocidad (rompemuelles)	Diseño según norma INEN (tipo lomo de burro)
3	Colocación de señales verticales reflectivas (límite de velocidad)	Visible en ambos sentidos de circulación
4	Desarrollo de campañas educativas viales	En entidades educativas, medios comunitarios
5	Monitoreo de resultados mediante aforos y datos de infracción	Evaluación a 3 y 6 meses de implementación

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por punto
Radar fijo con panel	unidad	6.000 – 10.000	6.000 – 10.000
Reductor de velocidad	unidad	300 – 500	500
Señales verticales (x2)	unidad	150	300
Campaña educativa local	jornada	400 – 600	500
Total, estimado	—	—	7.750 – 12.350 USD

Tiempo estimado de ejecución

- 1 semana por punto, incluyendo instalación de radar y obras menores.

Recomendaciones

- Coordinar con la ATM para validación y operación de radar.
- Priorizar zonas escolares y cruces sin visibilidad.
- Asegurar mantenimiento de señalización y validación semestral del radar.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2. *Medida Correctiva: Bacheo y Repavimentación*

Ubicación propuesta

Tramo entre Av. Las Aguas y Av. Democracia (Coordenadas referenciales: -2.144920, -79.894111)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Levantamiento técnico del área afectada	Inspección visual + georreferenciación
2	Corte y retiro del pavimento dañado	Herramienta: cortadora de asfalto
3	Relleno y compactación con base y subbase estabilizada	Normas de compactación (Proctor Mod.)
4	Aplicación de capa asfáltica en caliente (3–5 cm)	Asfalto tipo AC-20 o similar
5	Compactación con rodillo	Verificación con densímetro
6	Reposición de señalización horizontal	Pintura termoplástica reflectiva

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado (para 100 m²)
Retiro de asfalto deteriorado	m²	10	1.000
Colocación de base/subbase	m²	12	1.200
Asfaltado con mezcla caliente	m²	18 – 22	1.800 – 2.200
Mano de obra y maquinaria	global	—	1.000
Señalización vial horizontal	global	—	300
Total, estimado	—	—	5.300 – 5.700 USD / 100 m²

Tiempo de ejecución estimado

- 2 a 3 días por cada 100 m², con clima favorable y trabajo continuo.

Recomendación adicional

- Registrar fotos del antes y después del trabajo.
- Georreferenciar los puntos con mayor daño para priorización futura.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3. *Medida Correctiva: Cruces Peatonales Inseguros*

Ubicación propuesta

Frente a la UIDE

(Coordenadas referenciales: -2.145570, -79.894510)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Estudio de flujo peatonal y vehicular	Determinar horarios de mayor exposición
2	Construcción de paso peatonal elevado (tipo lomo de burro ancho)	Material: concreto con acabado antideslizante
3	Instalación de señalización vertical tipo "Zona Escolar"	Con poste galvanizado y reflectivo
4	Colocación de semáforo peatonal con botón de demanda	Sincronización con ciclo vehicular
5	Pintura de paso cebra ancho + señal horizontal previa	Pintura termoplástica reflectiva
6	Educación vial en escuelas cercanas	Charlas, folletos, señalética pedagógica

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado
Paso peatonal elevado	unidad	2.500 – 3.500	3.000
Semáforo peatonal con botón	unidad	3.500 – 5.000	4.000
Señalización vertical y horizontal	conjunto	500 – 800	700
Educación vial escolar	jornada	300 – 500	400
Total, estimado por cruce	—	—	8.000 – 12.000 USD

Tiempo estimado de ejecución

- 3 a 5 días por cruce, dependiendo del tipo de semáforo y obra civil.

Recomendaciones

- Priorizar implementación en zonas escolares y de alta concentración peatonal.
- Monitorear mediante encuestas o aforos la mejora percibida por los usuarios.
- Complementar con iluminación específica nocturna para pasos peatonales.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4. *Medida Correctiva: Falta de Señalización Horizontal y Vertical*

Ubicación propuesta

Cruces a lo largo de la Av. Las Aguas entre Av. Juan Taca Marengo Callejón Peatonal Coordenadas referenciales: -2.144310, -79.894760)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Inspección y levantamiento de zonas sin señalización	Documentar tipo y estado de la vía
2	Pintura de líneas de carril, pasos cebras y flechas de dirección	Pintura termoplástica reflectiva
3	Instalación de señales verticales tipo PARE, CEDA EL PASO, escolares	Postes galvanizados, reflectivos clase 1 o 2
4	Señalización de zonas de parqueo, paradas de bus y ciclovía	Según manual de señalización ecuatoriano
5	Mantenimiento semestral de señalética	Supervisión de desgaste o vandalismo

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por intersección
Pintura horizontal (cebras, líneas)	m²	6 – 8	400 – 600
Señales verticales (x4 por cruce)	unidad	120 – 150	480 – 600
Postes y anclajes	unidad	50 – 70	200 – 300
Mano de obra y supervisión	global	—	200
Total, estimado	—	—	1.200 – 2.000 USD

Tiempo estimado de ejecución

- 2 días por intersección, si no se requiere obra civil adicional.

Recomendaciones

- Aplicar pintura nocturna o en horarios de bajo tráfico.
- Hay que asegurar que las señales cumplan con la normativa INEN 004-2008.
- Registrar fotográficamente el “antes y después” para seguimiento técnico.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

5. *Medida Correctiva: Velocidad Excesiva de Vehículos*

Ubicación propuesta

Tramo Av. Las Monjas

(Coordenadas referenciales: -2.145032, -79.894830)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Instalación de radares fijos de velocidad	Con panel de señalización previa
2	Construcción de reductores de velocidad (rompemuelles)	Diseño según norma INEN (tipo lomo de burro)
3	Colocación de señales verticales reflectivas (límite de velocidad)	Visible en ambos sentidos de circulación
4	Desarrollo de campañas educativas viales	En escuelas, medios comunitarios
5	Monitoreo de resultados mediante aforos y datos de infracción	Evaluación a 3 y 6 meses de implementación

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por punto
Radar fijo con panel	unidad	6.000 – 10.000	6.000 – 10.000
Reductor de velocidad	unidad	300 – 500	500
Señales verticales (x2)	unidad	150	300
Campaña educativa local	jornada	400 – 600	500
Total, estimado	—	—	7.750 – 12.350 USD

Tiempo estimado de ejecución

- 1 semana por punto, incluyendo instalación de radar y obras menores.

Recomendaciones

- Coordinar con la ATM para validación y operación de radar.
- Priorizar zonas escolares y cruces sin visibilidad.
- Asegurar mantenimiento de señalización y validación semestral del radar.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

6. *Medida Correctiva: Infraestructura Vial en Mal Estado*

Ubicación propuesta

Tramos Av. Las Aguas (sentido sur-norte) (Coordenadas referenciales: -2.144920, -79.894111)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Inspección técnica y georreferenciación de daños	Clasificar por tipo: baches, grietas, hundimientos
2	Bacheo superficial con mezcla asfáltica	Para fisuras menores y hundimientos localizados
3	Fresado y repavimentación en tramos con daño severo	Uso de mezcla densa en caliente (AC-20)
4	Compactación con rodillo mecánico	Garantizar densidad adecuada de capa
5	Reposición de señalización horizontal	Pintura termoplástica reflectiva
6	Plan de mantenimiento preventivo semestral	Revisión técnica post intervención

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por 100 m²
Bacheo (remoción + relleno)	m²	10 – 12	1.000 – 1.200
Repavimentación con mezcla caliente	m²	18 – 22	1.800 – 2.200
Compactación + limpieza	global	—	800
Señalización horizontal	global	—	300
Total, estimado	—	—	3.900 – 4.500 USD / 100 m²

Tiempo estimado de ejecución

- 2 a 4 días por cada 100 m², dependiendo de la logística y condiciones climáticas.

Recomendaciones

- Priorizar tramos con mayor circulación y daño estructural evidente.
- Aplicar pruebas de compactación y densidad como control de calidad.
- Incluir supervisión municipal e informe fotográfico del proceso.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

7. *Medida Correctiva: Paradas de Bus Mal Ubicadas*

Ubicación propuesta

- Frente al Tecnológico Argos (tramo medio de la Av. Las Aguas) (Coordenadas referenciales: -2.145210, -79.895080)

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Estudio técnico del entorno y visibilidad	Hay que confirmar que la nueva ubicación cumpla norma INEN de seguridad
2	Reubicación de parada a zona con visibilidad mínima de 100 m	A ambos sentidos de circulación
3	Construcción de bahía de detención	Pavimento reforzado para tráfico pesado
4	Instalación de paradero cubierto con señalización vertical	Incluye asiento, sombra y pictogramas
5	Pintura de zona de detención y zona peatonal de ascenso	Pintura antideslizante reflectiva
6	Socialización del cambio con usuarios y choferes	Volantes, afiches, señalética informativa

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por parada
Movimiento de parada y señalética	global	—	500
Construcción de bahía (12 m)	unidad	2.000 – 3.000	2.500
Paradero cubierto	unidad	1.200 – 1.500	1.300
Pintura de zona de parada	global	—	300
Campaña de socialización	jornada	—	400
Total, estimado	—	—	4.500 – 6.000 USD

Tiempo estimado de ejecución

- 3 a 5 días por parada, dependiendo de la complejidad del traslado y obra civil.

Recomendaciones

- Coordinar con cooperativas de transporte urbano para aprobación de reubicación.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Priorizar zonas de conflicto como salidas de parqueaderos, curvas y pasos peatonales.
- Verificar accesibilidad para personas con discapacidad en nuevos paraderos.

8. *Medida Correctiva: Iluminación Deficiente*

Ubicación propuesta

Tramo Av. Las Aguas (sentido este-oeste) (Coordenadas referenciales: -2.144890, -79.893640)

Problemas detectados:

- Luminarias apagadas o dañadas.
- Zonas con sombra prolongada entre postes.
- Alta circulación peatonal y vehicular nocturna.

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Inspección técnica nocturna de todo el tramo	Identificar luminarias apagadas o zonas sin cobertura
2	Reparación de luminarias existentes	Reemplazo de balastros, lámparas o conexiones
3	Instalación de nuevas luminarias tipo LED	Mayor eficiencia y durabilidad
4	Redistribución de postes en zonas con cobertura irregular	Asegurar visibilidad continua cada 30–40 m
5	Limpieza de cúpulas y mantenimiento preventivo	Mejora del flujo luminoso
6	Verificación post-ejecución con luxómetro	Mínimo recomendado: 20 lux en zona urbana vial

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por 200 m lineales
Reparación de luminarias (x5)	unidad	80 – 120	500 – 600
Nuevas luminarias LED con postes	unidad	400 – 600	2.000 – 3.000
Mano de obra y elevador mecánico	jornada	—	500
Supervisión técnica y medición lux	global	—	300
Total, estimado	—	—	3.300 – 4.400 USD / 200 m

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Tiempo estimado de ejecución

- 3 a 4 días por tramo, incluyendo instalación, reparación y pruebas de nivel de iluminación.

Recomendaciones

- Coordinar con CNEL EP o entidad encargada del alumbrado público.
- Priorizar zonas de mayor flujo peatonal o con historial de incidentes.
- Asegurar mantenimiento bimensual preventivo.

9. *Medida Correctiva: Estacionamiento en Zonas Prohibidas*

Ubicación propuesta

- A lo largo de Av. Las Aguas (Coordenadas referenciales: -2.145670, -79.895410)

Problemas detectados:

- Vehículos estacionados sobre aceras y esquinas.
- Reducción de visibilidad en intersecciones.
- Invasión de zonas de cruce peatonal.

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Pintura de bordillos en color rojo o amarillo	Señalización visual de prohibición
2	Instalación de señales verticales de “No estacionar”	Altura reglamentaria y reflectividad adecuada
3	Colocación de bolardos metálicos o de concreto	Evitar invasión física sobre aceras y esquinas
4	Campaña informativa a vecinos y comercios	Socialización de nueva normativa
5	Coordinación con la ATM para control y sanción	Supervisión periódica con cepos o multas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por punto crítico
Pintura de bordillos (20 m)	m lineal	4 – 5	100
Señales verticales (x2)	unidad	150 – 200	300 – 400
Bolardos metálicos (x6–8)	unidad	60 – 80	480 – 640
Campaña informativa local	jornada	—	200
Total, estimado	—	—	1.000 – 1.300 USD

Tiempo estimado de ejecución

- 1 a 2 días por punto, con señalización, pintura y colocación de bolardos.

Recomendaciones

- Priorizar zonas cercanas a cruces, escuelas, paradas de bus y rampas de acceso.
- Realizar seguimiento fotográfico y encuestas de percepción ciudadana.
- Asegurar mantenimiento semestral de pintura y estructuras físicas.

10. Medida Correctiva: Implementación de Ciclovía Segura

Ubicación propuesta

- Tramo entre Av. Juan Tanca Marengo y Av. Enrique Ortega Moreira, en ambos sentidos (este-oeste y oeste-este) (Coordenadas referenciales: -2.144890, -79.893640)

Problemas detectados:

- Ausencia de infraestructura específica para ciclistas.
- Riesgo de accidentes por compartir carril con vehículos motorizados.
- Baja adopción del uso de bicicleta como medio de transporte por inseguridad vial.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Actividades de implementación

Paso	Actividad técnica	Observaciones
1	Levantamiento topográfico y análisis del flujo vehicular	Evaluar factibilidad y espacio disponible
2	Diseño del trazado de ciclovía unidireccional en ambos lados de la vía	Ancho recomendado: 1,5 m por sentido
3	Pintura de señalización horizontal y colocación de bolardos	Señalización clara para ciclistas y vehículos
4	Instalación de señalética vertical específica	Normativa INEN sobre señales viales ciclistas
5	Implementación de separadores físicos (tachas, delineadores o bordillos)	Protección del ciclista ante invasión vehicular
6	Estaciones de descanso o parqueaderos para bicicletas cada 500 m	Incentivar su uso y mejorar experiencia del usuario
7	Campaña de educación vial y promoción del uso de la ciclovía	Difusión en redes, escuelas, transporte público

Costos aproximados

Rubro	Unidad	Costo Unitario (USD)	Total, estimado por 200 m lineales
Pintura termoplástica vial (líneas + pictogramas)	metro lineal	5 – 8	1.000 – 1.600
Bolardos o delineadores (cada 3 m)	unidad	25 – 40	1.600 – 2.600
Señales verticales (x4)	unidad	80 – 100	320 – 400
Separadores físicos (bordillos o tachas)	metro lineal	15 – 25	3.000 – 4.000
Mano de obra y señalización	global	—	600 – 800
Campaña de concienciación y educación vial	global	—	500 – 800
Total, estimado	—	—	7.000 – 10.200 USD / 200 m

Tiempo estimado de ejecución

- 5 a 7 días por tramo, considerando trazado, implementación física, señalización

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

y pruebas de circulación.

Recomendaciones

- Coordinar con la Dirección de Movilidad Municipal y la ATM para alineación normativa y ejecución.
- Priorizar intersecciones seguras con señalización especial y reductores de velocidad.
- Establecer un plan de mantenimiento trimestral de la infraestructura ciclística.
- Evaluar la conectividad con otras ciclovías o rutas sostenibles del sector.
- Incluir retroalimentación ciudadana en la etapa de diseño y ajuste.
- Realizar un informe de las acciones a realizar para mitigación de la problemática de tráfico encontrada.

4.11 Informe Fotográfico Georreferenciado – Av. Las Aguas (Guayaquil)

Punto Crítico: Cruce Peatonal Inseguro frente a UIDE

- Ubicación GPS: -2.144378, -79.896241
- Descripción: Ausencia de paso cebra y señalización vertical en zona escolar.
- Fotografía:
- Observación: Riesgo alto para peatones, especialmente en horas de entrada/salida escolar.

Punto Crítico: Iluminación deficiente entre Gasolinera Shell y La FEF.

- Ubicación GPS: -2.145932, -79.893850
- Descripción: Poste sin luminaria funcional. Baja visibilidad nocturna.
- Fotografía:
- Observación: Aumenta riesgo de atropello en la noche.

Ejemplo de Informe Fotográfico Georreferenciado

- Ubicación: Av. Las Aguas, frente a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) – Sede Guayaquil
- Punto Crítico Identificado: Cruce Peatonal Inseguro

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

- Coordenadas Aproximadas: -2.1529, -79.8992
- Fecha: 13/05/2025
- Autor: Grupo 10
- Imagen Referencial: Fotografía generada mediante inteligencia artificial (IA)

Descripción del Punto Crítico:

El cruce peatonal ubicado frente a la UIDE carece de infraestructura adecuada para garantizar la seguridad de los peatones. Se observa la ausencia de semáforos peatonales, señalización horizontal desgastada y falta de elementos de calmado de tráfico. Este punto es frecuentado diariamente por estudiantes y personal académico, lo que incrementa la exposición al riesgo de atropellos.

Análisis de Riesgo:

- Alta afluencia peatonal.
- Velocidades elevadas de vehículos que circulan por la avenida.
- Falta de visibilidad y señalización clara.
- Ausencia de rampas de accesibilidad.

Recomendaciones:

- Implementar un paso peatonal semaforizado.
- Reforzar la señalización horizontal y vertical.
- Incorporar reductores de velocidad previos al cruce.
- Mejorar la iluminación en la zona.

Fotografía Referencial: muestra en detalle el problema.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 79
Informe Fotográfico Georreferenciado

4.12 Propuesta Ejecutiva

Título del Proyecto:

Estudio de Viabilidad de Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte para Optimización de la Seguridad Vial en la Avenida Las Aguas en Guayaquil

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Contexto y Justificación:

La Avenida Las Aguas en Guayaquil presenta elevados niveles de congestión vehicular y una creciente tasa de siniestralidad, convirtiéndose en un punto crítico en términos de movilidad urbana y seguridad vial. Ante este escenario, surge la necesidad de aplicar soluciones tecnológicas modernas que permitan gestionar el tránsito de forma eficiente y reducir significativamente los riesgos asociados al transporte urbano.

Objetivo General:

Evaluar la viabilidad técnica, económica y social de implementar un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas, con el fin de optimizar la seguridad vial y mejorar la movilidad urbana.

Metodología:

Se utilizó una metodología mixta, combinando análisis de datos cuantitativos sobre tráfico y siniestros, entrevistas a expertos, y revisión de mejores prácticas internacionales. Se desarrolló una propuesta técnica de ITS adaptada al contexto local, evaluando su factibilidad a través de un análisis de costos.

Propuesta Técnica:

El sistema ITS propuesto incluye:

- Semaforización inteligente con control adaptativo.
- Cámaras de vigilancia y detección automática de infracciones.
- Sensores de flujo vehicular y estaciones meteorológicas.
- Paneles de mensajería variable (PMV) para informar a conductores en tiempo real.
- Plataforma de monitoreo centralizada conectada con el ECU-911 y ATM.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

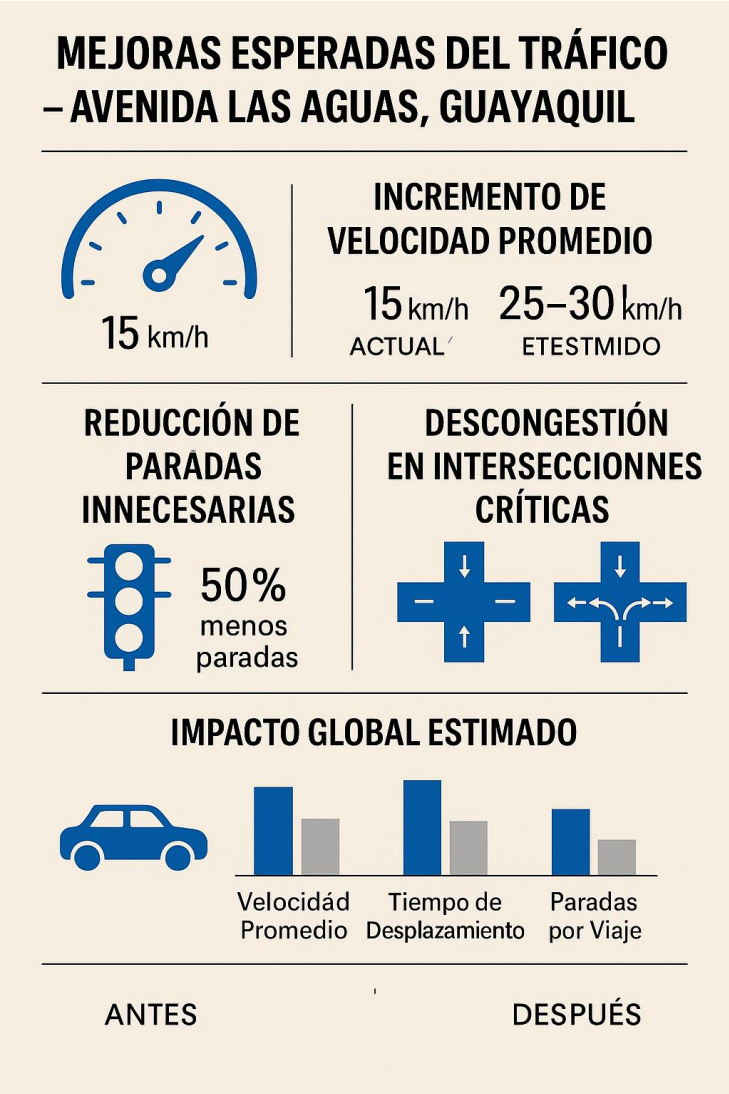
Figura 80
Plano General – Boceto de la Propuesta

Resultados Esperados:

- Reducción del índice de accidentes viales en al menos un 25% en los primeros dos años.
- Mejora en la fluidez del tránsito vehicular.
- Disminución de tiempos de respuesta ante emergencias viales.
- Optimización del uso de recursos municipales en gestión del tráfico.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 81
Resumen de Mejoras Esperadas del Tráfico



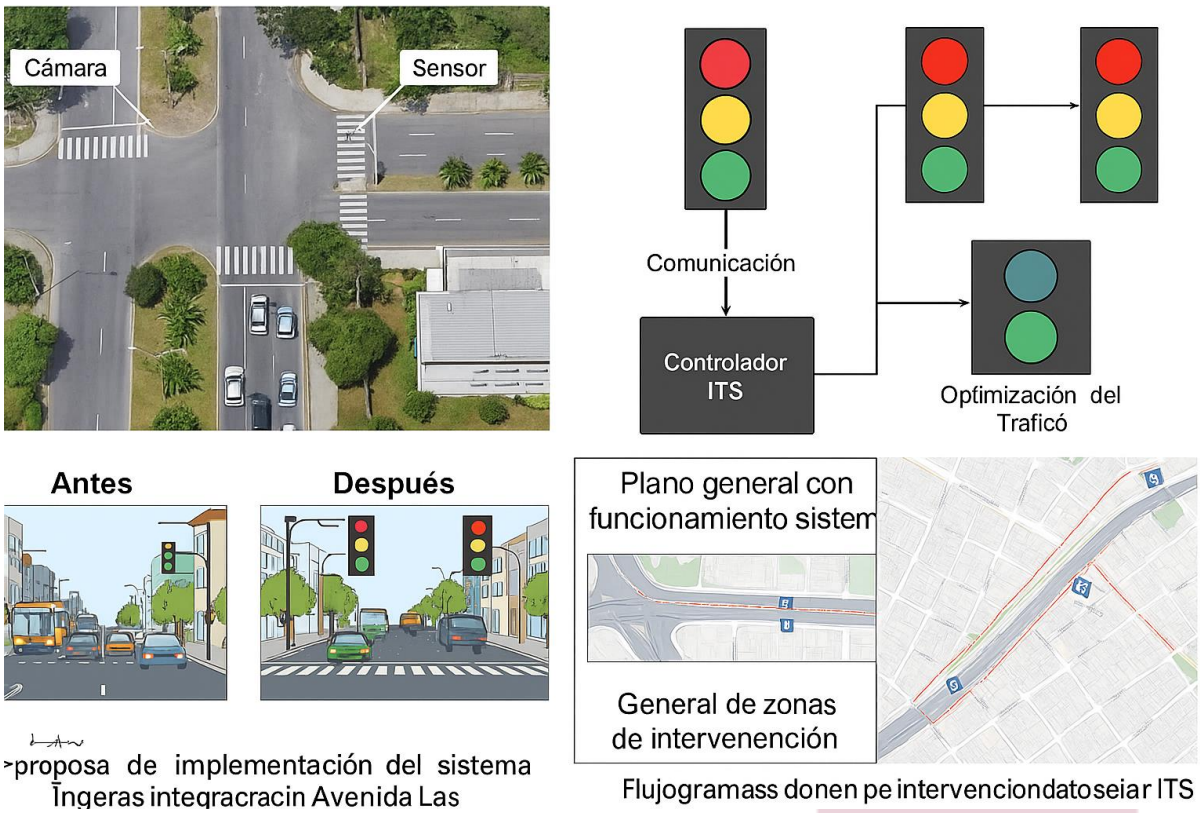
Viabilidad:

El análisis demuestra una viabilidad técnica alta, al contar con tecnología existente y aplicable localmente; una viabilidad económica moderada, basada en un retorno de inversión sustentado en ahorro por reducción de accidentes; y una viabilidad social favorable, dada la aceptación comunitaria ante mejoras en seguridad vial.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura 82

Resumen de Mejoras Esperadas del Tráfico



4.13 Cronograma Detallado con Valoración Económica del Proyecto ITS – Av. Las Aguas

El cronograma detallado con su respectiva valoración económica es una parte fundamental para llevar a cabo el proyecto del Sistema de Transporte Inteligente (ITS) en la Av. Las Aguas. Este cronograma nos permite organizar paso a paso todas las actividades, desde los estudios previos hasta la implementación completa del sistema, incluyendo cuánto tiempo tomará cada fase y cuánto costará. Gracias a esta planificación clara, podemos tener un mejor control sobre los recursos, evitar retrasos y asegurar que todo se desarrolle según lo previsto, cumpliendo con los objetivos del proyecto y mejorando la movilidad y seguridad en la zona.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Actividad	Duración Estimada	Responsable	Costo Estimado (USD)
Diagnóstico del tráfico y puntos críticos	2 semanas	Equipo técnico de movilidad	$2,000
Recolección de datos con Metrocount	1 semana	Técnicos de campo	$2500
Diseño técnico del sistema ITS	2 semanas	Consultores ITS	$3,000
Adquisición de sensores y cámaras	1 semana	Unidad de compras	$7,500
Instalación de sensores de tráfico	2 semanas	Contratista eléctrico	$2,500
Instalación de cámaras de vigilancia	2 semanas	Contratista tecnológico	$4,500
Instalación de semáforos inteligentes	2 semanas	Contratista semafórica	$6,000
Configuración del sistema de control central	1 semana	Ingenieros de sistemas	$3,500
Instalación de paneles PMV	1 semana	Contratista ITS	$2,000
Señalización vial complementaria	1 semana	Dirección de Obras Públicas	$4,000
Capacitación al personal de tránsito	3 días	Expertos ITS	$1,500
Campañas de concientización vial	1 semana	Comunicación institucional	$2,000
Mantenimiento preventivo (primer año)	1 año	Dirección de mantenimiento ITS	$2,500
			Inversión Total Estimada: USD $43,000

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Costos Referenciales – Equipos ITS (sin mano de obra ni instalación)

Ubicación: Av. Las Aguas, Guayaquil

Cobertura estimada: 5 intersecciones/puntos críticos

Nº	Equipo ITS	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Semáforo inteligente con controlador	5	4.500	22.500
2	Cámara de videovigilancia IP (alta resolución)	10	750	7.500
3	Sensor de flujo vehicular inductivo	10	600	6.000
4	Radar de velocidad con sistema de registro	3	6.500	19.500
5	Panel informativo LED (variable message sign)	2	3.800	7.600
6	Controlador central de red ITS (servidor)	1	12.000	12.000
7	Software de gestión de tráfico (licencia inicial)	1	8.000	8.000
8	Señalización vertical ITS (LED + solar)	8	450	3.600
			TOTAL REFERENCIAL (USD)	**86.700**

4.13.1 Posibles Fuentes de Financiamiento

- Presupuesto municipal de Guayaquil (Dirección de Movilidad o Transporte).
- Cooperación internacional:
  Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

  Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Asociaciones Público-Privadas (APP) con empresas tecnológicas o concesionarias de ITS.
- Fondos de seguridad vial nacional (INEC, ANT o MTOP).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

4.14 Mejoras Esperadas en el Tráfico – Avenida Las Aguas, Guayaquil

1. Incremento de la Velocidad Promedio

Actualmente, según datos recolectados con el dispositivo Metrocount y observaciones directas:

- Velocidad promedio en hora pico: 15 km/h
- Velocidad promedio recomendada para vías urbanas principales: 30–50 km/h

Proyección con implementación del ITS:

- Aumento estimado de 10 a 15 km/h en la velocidad promedio en hora pico.
- Nueva velocidad promedio esperada: 25–30 km/h.

2. Reducción en los Tiempos de Desplazamiento

Actualmente, recorrer el tramo principal de la Av. Las Aguas (aproximadamente 2.4 km):

- Toma entre 10 y 15 minutos en hora valle
- Hasta 25 minutos en hora pico

Con ITS y semaforización adaptativa:

- Se espera reducir este tiempo en 40–50%.
- Tiempo estimado post-implementación en hora pico: 12 a 15 minutos
- Ahorro promedio diario por vehículo: 10–13 minutos

Con un flujo diario de más de 30.000 vehículos (ver Tabla 7), el ahorro acumulado es muy significativo en términos de productividad, combustible y emisiones.

3. Reducción de Paradas Innecesarias

- La sincronización dinámica permitirá una "onda verde", disminuyendo la cantidad de detenciones por semáforos mal coordinados.
- Se estima que los vehículos pararán un 50% menos veces por intersección.

4. Disminución de la Congestión en Intersecciones Críticas

- Intersecciones en la zona del Centro Educativo Delfos, Colegio Francisco Huerta Rendón, Universidad de Guayaquil, Universidad Internacional y cercanías a gasolineras presentan cuellos de botella.
- Con reconfiguración semafórica y control centralizado, se espera una reducción

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

del 60% en los tiempos de espera en dichas intersecciones.

5. Impacto Global Estimado

Indicador	Antes del ITS	Después del ITS	Mejora esperada
Velocidad promedio en hora pico	15 km/h	25–30 km/h	+66% a +100%
Tiempo de desplazamiento total	25 minutos	12–15 minutos	-40% a -50%
Paradas por intersección	4–6	2–3	-50%
Tiempo de espera en intersecciones	2–3 minutos	1 minuto	-60%

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y APLICACIONES

5.1 Conclusiones generales

Al realizar el proyecto utilizando una matriz de riesgo se identificaron que los factores con mayor impacto en la seguridad vial en la avenida Las Aguas son el exceso de velocidad, el cruce indebido de peatones y el respeto de señalización horizontal y vertical en puntos clave. Estos factores presentan tanto una alta probabilidad de ocurrencia como una alta severidad de consecuencias.

El estudio realizado permitió identificar y analizar de manera integral los factores que inciden en la inseguridad vial en la Avenida Las Aguas de Guayaquil, proponiendo como alternativa la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS). A través de un enfoque multidisciplinario, se determinó que la incorporación de tecnologías inteligentes puede mejorar significativamente la gestión del tráfico, reducir los índices de siniestralidad y optimizar los recursos disponibles en el entorno urbano.

Se concluye que la viabilidad técnica, económica y social de la propuesta es favorable, siempre que exista una articulación efectiva entre actores institucionales y comunidad.

Se determinó que los tramos con intersecciones sin semaforización adecuada, así como los sectores con presencia de instituciones educativas y paradas de transporte público mal ubicadas, concentran el mayor número de riesgos viales, especialmente para peatones y ciclistas, especialmente en horas pico como son a la entrada y salida de los estudiantes, lo que en algunos casos crea una excesiva congestión vehicular.

En algunos casos se determinó la necesidad de una intervención urgente: Los factores clasificados en la zona de “riesgo alto” de la matriz requieren acciones inmediatas, tales como la instalación de reductores de velocidad, semáforos inteligentes, señalización preventiva, y la implementación de campañas de educación vial para usuarios.

Factores estructurales y comportamentales: La matriz evidenció tanto factores estructurales (falta de iluminación) como comportamentales (conducción inadecuada) que incrementan el nivel de riesgo. Esto sugiere la necesidad de una estrategia integral que combine ingeniería, educación y control.

Gracias a la matriz, se logró jerarquizar los factores de riesgo, lo cual facilitará la toma de decisiones para diseñar e implementar medidas de mitigación eficaces, orientadas a reducir la siniestralidad y mejorar la movilidad segura en la avenida.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

5.2. Conclusiones específicas

Para mitigar los factores de tráfico en la Avenida Las Aguas, es crucial implementar un enfoque integral que combine tecnología, infraestructura, políticas de movilidad sostenible y educación vial.

En primer lugar, la introducción de un sistema de transporte inteligente es esencial para optimizar los flujos vehiculares, mediante el uso de semáforos inteligentes, sensores de tráfico y plataformas de información en tiempo real, lo que permitirá gestionar mejor las intersecciones y reducir los tiempos de espera en las horas pico.

Es importante la introducción de tecnologías como semáforos inteligentes, sensores de tráfico y sistemas de información en tiempo real podría optimizar los flujos vehiculares, reduciendo congestiones en horas pico y mejorando la eficiencia del tráfico.

Los registros históricos obtenidos del sistema de la Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM) de Guayaquil, correspondientes al periodo 2019 – enero 2025, evidencian que en la Avenida Las Aguas se han producido un total de: 87 siniestros de tránsito, con 63 personas lesionadas, y 2 fallecidos. Esta cifra refleja una media anual aproximada de 15 siniestros por año, con al menos 12 personas afectadas directamente por incidentes relacionados con el mal funcionamiento del tráfico, señalización deficiente y falta de gestión inteligente en intersecciones clave. Con la implementación del Sistema Inteligente de Transporte (ITS), se estima una reducción significativa de la siniestralidad, proyectada en función de experiencias previas en ciudades similares, alcanzar un 40% de reducción en el número de siniestros: de 15 a aproximadamente 9 accidentes anuales, un 50% de reducción en el número de personas lesionadas de 12-13 a 6 afectados por año y una reducción del 100% en muertes fatales por colisión directa en intersecciones (objetivo a mediano plazo).

A su vez, es necesario mejorar la infraestructura vial, ampliando las intersecciones más congestionadas y mejorando la señalización, además de fomentar la construcción de rutas alternas para redistribuir el tráfico y evitar embotellamientos. En paralelo, se debe incentivar el uso del transporte público eficiente y accesible, así como promover el uso de medios de transporte sostenibles como bicicletas y vehículos eléctricos, lo cual podría reducir la cantidad de vehículos particulares circulando en la zona.

Actualmente, la velocidad promedio registrada en la Avenida Las Aguas durante las horas pico es de aproximadamente 15 km/h, muy por debajo de la velocidad recomendada para vías urbanas primarias, que se sitúa entre 30 y 50 km/h. Esta baja fluidez se traduce en largos tiempos de desplazamiento, alta congestión y mayor generación de emisiones, por eso con la implementación del Sistema Inteligente de Transporte (ITS), que contempla la sincronización semafórica adaptativa, el monitoreo en tiempo real y la gestión eficiente del flujo vehicular, se proyecta un aumento significativo en la velocidad promedio, alcanzando entre 25 y 30 km/h.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Este incremento representa una mejora estimada del 66% al 100% en la fluidez vehicular, lo cual no solo optimiza el tiempo de desplazamiento, sino que también contribuye a la sostenibilidad urbana y la eficiencia del sistema de transporte en esta arteria vial crítica de Guayaquil.

La estimación técnica realizada para la implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS) en la Avenida Las Aguas indica que el costo total de los equipos asciende a aproximadamente USD 86.700, considerando únicamente componentes esenciales como semáforos inteligentes, cámaras de videovigilancia, sensores de flujo, radares de velocidad, paneles informativos LED, software de gestión y señalización especializada.

Este valor no incluye gastos de instalación, obras civiles, mantenimiento ni capacitación operativa, por lo que el presupuesto real podría aumentar entre un 30% y 50% adicional (USD 43.000). Sin embargo, representa una inversión estratégica justificada por los beneficios que genera en términos de reducción de accidentes, mejora del flujo vehicular, seguridad peatonal y capacidad de monitoreo en tiempo real.

Se debe implementar programas educativos sobre seguridad vial y el uso responsable de los vehículos puede contribuir a una conducción más fluida, reduciendo los accidentes y, en consecuencia, el tráfico.

Es importante llevar a cabo programas de educación y sensibilización sobre seguridad vial, para fomentar una conducción responsable que reduzca los accidentes y permita una circulación más fluida. Todo esto debe ir acompañado de un monitoreo constante de las condiciones del tráfico mediante cámaras y sensores, para ajustar las políticas en tiempo real y hacer de la Avenida Las Aguas una vía más eficiente y segura.

5.2.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación

Los objetivos planteados al inicio del estudio fueron alcanzados satisfactoriamente. Se logró evaluar la situación actual del tránsito en la avenida, identificar los principales problemas de seguridad vial y proponer una solución innovadora basada en tecnologías ITS. Asimismo, se realizó un análisis de viabilidad que integró aspectos técnicos, económicos y sociales, demostrando la factibilidad de implementar el sistema propuesto.

5.2.2. Contribución a la gestión empresarial

El proyecto aporta herramientas valiosas para la toma de decisiones estratégicas en entidades públicas y privadas relacionadas con la gestión del transporte urbano. La propuesta permite optimizar recursos, mejorar la planificación de rutas, reducir los

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

tiempos de respuesta ante incidentes y elevar los niveles de seguridad para usuarios y operadores viales. Además, fomenta una cultura organizacional orientada a la innovación tecnológica y la sostenibilidad.

5.2.3. Contribución a nivel académico

Desde el ámbito académico, el estudio representa un aporte relevante al cuerpo de conocimientos sobre movilidad urbana y seguridad vial, al integrar metodologías modernas con aplicaciones tecnológicas de vanguardia. Este trabajo puede servir de base para futuras investigaciones que busquen aplicar soluciones ITS en contextos urbanos similares, especialmente en ciudades latinoamericanas con características y desafíos compartidos.

5.2.4. Contribución a nivel personal

A nivel personal, la realización de este estudio fortaleció habilidades de análisis crítico, gestión de proyectos y aplicación de conocimientos técnicos adquiridos durante el programa de maestría. Además, permitió una mayor comprensión de la complejidad del sistema de transporte urbano y de la importancia de promover soluciones sostenibles y seguras para la comunidad.

5.3. Limitaciones a la Investigación

Entre las principales limitaciones encontradas se destacan las siguientes:

Disponibilidad de datos: La obtención de información actualizada y precisa sobre accidentes, flujos vehiculares y comportamiento de los usuarios fue limitada, lo que obligó a utilizar estimaciones y fuentes secundarias en algunos casos.

Acceso a tecnología local: La evaluación técnica del sistema ITS se basó en tecnologías disponibles internacionalmente, lo que puede diferir de la capacidad de implementación inmediata en el contexto local de Guayaquil.

Factores externos no controlables: Aspectos como decisiones políticas, disponibilidad presupuestaria y aceptación ciudadana pueden influir en la viabilidad real del proyecto, y escapan al control directo de la investigación.

Escalabilidad del proyecto: Aunque el estudio se enfocó en la Avenida Las Aguas, la aplicación a otras zonas urbanas requerirá estudios adicionales para considerar sus particularidades.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

5.4 Recomendaciones

Se recomienda aplicar el sistema en etapas, comenzando con soluciones de bajo costo y alto impacto, como sensores de tráfico, cámaras de monitoreo y semaforización inteligente. Esto facilitará la adaptación progresiva de los actores involucrados y permitirá realizar ajustes sobre la marcha.

Es fundamental establecer una mesa técnica permanente entre el Municipio de Guayaquil, la Agencia de Tránsito y Movilidad (ATM), el ECU-911 y otros actores clave para garantizar la sostenibilidad del sistema ITS y su adecuada operación.

La implementación tecnológica debe ir acompañada de programas educativos que promuevan el respeto por las normas de tránsito, el uso responsable de la vía y la apropiación del sistema por parte de la comunidad.

Se sugiere explorar modelos de financiamiento público-privado que permitan costear la implementación y mantenimiento del sistema. Alianzas estratégicas con empresas tecnológicas podrían facilitar el acceso a equipamiento y soporte técnico.

Los resultados deben ser evaluados periódicamente para realizar mejoras continuas.

Finalmente, se recomienda que, una vez comprobada la efectividad en la Avenida Las Aguas, se considere su replicabilidad en otras vías críticas de Guayaquil, adaptando el modelo a las características específicas de cada entorno.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

BIBLIOGRAFÍA

Altamirano Sampedro, E. A., Chavarría Pinargote, P. M., Ortiz Cevallos, N. A., Reyes Villacres, K. L., & Sánchez López, A. (2025). Diseño de un sistema de gestión de seguridad vial para Trans-Cargo Asociados Transport Cía. Ltda., empresa dedicada al servicio de transporte por carretera, basado en la norma ISO 39001:2012. Maestría en Gestión del Transporte. UIDE. Quito. repositorio.uide.edu.ec+2repositorio.uide.edu.ec+2repositorio.uide.edu.ec+2

Alvia, A. (2024). Accidentes de Tránsito, un Problema de Salud Pública: Revisión Sistemática. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 6(3), 313-332. 10.59169/pentaciencias. v6i3.1101

Andrade Capelo, W. V., Caizachana Collaguazo, J. C., Herrera Villacís, J. M., & Marín Céspedes, R. A. (2024). Auditoría de seguridad vial en la Av. Simón Bolívar, sector La Argelia, DMQ. Maestría en Gestión del Transporte. UIDE. Quito. repositorio.uide.edu.ec

Asamblea Nacional. (2014). Código Orgánico Integral Penal. Retrieved 2025, from https://www.asambleanacional.gob.ec/es/system/files/document.pdf

Avilés Noles, A., & Espinoza Puertas, R. (2015). Análisis de la seguridad basada en TICs en el transporte público y su impacto en el problema de la delincuencia en la ciudad de Guayaquil. Universidad Estatal de Milagro. https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/3455

Cadena Terán, D., & Venegas Calderón, J. F. (2024). Ciudad inteligente para fomentar una mejor cultura de educación y seguridad vial. Espíritu Emprendedor TES, 8(2), 19–29. https://doi.org/10.33970/eetes.v8.n2.2024.375

Cedeño de la Cruz, R. R. (2023). Implementación de carriles exclusivos para el transporte público en áreas urbanas en el cantón Guayaquil. Instituto Superior Tecnológico de Investigación y Desarrollo. https://dspace.itred.edu.ec/items/92585391-f8f1-4442-9ba5-4be94105bc0cdspace.itred.edu.ec

Chand, A., Jayesh, S., & Bhasi, A. B. (2021). Road traffic accidents: An overview of data sources, analysis techniques and contributing factors. Materials Today: Proceedings, 47, 5135-5141.

Delgado Guaraca, K. M., Caballeros Armas, J. S., Marfetán Álvarez, J. C., & Romo Medina, H. R. (2023). Modelo de gestión de calidad en seguridad vial para la empresa de transporte público en buses intracantonal Rutas del Cóndor "Condorutas S.A." del cantón Sucúa. Maestría en Gestión del Transporte. UIDE. Quito. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/6496repositorio.uide.edu.ec

Enríquez, J., Montaño, L., Nicolalde, J., & Nicolalde, S. (2024). Estudio de la movilidad de la Avenida Pedro Menéndez Gilbert en Guayaquil, Ecuador. Maestría en

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Gestión de Transporte. UIDE. Quito. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/7233repositorio.uide.edu.ec+1repositorio.uide.edu.ec+1

Garcés Pérez, J. A., Alvaro Acero, A. A., & Reyes Campaña, G. G. (2021). Elaboración de una propuesta para emisiones de GEI's para el sector de transporte público-privado, al sustituir los vehículos por tecnología diésel en el DMQ. Dominio de las Ciencias. https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3291dominiodelasciencias.com

Gavilanez Muñoz, J. J., & Murillo Lascano, B. A. (2023). Planificación de un sistema de transporte público nocturno y seguro en la provincia del Guayas. Instituto Superior Tecnológico de Investigación y Desarrollo. https://dspace.itred.edu.ec/items/93514cd8-4f7f-4c52-98b9-93b411dba718

González-Cañizalez, Y., Sangacha-Tapia, L., Manrique-Suarez, R., & Silva-Barreto, J. (2024). IIoT trends in Occupational Safety and Health: A perspective from text-mining data analysis. E3S Web of Conferences, 532, 02006. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453202006E3S Conferences

Jaramillo-Alcazar, A., Govea, J., & Villegas-Ch, W. (2023). Advances in the Optimization of Vehicular Traffic in Smart Cities: Integration of Blockchain and Computer Vision for Sustainable Mobility. Sustainability, 15(22), 15736. https://doi.org/10.3390/su152215736MDPI

Hurtado-Gómez, J., Romo, J. D., Salazar-Cabrera, R., Pachón de la Cruz, Á., & Madrid Molina, J. M. (2021). Traffic Signal Control System Based on Intelligent Transportation System and Reinforcement Learning. Electronics, 10(19), 2363. https://doi.org/10.3390/electronics10192363MDPI

Mohammed, A. A., Ambak, K., Mosa, A. M., & Syamsunur, D. (2019). A review of traffic accidents and related practices worldwide. The Open Transportation Journal, 13(1).https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/COESCOP.pdf

Moreira Rosero, E. I., Rodríguez Acuña, J. A., Aguaguiña González, W. E., Sañaicela Moina, C. P., & Sánchez López, A. (2024). Propuesta de un sistema de control de tráfico inteligente en la Avenida Eloy Alfaro de la ciudad de Junín, provincia de Manabí. Maestría en Gestión del Transporte. UIDE. Quito. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/7220repositorio.uide.edu.ec

Moreno Rios, L. A., & Zambrano Aragundy, R. X. (2022). Propuesta de descarbonización del sistema de transporte público de la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56378dspace.espol.edu.ec

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Monroy Armijos, A. E., & Quilambaqui Murillo, J. V. (2019). Estudio y diseño del sistema de transporte público solucionando el tráfico masivo en Guayaquil. Universidad de Guayaquil. https://es.scribd.com/document/490011346/Estudio-y-diseno-del-sistema-de-transporte-publico-solucionando-el-trafico-masivo-en-Guayaquil-2019-1Scribd

Ochoa Vera, L. S. (2015). Arquitectura de un sistema inteligente de transportación (ITS) que permita mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre de Ecuador. Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10434Repositorio Universidad de Guayaquil

Orrala Rey, V. I. (2021). Propuesta de arquitectura para capturar datos de buses del transporte público de Guayaquil basada en IoT. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24172UPS Institutional Repository+1UPS Institutional Repository+1

Pontaque García, P. (2014). Sistemas inteligentes de transporte: ¿Por qué no? Infraestructura Vial, 16(27), 1–7. https://doi.org/10.15517/iv.v16i27.14562

Rodríguez Romo, T. M., & Bravo León, J. A. (2021). IoT para la semaforización inteligente en la ciudad de Guayaquil. Polo del Conocimiento, 6(11), 1–8. https://doi.org/10.23854/pc.v6i11.3313

Saavedra Moreira, R. I. (2021). Diagnóstico de transporte inteligente para la ciudad de Guayaquil. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Guayaquil. https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4412

Semanate Mejía, B. R. (2019). El proyecto "transporte seguro" y los medidores de velocidad en los buses interprovinciales del cantón Santo Domingo. Repositorio Digital Uniandes. https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/9982Dspace Uniandes

Silva Valle, J. M. (2015). Análisis y propuesta de mejoras tecnológicas al sistema "Transporte Seguro", implantado por la Agencia Nacional de Tránsito para el servicio de taxis, en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Administrativas. https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44034

Vélez Alvarado, A. B., & Marriott Rojas, A. F. (2023). Creación de un sistema de transporte público interconectado y eficiente. Instituto Superior Tecnológico de Investigación y Desarrollo. Recuperado de https://dspace.itred.edu.ec/handle/123456789/71

Villa, C., Vargas, D., & Merino, E. (2021). Factores que inciden en la siniestralidad en

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

el Ecuador.

Villao, L. F. (2020). Prototipo de sistema de seguridad activa dirigido al servicio de transporte escolar e institucional en la Universidad Tecnológica Ecotec. Repositorio Digital Ecotec. https://repositorio.ecotec.edu.ec/handle/123456789/781repositorio.ecotec.edu.ec

World Health Organization. (2019). Global status report on road safety 2018. World Health Organization.

Yepez Martínez, V. J. (2016). Análisis del sistema de seguridad implementado en el transporte público de la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Administrativas. https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16117

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

ANEXOS

Anexo I

Importancia de la triangulación en la gestión del transporte

Figura: *Vehículo B punto 7*

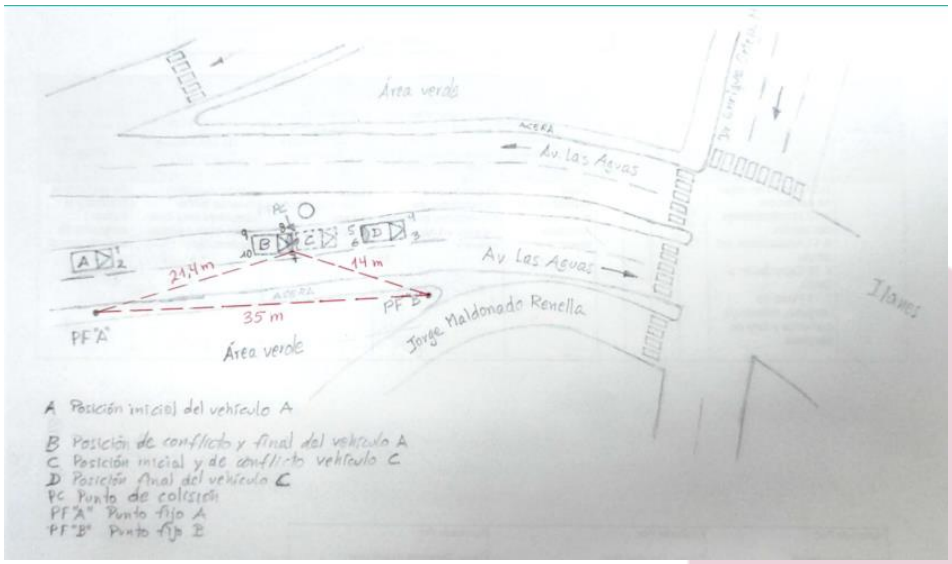
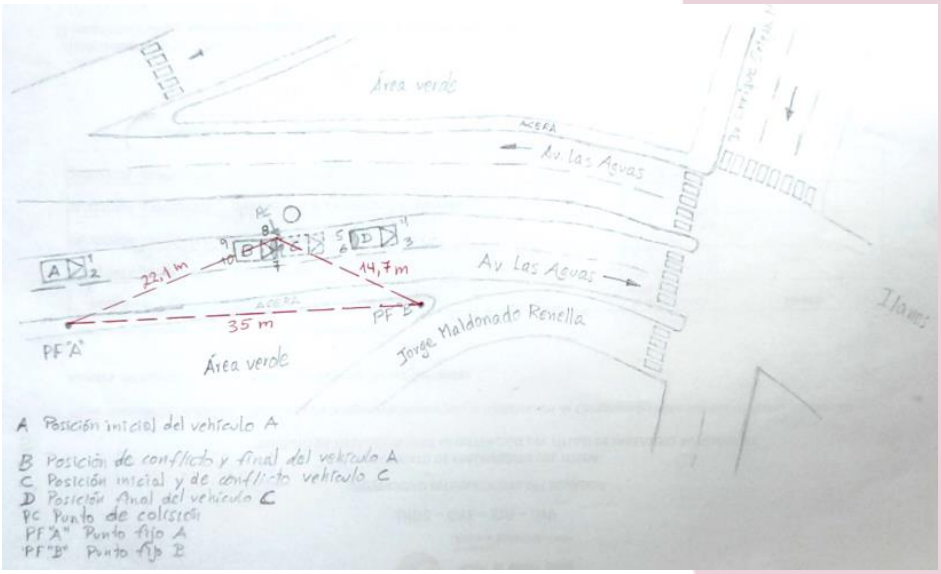


Figura: Vehículo B punto 8



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura: Vehículo B punto 9

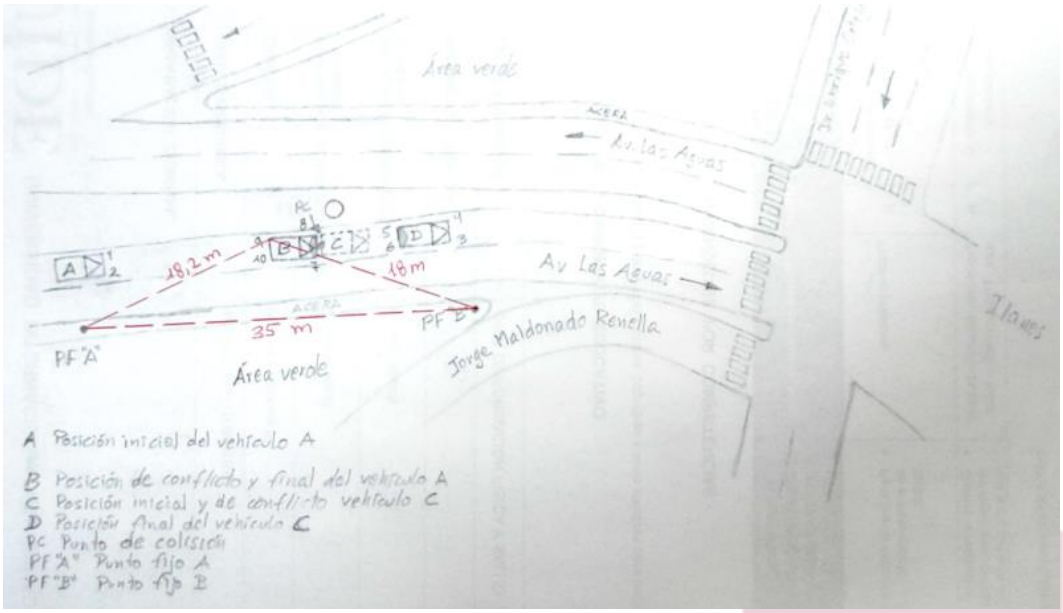
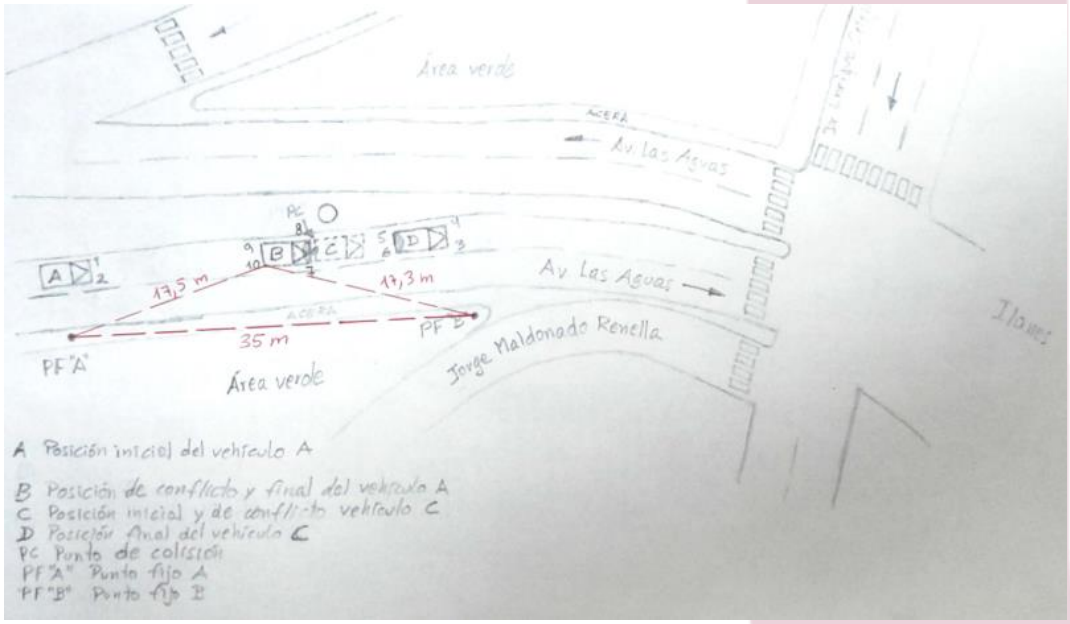


Figura: Vehículo B punto 10



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura: Vehículo A punto 3

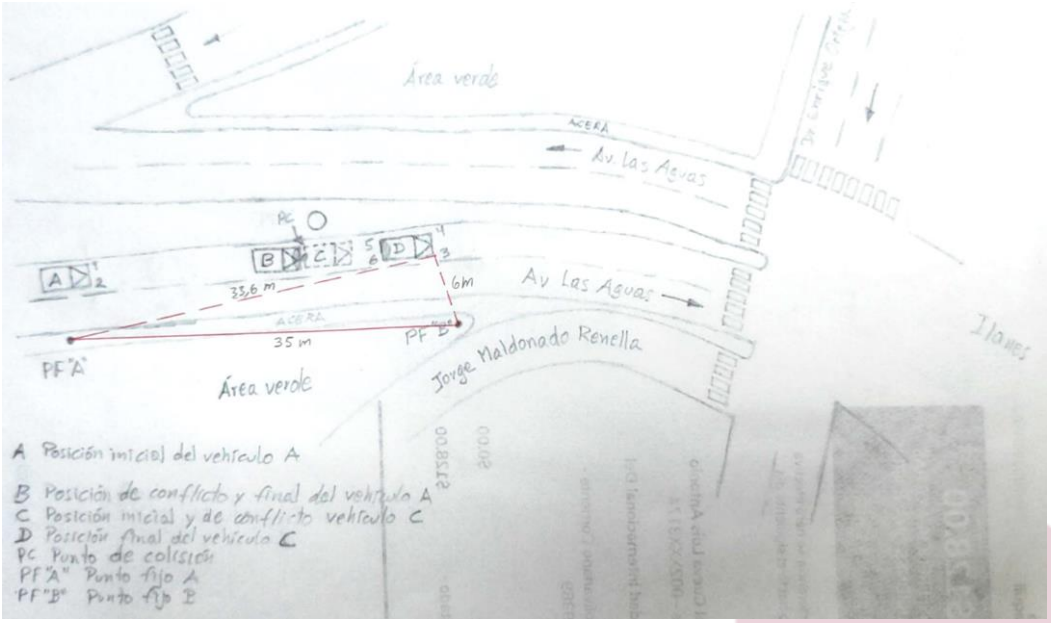
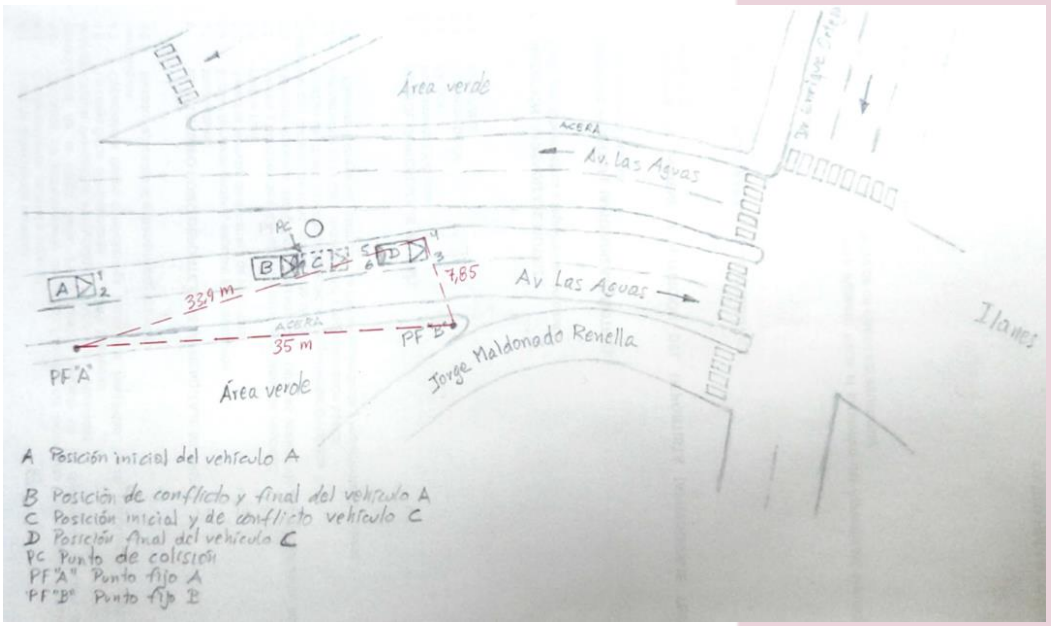


Figura: Vehículo A punto 4



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Figura: Vehículo A punto 5

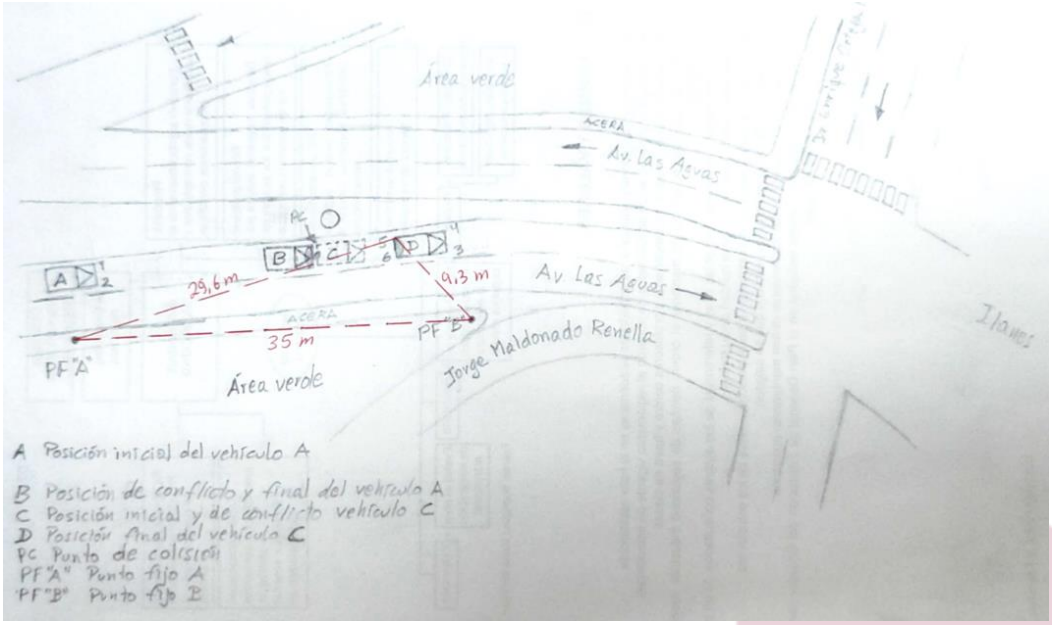
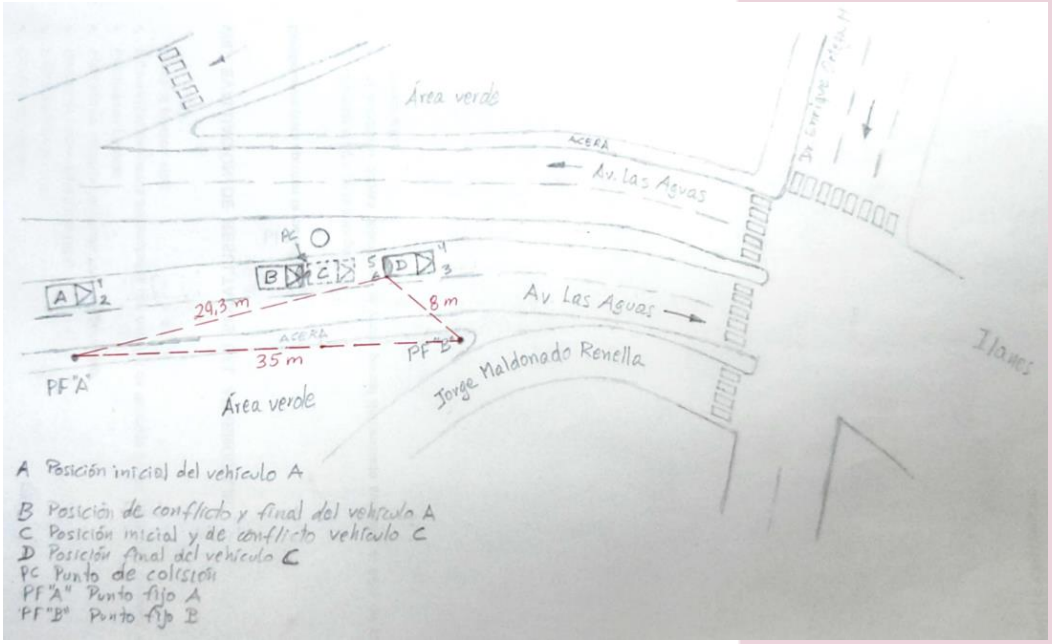


Figura: Vehículo A punto 6



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

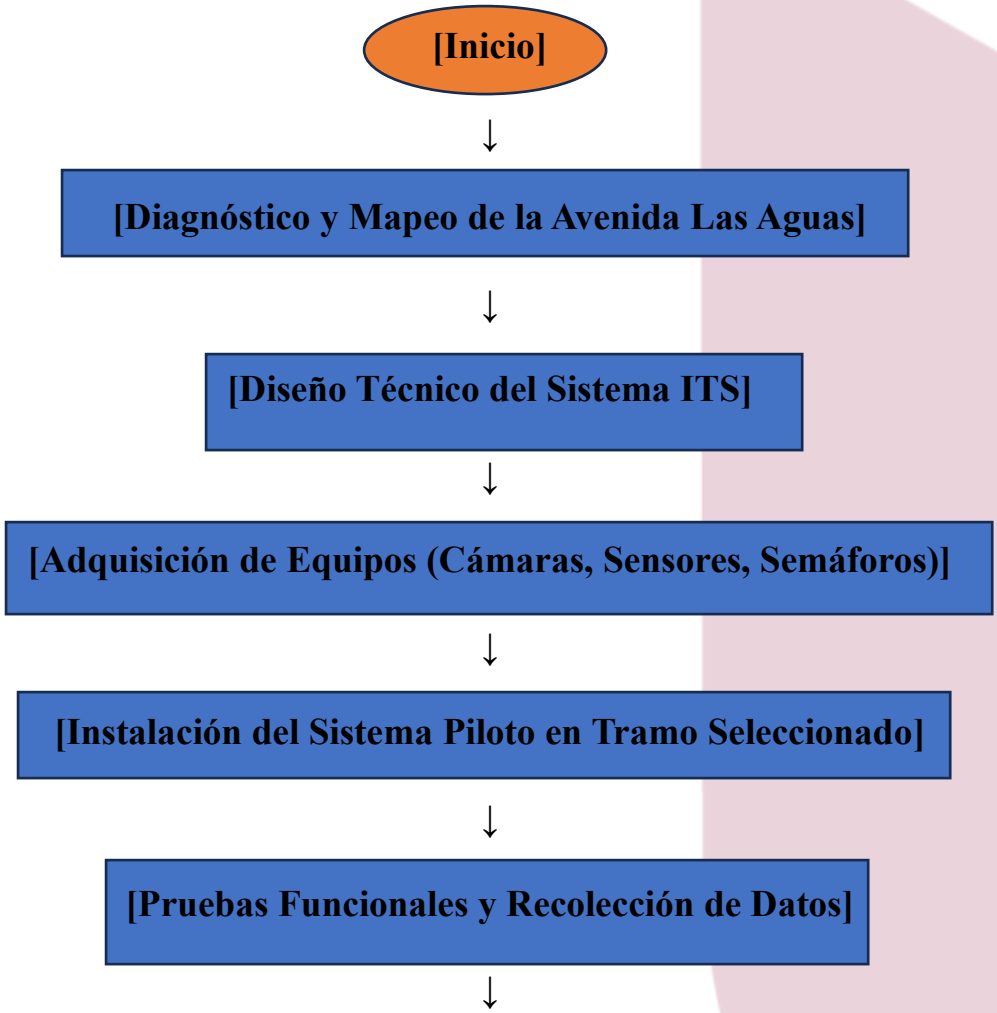
Anexo II

Propuesta de Implementación de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS)

1. Objetivo

Diseñar un sistema integrado que optimice la seguridad vial y la fluidez del tráfico en la Avenida Las Aguas mediante la implementación de cámaras, sensores y semáforos inteligentes, permitiendo la monitorización en tiempo real, la gestión dinámica del tráfico y la prevención de incidentes.

2. Diagrama



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

[Evaluación de Resultados y Ajustes Técnicos]

↓

[Capacitación a Operadores]

↓

[Implementación Total del Sistema]

↓

[Monitoreo Continuo y Mantenimiento Preventivo]

↓

[Fin]

3. Cronograma de Implementación (6 meses)

Etapa	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Diagnóstico y Mapeo	✅					
Diseño Técnico	✅	✅				
Adquisición de Equipos		✅	✅			
Instalación Piloto			✅			
Pruebas y Recolección de Datos			✅	✅		
Evaluación y Ajustes				✅	✅	
Capacitación de Operadores					✅	
Implementación Total						✅
Monitoreo y Mantenimiento						✅

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Anexo III

Respaldo de Veracidad de Información

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL TRÁNSITO

Memorando, EPMTMG-DPGT-2025-0614-M
Guayaquil, 28 de febrero del 2025

Asunto: REFERENCIA SG-LG-2025-00973, Solicitud información sobre datos de movilidad y tráfico en la Av. Las Aguas.

Ingeniero
Manuel Salvatierra Cedeño
Gerente General (E), EPMTMG, EP.

De mi consideración:

En referencia correo electrónico de secretaria general de la EPMTMG., recibido el 19 de Febrero del 2025, donde se traslada oficio S/N, suscrito por el Ing. Fernando Gómez Berrezueta, en su calidad de estudiante de la UIDE, el cual solicita información sobre datos de movilidad y tráfico en la Av. Las Aguas, información que será utilizada para su tesis de grado de la carrera de Maestría de Gestión de Tránsito y Movilidad; al respecto, tengo a bien indicar a Usted lo siguiente:

Adjunto sírvase encontrar el memorando Nro. **EPMTMG-DPGT-CSS-2025-0398** de fecha 28 de febrero del 2025, suscrito por el Econ. Carlos Ponce Campoverde, en su calidad de Coordinador de Semaforización y Señalización, de la Dirección a mi cargo, cuyo informe atiende y adjunta lo solicitado por el Ing. Fernando Gomez estudiante de la Universidad de Internacional del Ecuador UIDE.

En virtud de lo expuesto, solicito a Usted muy respetuosamente que, a través de su despacho, se traslade el oficio al Ing. Fernando Gomez estudiante de la Universidad de Internacional del Ecuador UIDE, para su conocimiento y fines pertinentes.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

CRISTHIAN XAVIER BENALCAZAR OROSCO

Ing. Cristhian Benalcázar Orosco
DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL TRÁNSITO
Empresa Pública Municipal de Tránsito y Movilidad de Guayaquil, EP.

ELABORADO POR:	Arq. Katiuska Barreno M, Mg ESPECIALISTA DE SEMAFORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN 3, EPMTMG, EP.	KATIUSKA VANESSA BARRENO MARTINEZ
APROBADO POR:	Econ. Carlos Ponce Campoverde COORDINADOR DE SEMAFORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	CARLOS DANNY PONCE CAMPOVERDE

Documento de referencia: **Correo referencia** *SG-LG-2025-00973*
Anexos: **Acta de reunión/ oficio de solicitud UIDE**
Copia: Econ. Carlos Ponce Campoverde, **Coordinador de Semaforización y Señalización**
OT# **1029**

Empresa Pública Municipal de Tránsito y Movilidad de Guayaquil, EP.
Matriz: Av. del Bombero, KM 7.5 Vía a la Costa, Calle Primera y Segunda diagonal a Riocentro Los Ceibos
PBX: 04-259-9555 **Web:** www.atm.gob.ec

1 de 1

ALCALDÍA DE GUAYAQUIL

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.