



POSGRADOS

MAESTRÍA EN VIALIDAD Y TRANSPORTE

RPC-SO-05-No.087-2024

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

TEMA:
AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL
DE LA AVENIDA 16 DE ABRIL EN LA
CIUDAD DE AZOGUES

AUTORES
LISSBETH SALOME CABRERA RUIZ
BRITHNEY TATIANA ORTIZ GONZALEZ

DIRECTOR:
DANIEL CÁRDENAS JARAMILLO

GUAYAQUIL- ECUADOR
2025



Autores:

LISSBETH SALOME CABRERA RUIZ
INGENIERIA CIVIL
Candidata a Magíster en Vialidad y Transporte mención Evaluación
y Conservación de Vías por la Universidad Politécnica Salesiana –
Sede Guayaquil.
lcabrerar3@est.usp.edu.ec



BRITHNEY TATIANA ORTIZ GONZALEZ
INGENIERIA CIVIL
Candidata a Magíster en Vialidad y Transporte mención Evaluación
y Conservación de Vías por la Universidad Politécnica Salesiana –
Sede Guayaquil.
bortizg2@est.ups.edu.ec

Dirigido por:

DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO
INGENIERO CIVIL
MAGISTER EN INGENIERIA EN VIALIDAD Y TRANSPORTE
dcardenasj@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Lissbeth Salome Cabrera Ruiz

Brithney Tatiana Ortiz Gonzalez

AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL DE LA AVENIDA 16 DE ABRIL EN LA CIUDAD DE AZOGUES

DEDICATORIA

Dedico este artículo a mi familia y a mi pareja, quienes han sido el pilar fundamental para que pueda salir adelante. Su apoyo incondicional me ha permitido crecer tanto en lo personal como en lo profesional, impulsándome a seguir avanzando en mi carrera. Agradezco su comprensión en los días de ausencia y esos gestos de apoyo que, aunque pequeños, han significado todo para mí. Han sido mi inspiración constante y la fuerza que me motivó a dar siempre lo mejor de mí.

Este logro no es únicamente fruto de mi esfuerzo, sino también del cariño y la confianza que depositaron en mí, haciéndome posible alcanzar una meta más en mi trayectoria profesional.

Lisbeth Cabrera

Dedico este gran logro a Dios por guíame en cada paso, darme fortaleza en momentos de prueba y llenarme de esperanza cuando el camino parecía imposible.

A mi padre por apoyarme en cada meta y sobre todo a mi madre por ser mi ejemplo de fuerza y amor, por no dejarme nunca y enseñarme que los sueños se construyen con esfuerzo y dedicación.

A mi hija por motivarme a no rendirme nunca y ser mi motor en cada uno de mis esfuerzos, porque su sonrisa y amor me impulsan a superarme día a día. A mi compañero de vida, por caminar junto a mí con paciencia, amor y apoyo incondicional enseñándome que juntos es posible todo.

A mi hermano por su cariño y por estar presente con su apoyo sincero en cada etapa de mi vida y por último a cada uno de ustedes, gracias infinitas por ser mi razón, impulso y refugio en este viaje.

Tatiana Ortiz

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la institución universitaria, por brindarme la formación, las herramientas y el acompañamiento necesarios para el desarrollo de este trabajo. A mis docentes, por su dedicación, paciencia y valiosas enseñanzas de la maestría de vialidad y transporte, que enriquecieron mi conocimiento y visión profesional.

Finalmente, a mi familia y mi pareja, por su amor incondicional, comprensión y respaldo en cada etapa de esta meta académica, convirtiéndose en la base y el impulso que me permitió culminar con éxito este proyecto.

Lissbeth Cabrera

Este triunfo no habría sido posible sin la compañía de todos los que me rodean. A Dios, por darme la fuerza y sabiduría necesaria en cada desafío. A mi familia, por su comprensión en las largas jornadas de sacrificio y por demostrarme siempre su amor para salir adelante.

A mi compañera y mejor amiga Lissbeth que juntas decidimos dar este paso más en nuestra vida profesional con esfuerzo y apoyo constante para alcanzar juntas el objetivo.

A mi tutor del artículo Ing. Daniel Cárdenas, por su guía, paciencia y valiosos aportes que orientaron cada paso de esta investigación. A mis docentes, que con su conocimiento y entrega han enriquecido mi formación.

A todos ustedes mil gracias por creer en mí y permitirme llegar hasta aquí esto es solo el comienzo de una nueva etapa llena de desafíos, hasta aquí con humildad y gratitud en el corazón.

Tatiana Ortiz

Auditoria de Seguridad Vial de la Avenida 16 de Abril en la Ciudad de Azogues

Road Safety Audit of Ave. 16 of Abril in the City of Azogues

RESUMEN

Este trabajo analiza la seguridad vial en la AV. 16 de Abril de la ciudad de Azogues, siendo una de las principales arterias de alta demanda debido al crecimiento en el parque automotor. La razón por la cual se basa en reducir riesgos en la arteria donde los peatones, ciclistas, motociclistas y vehículos convergen en un entorno de infraestructura adecuada.

El objetivo principal se llevó a cabo mediante una revisión técnica para identificar condiciones geométricas, operaciones y funcionales que afectan el tráfico vial y proponer soluciones para reducir accidentes.

La metodología se desarrolló mediante revisiones en campo, aforos, simulación en Synchro, metodología iRAP y Check list CAF. Se evaluaron aspectos como velocidades operativas, geometría vial, desempeño de intersecciones y condiciones del entorno físico.

Los resultados revelan velocidades que superan los 100 km/h, deficiencias en la señalización y operación semafórica, niveles de servicio F y una sobreutilización de capacidad del 205.9%. La técnica iRAP mostró una clara desprotección para usuarios vulnerables, con tramos de hasta 1 estrella para peatones y ciclistas.

Se concluye que la infraestructura prioriza el tránsito vehicular, generando condiciones inseguras para otros modos. Es urgente implementar medidas correctivas que incluyan un rediseño geométrico integral que responda a las características del entorno urbano y al tipo de usuarios que transitan por la vía, como estrategias efectivas de control de velocidades que aseguren el cumplimiento de los límites establecidos, especialmente en zonas de alta interacción peatonal.

ABSTRACT

This study examines road safety on Avenida 16 de Abril in the city of Azogues, one of the main thoroughfares with high traffic demand due to the increasing number of vehicles on the road. The purpose is to reduce risks on the thoroughfare where pedestrians, cyclists, motorcyclists, and vehicles converge in an environment that lacks adequate infrastructure.

The main objective was accomplished through a technical review aimed at identifying geometric, operational, and functional conditions that affect road traffic, and propose solutions to reduce accidents.

The methodology was developed through field inspections, direct measurements, Synchro simulation, the iRAP methodology and the CAF checklist. Factors such as operating speeds, road geometry, intersection performance, and physical environmental conditions were evaluated.

The results show speeds exceeding 100 km/h, deficiencies in signage and traffic light operation, Level F service conditions and capacity overuse reaching 205.9%. The iRAP analysis indicated a clear lack of protection for vulnerable users with sections rated as low as 1 star for pedestrians and cyclists.

It is concluded that the infrastructure prioritizes vehicular flow, generating unsafe conditions for other transport modes. Immediate corrective measures are needed including a comprehensive geometric redesign adapted to the urban environment and user types, as well as effective speed control strategies to ensure compliance, especially in areas with high pedestrian interaction.

Palabras claves

Seguridad vial, iRAP, Synchro, Check list CAF.

Keywords

Road safety, iRAP, Synchro, Check list CAF.

1. Introducción

La seguridad vial representa actualmente uno de los principales desafíos en el entorno urbano, debido a la creciente complejidad del tránsito y la diversidad de medios de transporte en circulación, como vehículos motorizados, bicicletas y peatones (Moreno & Cargua, 2022). Esta variedad exige un enfoque integral de análisis e intervención, es por ello que la auditoría de seguridad vial se consolida como una herramienta para evaluar, identificar y mitigar los factores de riesgo asociados a la infraestructura, influyendo directamente en la calidad de vida y la protección de los ciudadanos (Soria et al., 2018).

El método iRAP permite realizar un análisis de seguridad vial sistemático y profundo, que va más allá de la evaluación de la infraestructura física, incorporando también variables como el comportamiento humano, el diseño geométrico y las condiciones operativas de la vía (García-Ramírez et al., 2021; Gibbons et al., 2023). A partir de esta metodología, se busca desarrollar una intervención integral que promueva un tránsito estable, seguro e inclusivo, y que contribuya significativamente a la reducción y control de los siniestros viales (Kim et al., 2023).

La ciudad de Azogues demuestra la aceleración en el crecimiento del parque automotor, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2023), el nivel de automóviles en la provincia de Cañar ha aumentado un 22% en el último año (Diego Veléz, 2021). Este hecho no es solo un cambio cuantitativo, sino que también implica el cambio profundo de la movilidad y la infraestructura vial existente (Ahmed et al., 2023).

La avenida 16 de abril es una arteria vial de la ciudad que conecta el comercio, las instituciones y los servicios; donde existen peatones, ciclistas, motociclistas y vehículos de diferentes tipos, creando un ecosistema de capacidades activas y riesgosas (Vallejo, 2017). Estudios anteriores demuestran que las arterias principales en las ciudades se concentran en el 65% del desplazamiento diario en las vías (Mendoza-Díaz et al., 2009).

Su análisis promete no solo contribuir a la seguridad local, sino también su cambio a otras ciudades intermedias en procesos de conversión (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2015). El propósito de este trabajo es desarrollar un modelo de intervención que ponga la vida del usuario como principal factor en la movilidad.

2. Materiales y Métodos

2.1 Definición de área de estudio

La Avenida 16 de abril en la ciudad de Azogues es el eje principal de la ciudad, conectando áreas comerciales, instituciones y residencias. El área de estudio comprende toda la extensión de la avenida de 6 kilómetros, dividida en 30 segmentos de 200 metros cada uno para facilitar un análisis detallado y sistemático.

Esta vía se seleccionó por su condición de arteria principal que concentra el 65% de los desplazamientos diarios urbanos lo que la posiciona como representativa de las presiones del crecimiento vehicular sobre la infraestructura vial de la zona de estudio, considerando que se ha dado un aumento del 22% del parque automotor de Azogues (INEC, 2023).

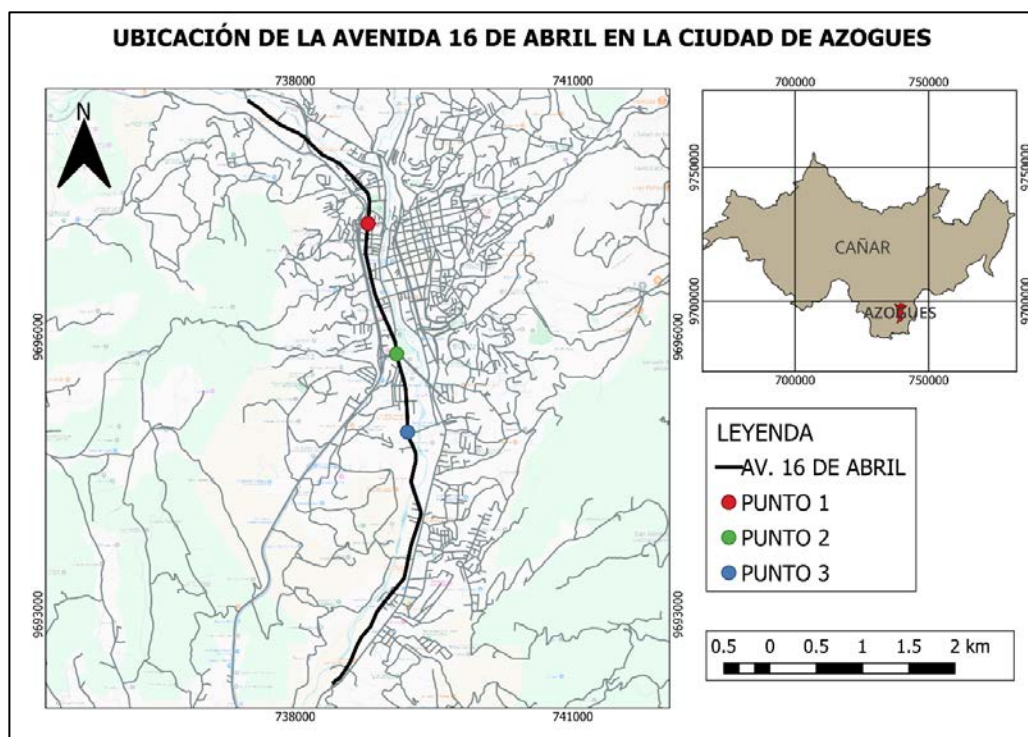


Ilustración 1 Ubicación de la AV. 16 de Abril

Nota: Punto 1 representa a la intersección en el Hospital Homero Castanier Crespo, *Punto 2* redondel frente a la Empresa Pública Emapal y el *Punto 3* Entrada al Complejo Comercial y Artesanal de Azogues.

2.2 Conteo Vehicular

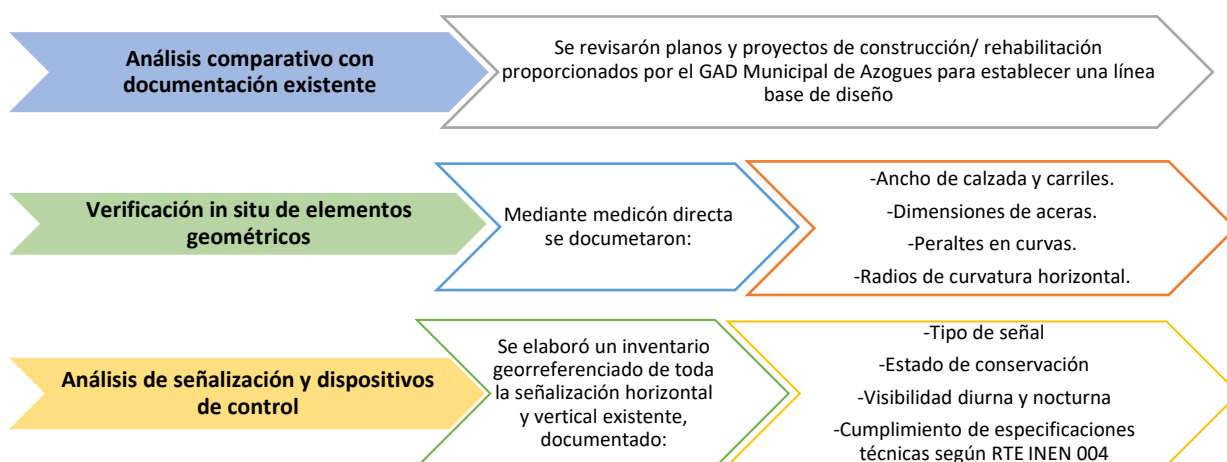
El conteo manual vehicular se realizó en tres puntos estratégicos identificados por su alta densidad de tráfico y presencia de conflictos viales. Los aforos se llevaron a cabo en un día de alta concurrencia, siguiendo la recomendación By et al. (2014), quienes sugieren realizar estos

estudios en jornadas representativas de la demanda real. La recolección de datos se efectuó en tres periodos: mañana (07:00–09:00), mediodía (12:00–14:00) y tarde (17:00–19:00), seleccionados en base a estudios previos del GAD Municipal de Azogues (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Azogues [GAD], 2016), los cuales determinaron que estas franjas concentran los mayores flujos vehiculares por coincidir con las horas pico de ingreso y salida laboral, escolar y de otras actividades (Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO], 2017). Además, estos intervalos permiten analizar adecuadamente los ciclos semafóricos y su influencia en la operación del tránsito. La clasificación vehicular se realizó conforme a la normativa técnica del MOP, garantizando la estandarización y confiabilidad del registro (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2003).

2.3 Evaluación del diseño geométrico y condiciones de seguridad

Se efectuó un levantamiento de las características físicas y geométricas de la vía mediante inspecciones sistemáticas, estructuradas en tres etapas:

Tabla 1 Características físicas y geométricas de la vía



2.4 Metodología iRAP

El método iRAP permite identificar posibles riesgos con respecto a la seguridad vial y a su vez propone contramedidas para mejorarla (Bagi, 2022). Su aplicación en el entorno urbano, como la Avenida 16 de Abril, es la adaptación del protocolo con condiciones de tráfico mixtas e interactivas entre usuarios vulnerables y automóviles.

El sistema de clasificación iRAP cuenta con una escala de 1 a 5 estrellas indicando el nivel con más riesgo hasta el nivel más seguro (Hurtado et al., 2015). Las calificaciones se obtienen considerando diferentes factores de riesgo determinados cada 200 metros, teniendo en cuenta la interacción entre infraestructura, velocidad operativa y volumen de movimiento.

2.5 Checklist de CAF para evaluación vial

Se aplicó la lista de verificación de seguridad vial desarrollada por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), adaptada al contexto regional, para evaluar aspectos como diseño geométrico, señalización y condiciones para usuarios vulnerables. Paralelamente, se utilizó la metodología iRAP, lo que permitió comparar resultados y obtener una visión complementaria sobre el nivel de seguridad vial en la Avenida 16 de Abril.

3 Resultados y Discusión

3.1. Perfil de velocidades en puntos críticos

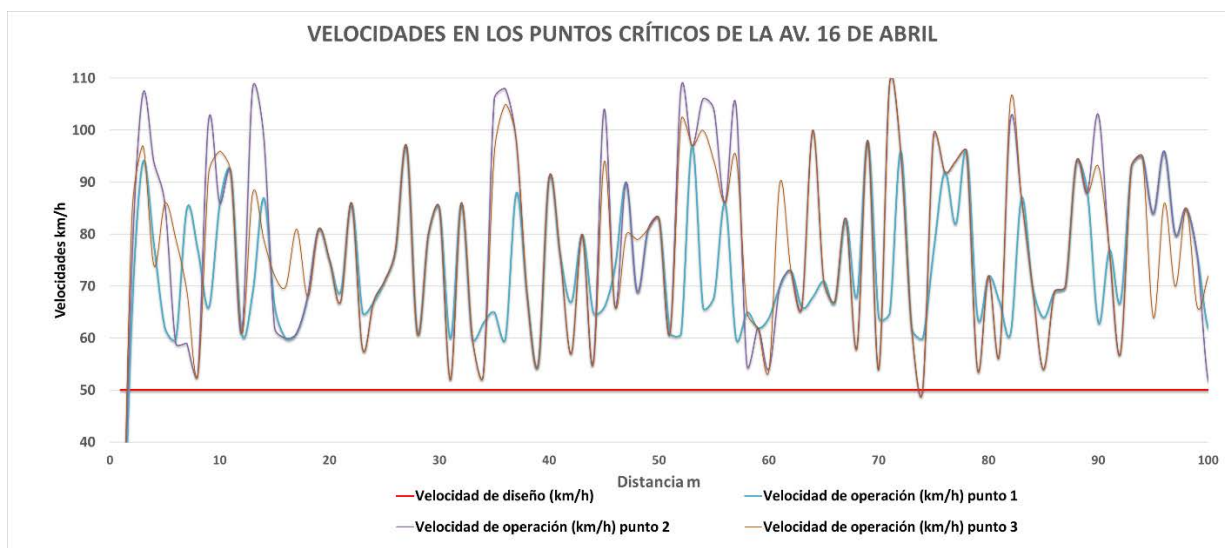


Figura 1 Velocidades de operación en los tres puntos críticos

Tabla 2 Parámetros de los puntos de estudio según iRAP

| Parámetro | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Promedio | 74 | 78 | 78 |
| Desviación estándar | 12 | 18 | 15 |
| V15 | 62 | 57 | 58 |
| V50 | 70 | 77 | 79 |
| V85 | 88 | 99 | 96 |
| V98 | 97 | 108 | 105 |

Con base en la Figura 1 de velocidades registrado en los puntos críticos de la Av. 16 de Abril, se evidencia que la velocidad de operación en los tres puntos analizados presenta una alta variabilidad a lo largo del tramo, con valores que en múltiples ocasiones superan los 90 km/h y alcanzan velocidades superiores a los 100 km/h. Este comportamiento contrasta con la velocidad de diseño establecida en 50 km/h, la cual se mantiene constante como línea base.

El análisis del perfil de velocidades indica una alta variabilidad lo que demuestra una circulación inestable y poco predecible en las condiciones geométricas por la presencia de accesos conflictivos y control del flujo vehicular. En el caso del punto 2, se observa una tendencia general

de velocidades operativas por encima de la velocidad de diseño, la oscilación es más contenida en comparación con el punto 1. El perfil muestra una mayor concentración de velocidades dentro del rango de 60 a 90 km/h.

Según MOP (2003), la velocidad de diseño de la capa urbana variará de 60 a 110 km/h, dependiendo del suelo. La velocidad de la estructura registrada está dentro del alcance prescrito, aunque en el caso del punto 1, son aún más conservadores, consistentes con su función de acceso prioritario.

3.2. Evaluación del diseño geométrico

El diseño geométrico de la Av. 16 de Abril se enmarca en una vía de clase I urbana. Se diseño con una velocidad de diseño de 50 km/h, lo cual es inferior al valor mínimo recomendado por el MOP (2003) para vías Clase I, sin embargo, este valor es justificable debido a las condiciones urbanas y la necesidad de seguridad en un entorno de alta interacción peatonal y vehicular.

En cuanto al alineamiento horizontal, el estudio utilizó únicamente curvas circulares simples, sin necesidad de espirales. De acuerdo con los establecido por la MOP (2003), el radio mínimo adoptado fue de 83 m por debajo del límite para zonas montañosas, aunque se justifican estos casos por restricciones impuestas por el ordenamiento territorial urbano.

Respecto al alineamiento vertical, se establecen pendientes longitudinales en un rango adecuado al entorno plano-ondulado de la vía. El 79.24% de la vía presenta pendientes menores al 2%, evidenciando un perfil topográfico favorable. Emplean una plataforma típica de cuatro carriles de 3.0 a 3.6 m cada uno y aceras de 1.5 m por lado.

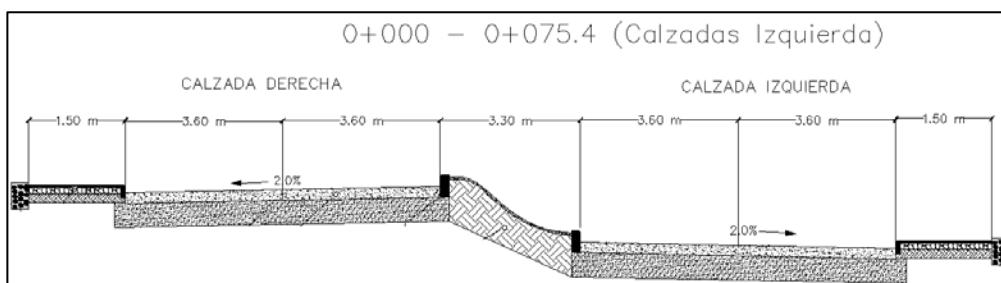


Ilustración 2 Sección del tramo: 0+000 - 0+075.40
Fuente: GAD Municipal de Azogues, 2016.

En conformidad con la Normativa Ecuatoriana el diseño geométrico se ajusta, en términos generales, a las disposiciones del Manual de Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003, en donde la velocidad de diseño menor a la normativa se debe a condiciones urbanas y a la necesidad de seguridad vial.

Se admiten curvas horizontales con radios inferiores al mínimo absoluto en puntos específicos, debido a restricciones impuestas por el entorno construido y el trazado urbano. La implementación de señalización preventiva en estos tramos mitiga el riesgo. No se

implementaron peraltes ni sobreanchos, debido al entorno urbano con muchas intersecciones y limitaciones de espacio.

3.3. Simulación de tráfico con el software Synchro

| | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 |
|--------------------------------|--|---|---|
| Análisis por movimiento | <ul style="list-style-type: none"> - Movimiento oeste a este presenta una capacidad disponible de 380 veh/h v/c de 2.81, de este modo el nivel de saturación excede ampliamente los estándares operativos aceptables. - Movimiento sur a este giro derecho evidencia una condición crítica con una relación v/c de 41.28, valor que denota una incapacidad total del sistema para procesar la demanda. | <ul style="list-style-type: none"> - Movimiento recto Sur a Norte con un volumen horario de 1,427 veh/h, seguido por el Norte a Sur con 1,003 veh/h, de forma similar ambos flujos muestran una sobredemanda. - Movimiento SBT alcanza un v/c de 5.66 en condiciones de baja capacidad, asimismo, el movimiento Oeste a Este con un volumen de 1,087 veh/h también supera su capacidad crítica. | <ul style="list-style-type: none"> - Norte-sur registran volúmenes ajustados de 1382 y 1153 veh/h, lo que representa una elevada carga sobre. - Las tasas v/c alcanzan valores críticos: 4.67 en el grupo de carriles oeste, 1.57 al norte y hasta 9.81 para el movimiento sur. |
| Indicadores globales | <ul style="list-style-type: none"> - Presenta un retardo promedio de control de 4992.1 s/veh, con un nivel de servicio F según los criterios del HCM (2000), por lo que la relación global v/c alcanza un valor de 14.53. - La capacidad de la intersección se sitúa en 167.9% generando un sistema muy por encima de sus límites funcionales. | <ul style="list-style-type: none"> - Los flujos de cruce exceden los 1,200 veh/h, introduciendo una limitación metodológica con algunos movimientos críticos. - La configuración geométrica sin diferenciación por tipo de movimiento ni carriles exclusivos, lo cual implica que todos los vehículos deben disputar el ingreso al | <ul style="list-style-type: none"> - La relación volumen-capacidad promedio de 3.52, lo cual implica que la intersección está operando a más de su capacidad efectiva. - La utilización de la capacidad de intersección fue del 205.9%, dentro del nivel de servicio F. |

redondel bajo condiciones de prioridad informal.

Implicaciones

- Ineficiencia Operativa de la infraestructura actual y el plan de tiempos semafóricos no permiten una distribución racional del flujo.
 - La relación **ICU = 167.9%** y el valor promedio de **v/c = 14.53**.
- Debido a la sobredemanda de vehículos el redondel no soporta la demanda vehicular que recibe.
- Intervenciones correctivas tanto a nivel de gestión de tráfico como de infraestructura.

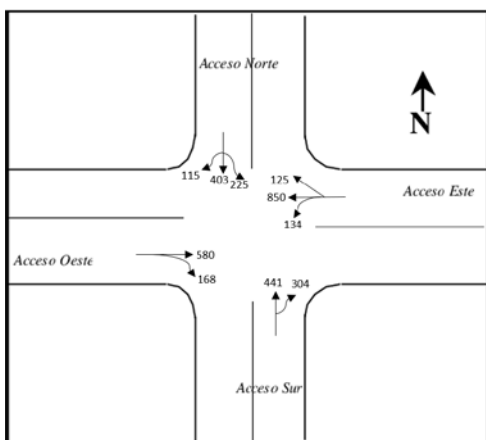


Ilustración 3 Esquema de la intersección en el punto 1

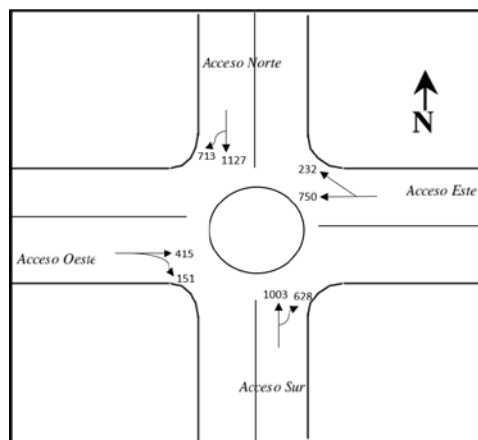


Ilustración 4 Esquema de la intersección en el punto 2

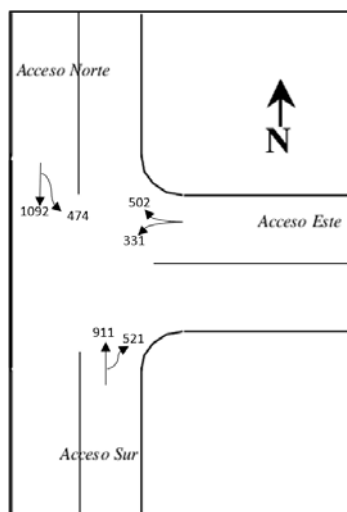


Ilustración 5 Esquema de la intersección en el punto 3

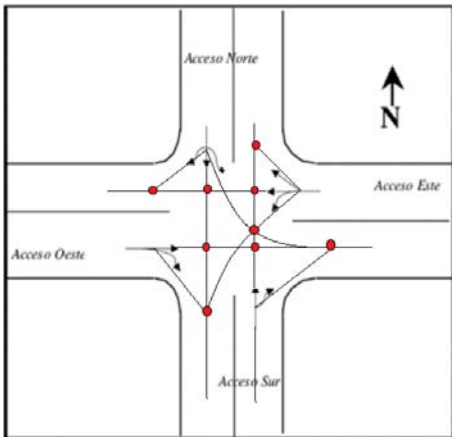


Ilustración 6 Puntos de conflictos entre vehículos en el punto 1

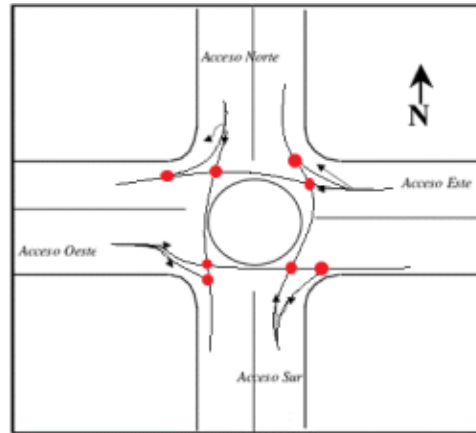


Ilustración 7 Puntos de conflictos entre vehículos en el punto 2

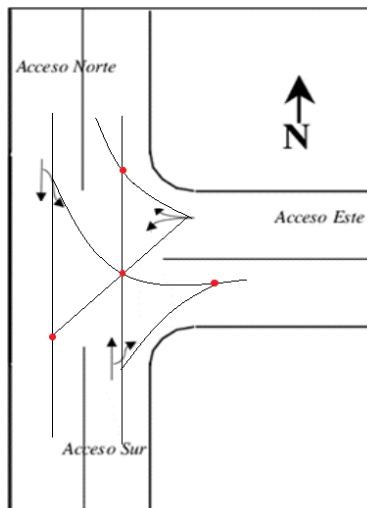


Ilustración 8 Puntos de conflictos entre vehículos en el punto 3

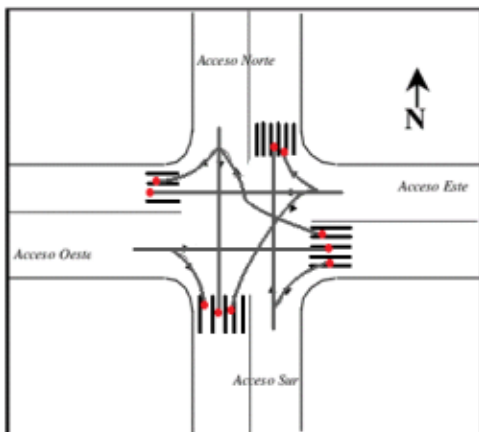


Ilustración 9 Puntos de conflictos entre - peatón en el punto 1

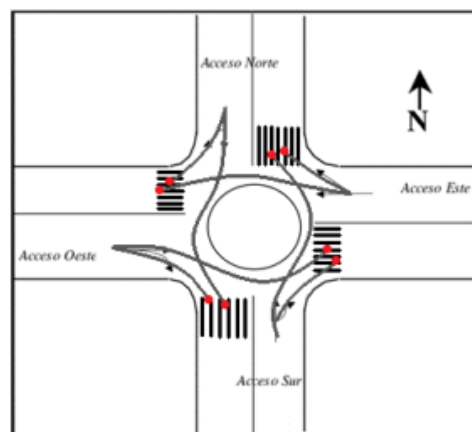


Ilustración 10 Puntos de conflictos entre vehículo - peatón en el punto 2

Solo algunos tramos, como el 9 y el 14, logran una seguridad integral con cinco estrellas en todos los modos. La tendencia revela que el diseño vial ha priorizado la movilidad motorizada, descuidando elementos clave para la seguridad no motorizada como cruces seguros, separación de flujos y señalización adecuada.

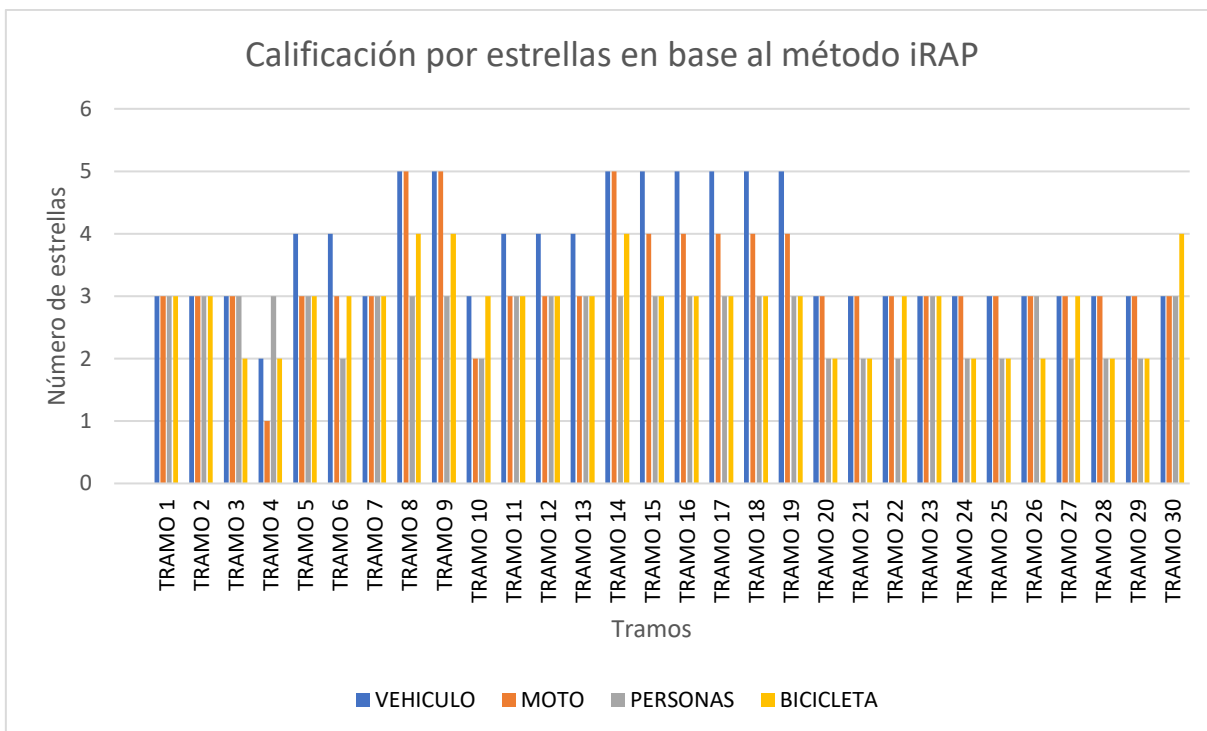


Figura 3 Calificación por estrellas en base al método iRAP

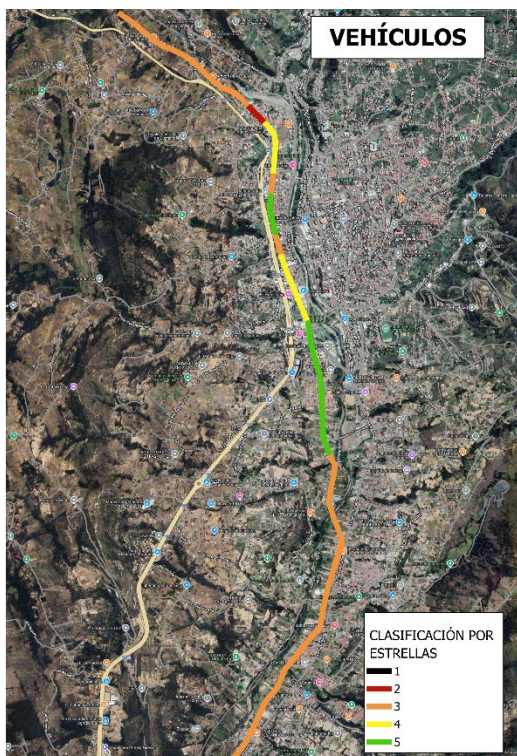


Ilustración 12 Mapa de la clasificación por estrellas



Ilustración 13 Mapa de la clasificación por estrellas

para ocupante de vehículo

para ocupante de moto



Ilustración 14 Mapa de la clasificación por estrellas para personas

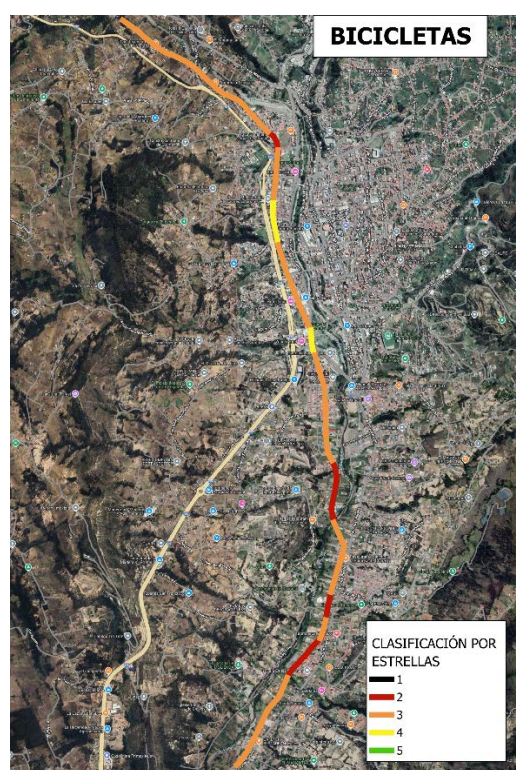


Ilustración 15 Mapa de la clasificación por estrellas para ocupante de bicicleta

La inconsistencia en el diseño geométrico, así como las unidades de señalización y control, demuestra la falta de estandarización de las prácticas de infraestructura vial en el entorno urbano. Este problema se ha identificado en varios estudios como una de las causas fundamentales que contribuyen a los principales accidentes en áreas urbanas mixtas (Elvik & Vaa, 2004). En este contexto, las variaciones no solo afectan la calidad de la carretera en el camino, sino que también aumentan el riesgo de la población más vulnerable, especialmente en lugares con intensa interacción entre los modos de transporte.



Ilustración 16 Ejemplo de la clasificación por estrellas en el tramo 4

3.5. Check list del CAF

Para la evaluación vial en la avenida 16 de Abril, se implementó la lista de chequeo detallada para auditorías de seguridad vial en vías urbanas, en donde permitió una revisión de múltiples factores de riesgo. Se lograron identificar diversas situaciones como:

Tabla 3 Factores de riesgo en base al check list del CAF

| Factores de riesgo en base al check list del CAF | |
|---|---|
| Entorno vial y funcionamiento operativo | Se evidenció una falta de coherencia entre la infraestructura vial existente y su jerarquía funcional, especialmente en el sector de áreas residenciales. |
| Señalización | Distintas intersecciones presentan señales verticales desgastadas, deficiente en retro reflectividad o ausencia total, por otro lado, las señales horizontales son escasas en la mayor parte de la vía lo que sugiere una intervención en los tipos de señalización. |
| Transporte público | Se encontró paraderos de buses que no contaban con una clara señalización, de forma similar los conductores de los buses en zonas que existe señalización horizontal no se estacionan dentro del área establecida sino en la vía provocando una saturación en el tráfico. |
| Estado del pavimento | En varios segmentos se observaron deterioros como baches, fisuras y pérdida de textura, lo cual afecta la adherencia vehicular. |

4 Conclusiones

La auditoría de seguridad vial realizada en la Avenida 16 de Abril de la ciudad de Azogues evidenció deficiencias significativas en el diseño geométrico, la operación del tránsito y las condiciones de seguridad para usuarios vulnerables. Los resultados revelan una velocidad operativa superior a la de diseño en múltiples tramos, superando incluso los 100 km/h, lo que representa un riesgo elevado, especialmente en zonas con alta interacción peatonal. La simulación con Synchro demuestra un nivel de servicio F en las principales intersecciones, con una utilización de la capacidad vial que supera el 200%, lo que confirma la existencia de un sistema saturado e ineficiente.

Asimismo, la metodología iRAP identificó tramos críticos con altos niveles de riesgo, principalmente para peatones y ciclistas, debido a la ausencia de infraestructura adecuada, falta de segregación y señalización deficiente. El check list del CAF complementó estos hallazgos al evidenciar deterioros en la superficie de rodadura, señalización deficiente, y un entorno vial desarticulado con su función urbana.

Se concluye que la avenida requiere intervenciones integrales que incluyan rediseño geométrico, mejora de la señalización, reestructuración de la operación del tránsito y medidas específicas para proteger a los usuarios vulnerables.

5 Bibliografía

- Ahmed, S., Hossain, M. A., Ray, S. K., Bhuiyan, M. M. I., & Sabuj, S. R. (2023). *A study on road accident prediction and contributing factors using explainable machine learning models: Analysis and performance*. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 19, 100814. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100814>
- Agencia Nacional de Tránsito. (2024). *Visor de siniestralidad estadísticas*. Recuperado de <https://www.ant.gob.ec/visor-de-siniestralidad-estadisticas>
- Ante, E., & Cerón, L. (2022). *Auditoría de seguridad vial y propuesta para mejoramiento de puntos o tramos identificados como críticos en la carrera 6 entre la calle 1N y la calle 48N en la zona urbana de Popayán – Cauca*. *Universidad del Cauca*. Recuperado de <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4153>
- Bagi, A. S. (2022). *Road Safety Audit*. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 1(6), 01–08. <https://doi.org/10.9790/1684-0160108>
- Barton, J. R. (2006). *Sustentabilidad urbana como planificación estratégica*. *EURE*, 32(96), 27–45. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19609603>
- By, P., Gowrishankar, S., & Work, D. B. (2014). *Traffic Turk evaluation (ICT-14-012)*. *Illinois Center for Transportation*.
- Elvik, R., & Vaa, T. (2004). *The handbook of road safety measures*. Elsevier.
- García-Ramírez, Y., Camacho, J., & Montoya, J. (2021). *Uso del modelo iRAP para evaluar la seguridad vial en carreteras de dos carriles en Ecuador*. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 4(1), 7-23. <https://doi.org/10.22206/cyap.2021.v4i1.pp7-23>
- Gibbons, R., Bhagavathula, R., Williams, B., Kassing, A., Hamen, J., & Elkins, D. (2023). *Evaluation of roadway high-mast tower lighting (VTRC 23-R21)*. *Virginia Transportation Research Council*. <https://doi.org/10.36501/0197-9191/23-021>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Azogues. (2016). *Informe vial de la Avenida 16 de Abril*. Azogues, Ecuador.
- Gómez García, A. R. (2018). *Análisis espacial de los accidentes de tránsito en la región amazónica, andina y costa del pacífico ecuatoriana*. *Alternativas*, 19(2), 58–68. <https://doi.org/10.23878/alternativas.v19i2.258>
- Goughnour, E., Albee, M., Thomas, L., Gelinne, D., & Seymour, J. (2020). *Pedestrian and bicyclist road safety audit (RSA) guide and prompt list*. *Federal Highway Administration*. Recuperado de <http://www.pedbikeinfo.org/cms/downloads/PedRSA.reduced.pdf>
- Hurtado, A., Serna, M., & Chávez, J. (2015). *Aplicación de la metodología iRAP y el software ViDA-iRAP en un tramo de autopista en México*. *Revista Infraestructura Vial*, 17,42-51.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Estadísticas de siniestros de tránsito*. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-siniestros-de-transito/>

- Kim, J., Park, S., & Kim, M. (2023). *Safety map: Disaster management road network for urban resilience*. *Sustainable Cities and Society*, 96, 104650. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104650>
- Mendoza-Díaz, A., Abarca-Pérez, E., & Centeno-Saad, A. G. (2009). *Auditorías de seguridad vial de carreteras en operación*. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, 10(2), 137–166. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40411431005>
- Ministerio de Obras Públicas. (2002). *Tabla nacional de pesos y dimensiones*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2017). *Ampliación y mejoramiento de la Avenida 16 de Abril de la ciudad de Azogues*. Cañar, Ecuador.
- Moreno, C. E., & Cargua, G. A. (2022). *Auditoría de seguridad vial en la vía Cahuají (0+000) – Cotaló (26+120), provincias de Chimborazo – Tungurahua [Tesis de grado]*. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- Núñez Mazza, G. D., & Ortega Buenaño, J. P. (2019). *Auditoría de seguridad vial en la carretera E-35, tramo Riobamba-Cajabamba, provincia de Chimborazo*. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2015). *Road safety annual report 2015*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/irtad-2015-en>
- Rodriguez H., J. M., Hajar M., M., & Villaveces I., A. (2014). *Auditorías viales e intervenciones para prevenir atropellamientos*, Cuernavaca, México, 2010. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 32(3), 275–281. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12031816001>
- Rojas López, M. D., & Ramírez Muriel, A. F. (2018). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014)*. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(32), 109–128. <https://doi.org/10.22395/rium.v17n32a6>
- Soria, D. A., Zamora, E., Café, E., Ponce de León, M., & Pineda, M. (2018). *Auditorías e inspecciones de seguridad vial en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0001069>
- Tanikawa Obregón, K., & Paz Gómez, D. M. (2021). *El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en Latinoamérica: Una visión para construir ciudades del futuro*. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 50, 29–34. <https://doi.org/10.15446/rbct.n50.94842>
- Vallejo, P. (2017). *Alternativas viables hacia la sostenibilidad. El caso de Pujilí*. *Universidad Andina Simón Bolívar*.
- Veléz, D. (2021). *Modelo de gestión de mantenimiento productivo total (TPM) para el parque automotor de vehículos livianos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Azogues*. *Universidad Politécnica Salesiana*.