



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**SOLUCIÓN VIAL DE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. DE LOS JUEGOS
BOLIVARIANOS Y LA AV. DEL TORIL, CONSIDERANDO CRITERIOS DE
TRÁFICO, SEGURIDAD VIAL Y ACCESIBILIDAD UNIVERSAL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTOR: LUIS FERNANDO ANDRADE VILLAVICENCIO

TUTOR: ING. DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO, Msc.

Cuenca - Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Luis Fernando Andrade Villavicencio con documento de identificación N° 0150562759 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 29 de julio del 2024

Atentamente,



Luis Fernando Andrade Villavicencio

0150562759

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Luis Fernando Andrade Villavicencio con documento de identificación N.º 0150562759, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Solución vial de la intersección de la Av. De los Juegos Bolivarianos y la Av. del Toril, considerando criterios de tráfico, seguridad vial y accesibilidad universal”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de julio del 2024

Atentamente,



Luis Fernando Andrade Villavicencio

0150562759

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo con documento de identificación N° 0104031232, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: SOLUCIÓN VIAL DE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. DE LOS JUEGOS BOLIVARIANOS Y LA AV. DEL TORIL, CONSIDERANDO CRITERIOS DE TRÁFICO, SEGURIDAD VIAL Y ACCESIBILIDAD UNIVERSAL, realizado por Luis Fernando Andrade Villavicencio con documento de identificación N° 0150562759, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de julio del 2024

Atentamente,



Ing. Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo, Msc.

0104031232

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que
hicieron posible la realización de esta tesis:

A mis padres, Luis y Mónica, por su amor incondicional y su apoyo constante.
Sin su esfuerzo y sacrificio, no habría llegado hasta aquí.

A mis hermanos Diego, Paul, e Israel, por ser mi inspiración y mi mayor
crítica. Gracias por su apoyo y por siempre creer en mí.

A mi director de tesis, el Ing. Daniel Cárdenas, por su invaluable guía y por
compartir su vasto conocimiento. Sus consejos y orientación fueron esenciales para la
culminación de este trabajo.

A mis amigas Karolayn y Camila, por su ánimo constante y por estar siempre
ahí en los momentos difíciles. Y a una persona que es especial en mi vida, Gabriela,
mi mejor compañía y mi apoyo incondicional, que fue fundamental para mantenerme
motivado y seguir adelante en lo que me propuse desde el primer día.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, directa o indirectamente,
contribuyeron a la realización de esta tesis. A todos ustedes, les dedico este logro con
profundo agradecimiento.

DEDICATORIA

Le doy primero gracias a Dios por darme esta gran oportunidad en mi vida esto va dedicado a mis queridos padres, cuyo amor y sacrificio han sido la base de mi fortaleza. Gracias por su constante apoyo, por creer en mí y por enseñarme que con dedicación y perseverancia todo es posible, la vida siempre da una oportunidad para seguir adelante y triunfar en esta vida.

Este logro también es para mis hermanos y familia, en especial para mis primos que son como mis hermanos por su alegría, complicidad y por ser siempre una fuente de motivación. Gracias por compartir este viaje conmigo y por estar siempre a mi lado.

A mis amigos, por su lealtad, sus risas y por hacer de este camino una experiencia inolvidable. Su compañía y apoyo han sido esenciales para llegar hasta este momento tan feliz de mi vida.

Y a todas aquellas personas que, de una manera u otra, han contribuido a la realización de esta tesis. Cada gesto de apoyo y cada palabra de aliento han sido un impulso vital en este recorrido.

RESUMEN

Cuenca, una ciudad en constante expansión en la provincia del Azuay en el Ecuador, enfrenta un gran desafío de congestión vehicular en donde existe una alta densidad de vehículos, especialmente durante horas pico. Es así que, considerando criterios técnicos de tráfico, seguridad vial y accesibilidad universal, se proponen mejoras específicas para mitigar la congestión vehicular, reducir los conflictos de tránsito y las condiciones seguras para todos los usuarios de la intersección entre la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril. El presente estudio tuvo como objetivo proponer una solución factible en la intersección descrita que permita mejorar la seguridad de la intersección, así como los niveles de servicio, este estudio se realizó con el propósito de obtener una solución proyectada a 20 años a futuro.

Para la elaboración de este trabajo se realizó la recolección de datos incluyendo dentro de esta la instalación de dos videocámaras para grabar el tráfico durante doce horas por tres días de la semana. Se realizaron conteos manuales y se clasificaron los vehículos, además de registrar los tiempos de los semáforos. Toda la información obtenida fue ingresada en el software Synchro, el cual permitió analizar el rendimiento de la red vial y proyectar su evolución mediante las matrices OD realizadas en el software Excel donde se pudo calcular la hora pico para el modelamiento en dicho programa. Este análisis facilitó la identificación de una solución al problema existente.

Con la información recabada para la proyección de 10 y 20 años en la intersección actual, se observó los puntos de conflictos existentes en cada giro

teniendo como nivel de servicio actual tipo C, que en 20 años será un nivel de servicio tipo F es por eso que, por medio de señalización y semaforización se espera reducir este nivel de servicio a tipo D con el tiempo proyectado. Logrando así mejorar la circulación vehicular con beneficios tanto para los peatones, medio ambiente y economía dentro de la ciudad obteniendo una mayor eficiencia dentro de la organización y gestión del tráfico.

Palabras clave:

Intersección, Criterios de tráfico, nivel de servicio, seguridad vial, accesibilidad universal

ABSTRACT

Cuenca, a city in constant expansion in the province of Azuay in Ecuador, faces a significant challenge of traffic congestion with a high vehicle density, especially during peak hours. Considering technical criteria for traffic, road safety, and universal accessibility, specific improvements are proposed to mitigate traffic congestion, reduce traffic conflicts, and ensure safe conditions for all users at the intersection of Avenida de los Juegos Bolivarianos and Avenida del Toril. This study aimed to propose a feasible solution for the described intersection that would improve safety and service levels, with a projection of the solution for 20 years into the future.

For the preparation of this work, data collection was carried out, including the installation of two video cameras to record traffic for twelve hours over three days a week. Manual counts were conducted, and vehicles were classified, in addition to recording traffic light timings. All the obtained information was entered into the Synchro software, which allowed the analysis of the road network's performance and its projection through OD matrices performed in Excel software, enabling the

calculation of peak hours for modeling in the program. This analysis facilitated the identification of a solution to the existing problem.

With the information gathered for the 10 and 20-year projection at the current intersection, conflict points were observed at each turn, with the current service level being type C, projected to become type F in 20 years. Therefore, through signaling and traffic light systems, it is expected to reduce this service level to type D within the projected time. This will improve vehicle circulation, benefiting pedestrians, the environment, and the economy within the city, achieving greater efficiency in traffic organization and management.

Keywords:

Intersection, Traffic Criteria, Service Level, Road Safety, Universal Accessibility

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introducción | 14 |
| 2 | Planteamiento del Problema | 15 |
| 3 | Antecedentes | 16 |
| 4 | Justificación | 19 |
| 5 | Delimitación..... | 21 |
| 6 | Objetivos..... | 22 |
| 6.1 | Objetivo General: | 22 |
| 6.2 | Objetivos Específicos: | 23 |
| 7 | Marco Teórico..... | 23 |
| 7.1 | Tránsito..... | 23 |
| 7.2 | Volumen de Transito | 24 |
| 7.3 | Diseño de Intersecciones | 24 |
| 7.3.1 | Tipos de intersecciones | 26 |
| 7.3.2 | Consideraciones para peatones, ciclistas en las intersecciones..... | 29 |
| 7.3.3 | Canalizadores e intersecciones | 30 |
| 7.4 | Isletas de Canalización | 31 |
| 7.4.1 | Isletas..... | 31 |
| 7.4.2 | Tipos de Isletas..... | 33 |
| 7.5 | Semaforización | 35 |
| 7.5.1 | Ventajas y Desventajas de la Semaforización | 36 |
| 7.5.2 | Semáforos..... | 37 |
| 7.5.3 | Distribución de los tiempos del semáforo | 40 |
| 7.5.4 | Colores de los semáforos..... | 41 |
| 7.5.5 | Señalización vial o Marcas..... | 43 |
| 7.6 | TPDA..... | 44 |
| 7.6.1 | Clasificación Vehicular | 44 |

| | | |
|-------|--|----|
| 7.6.2 | Volúmenes de tránsito o totales | 45 |
| - | Tránsito anual (TA):..... | 45 |
| - | Tránsito mensual (TM) | 45 |
| 7.6.3 | Volúmenes de tránsito promedio diarios..... | 46 |
| - | Volumen horario de proyecto (VHP) | 47 |
| 7.7 | Software de modelamiento con SYNCHRO | 48 |
| 8 | Marco Metodológico..... | 49 |
| 8.1 | Levantamiento Topográfico con Dron | 50 |
| 8.2 | Levantamiento con Ortofoto..... | 51 |
| 9 | Descripción del Área de Estudio de la Intersección de la hora pico..... | 55 |
| 10 | Conteo Vehicular..... | 58 |
| 11 | Cálculo del TPDA | 61 |
| 12 | Evaluación de Niveles de Servicio mediante SYNCHRO | 68 |
| 13 | Cálculo del Transito Promedio Diario Anual (TPDA)..... | 70 |
| 14 | Resultados | 79 |
| 14.1 | Puntos de conflicto actuales en la intersección..... | 79 |
| 14.2 | Modelación del escenario actual en el software synchro | 81 |
| 14.3 | Modelación del escenario para 20 años con proyección para el 2044 en el software synchro | 82 |
| 14.4 | Solución Propuesta para la intersección | 84 |
| 15 | Presupuesto..... | 88 |
| 16 | Conclusiones | 89 |
| 17 | Recomendaciones | 90 |
| 18 | Referencia bibliografía | 90 |

TABLA DE ILUSTRACIONES

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Zona donde se especifica la ciudad | 21 |
|------------------|--|----|

| | |
|--|----|
| Figura 2. Zona de estudio..... | 22 |
| Figura 3. Canalizadores e Intersecciones..... | 30 |
| Figura 4. Isletas..... | 32 |
| Figura 5. Isletas Canalizadoras..... | 34 |
| Figura 6. Isletas Separadoras..... | 34 |
| Figura 7. Isletas de Refugio..... | 35 |
| Figura 8. Ciclo Semafórico..... | 38 |
| Figura 9. Semáforos tiempo fijo..... | 38 |
| Figura 10. Señalización Vial o Marcas..... | 43 |
| Figura 11. Clasificación de los Vehículos..... | 45 |
| Figura 12. Modelamiento en Synchrono de la intersección vial..... | 49 |
| Figura 13. Levantamiento con el dron MAVIC 2 PRO..... | 51 |
| Figura 14. Levantamiento con ortofoto..... | 52 |
| Figura 15. Posiciones iniciales de la imagen..... | 52 |
| Figura 16. Imagen computarizada..... | 53 |
| Figura 17. Incertidumbres absolutas de la posición de la cámara..... | 53 |
| Figura 18. Coincidencias de puntos clave en 2D..... | 54 |
| Figura 19. Estadística de persiana enrollables..... | 55 |
| Figura 20. Intersección en diferentes ramales..... | 56 |
| Figura 21. Intersección de estudio..... | 57 |
| Figura 22. Ubicación de Cámara 1..... | 59 |
| Figura 23. Ubicación de Cámara 2..... | 60 |
| Figura 24. Colocar los datos en Synchrono de cada estación con sus respectivos giros..... | 68 |
| Figura 25. Configuración en los ciclos semafóricos..... | 69 |
| Figura 26. Optimización automática de los ciclos semafóricos..... | 69 |
| Figura 27. Se obtiene los reportes de los niveles de servicio de la intersección..... | 70 |
| Figura 28. Puntos de conflicto de la primera intersección..... | 80 |
| Figura 29. Puntos de conflicto de la segunda intersección..... | 80 |
| Figura 30. Modelación actual nivel de servicio tipo C..... | 81 |
| Figura 31. Reporte de la intersección con un nivel de servicio tipo C..... | 82 |
| Figura 32. Modelación actual nivel de servicio tipo Modelación actual nivel de servicio tipo F..... | 83 |
| Figura 33. Reporte de la intersección con un nivel de servicio tipo F..... | 84 |
| Figura 34. Modelación actual nivel de servicio tipo D..... | 85 |
| Figura 35. Reporte de la intersección con un Nivel de servicio D..... | 85 |
| Figura 36. Plano de la solución propuesta..... | 86 |
| Figura. 37. Nuevos puntos de conflicto de la intersección..... | 87 |
| Figura 38. Nuevos puntos de conflicto de la intersección dos..... | 88 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Formato de hora pico..... | 57 |
| Tabla 2 Formato de conteo vehicular..... | 60 |
| Tabla 3 Esquema del resumen diario de conteo vehicular por hora..... | 61 |
| Tabla 4 Giros totales que se dan de siete de la mañana a siete de la noche..... | 62 |
| Tabla 5 Factores semanales..... | 63 |
| Tabla 6 Consumo de combustible del año 2021 en el Azuay..... | 64 |
| Tabla 7 Tasa de saturación..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Tabla 8 Grafica de la tasa de saturación..... | 66 |
| Tabla 9 Resumen diario de tráfico Estación 1..... | 71 |
| Tabla 10 Resumen diario de tráfico Estación 2 por hora..... | 72 |
| Tabla 11 Resumen diario de tráfico Estación 3..... | 72 |
| Tabla 12 Resumen diario de tráfico 1 Intersección 2..... | 73 |
| Tabla 13 Resumen diario de tráfico Estación 2 de la Intersección 2..... | 74 |
| Tabla 14 Resumen diario de tráfico Estación 3 de la Intersección 2..... | 74 |
| Tabla 15 Resumen diario de tráfico Estación 4 de la Intersección 2..... | 75 |
| Tabla 16 Conteo vehicular de cada ramal..... | 76 |
| Tabla 17 Proyección de vehículos livianos modelos logísticos de la ciudad de Cuenca..... | 77 |
| Tabla 18 Tasa de crecimiento vehicular..... | 78 |
| Tabla 19 Tasa de crecimiento vehicular..... | 78 |
| Tabla 20 Proyecciones del TPDA..... | 79 |
| Tabla 21 Proyecciones del TPDA..... | 79 |
| Tabla 22 Presupuesto..... | 88 |

1 Introducción

En la dinámica ciudad de Cuenca, situada en la provincia del Azuay, Ecuador, el crecimiento urbano continuo ha generado desafíos significativos en la gestión del tráfico y la movilidad urbana. Entre los puntos críticos identificados se encuentra la intersección entre la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril, donde convergen flujos vehiculares de alta densidad y diversas necesidades de acceso peatonal. Muchas ciudades se enfrentan a serios problemas de transporte urbano debido al número creciente de vehículos en circulación (Lozano, Torres, & Antún, 2003).

Esta intersección no solo constituye un punto neurálgico en el sistema vial de la ciudad, sino también un nodo vital para la conectividad urbana y regional. Sin embargo, su diseño actual presenta limitaciones que afectan la eficiencia del tránsito, la seguridad de los usuarios y la accesibilidad para personas con movilidad reducida. Estos desafíos se ven agravados por el crecimiento constante de la población y el parque vehicular, así como por la diversificación de los modos de transporte y las demandas cambiantes de los usuarios, y en la demostración de la viabilidad y efectividad de acciones concretas para solucionar este problema.

Para abordar estos retos de manera efectiva, es fundamental considerar criterios técnicos avanzados en el diseño de infraestructura vial, así como estrategias innovadoras en la gestión del tráfico y la planificación urbana. Este estudio propone señalización y semaforización que optimicen tanto la operación como el funcionamiento de la intersección, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos y fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad de Cuenca. Como propuestas de señalización se establece señales de prohibición de giros, señales de flechas

direccionales, semáforos con flechas y marcas viales de líneas continuas, mejorando la eficiencia del tráfico.

Este estudio se centra en abordar estos desafíos mediante metodologías avanzadas de simulación, utilizando específicamente el software Synchro. Esta herramienta permite modelar y analizar el comportamiento del tráfico en tiempo real, optimizar los tiempos de los semáforos y proponer mejoras en la infraestructura vial. La metodología se basa en el análisis estadístico y la observación directa para recopilar información sobre la cantidad de vehículos que transitan por esta intersección, los horarios de mayor afluencia, los puntos críticos de congestión y los tiempos de espera de los conductores, lo que se conoce como un estudio completo de TPDA (tránsito promedio diario anual).

2 Planteamiento del Problema

En la intersección se ha sido identificado una gran cantidad de puntos de conflicto dentro de las horas pico en el horario de siete a ocho de la mañana. Seguidamente se evidenció que dentro del horario de doce a una de la tarde y de cinco a siete de la noche los vehículos experimentaron largas demoras y tiempos de espera en cada giro. Así mismo, se encontraron problemas con los peatones al no respetar los pasos cebras y los ciclos semafóricos. Es por esto que se implementa medidas que garanticen un tránsito seguro y fluido para los peatones. El objetivo principal de este estudio es analizar y optimizar utilizando el software SYNCHRO para mejorar en el flujo vehicular, reducir las demoras, tiempos de espera y mejorar la seguridad vial, con la reconfiguración de los carriles al momento de realizar los giros de frente, izquierda o derecha para mejorar su capacidad y reducir la cola de vehículos.

3 Antecedentes

En el siglo XXI, la movilidad se ha convertido en una de las principales preocupaciones de los ciudadanos. El modelo de expansión no controlada de las ciudades y el fracaso del urbanismo reciente han llevado a una situación en la que el ciudadano común ha pasado de depender del transporte público a depender del vehículo privado, aunque siempre limitado por las grandes distancias territoriales. Además, se ha agregado un nuevo desafío: las distancias funcionales que hacen que los centros urbanos sean prácticamente inaccesibles para los peatones (Ministerio de Obras Publicas, 2023).

Por esta razón, la toma de decisiones en el ámbito de la movilidad sostenible ha cobrado gran relevancia en la planificación y gestión urbanas. De hecho, las estrategias de ordenación territorial de nuestras ciudades están evolucionando hacia un enfoque que considera estas nuevas realidades.

Los sistemas de movilidad ofrecen ventajas a la comunidad al facilitar el acceso de las personas a los recursos y servicios necesarios para su progreso. No obstante, el enfoque actual en movilidad presenta desafíos que impactan negativamente en el medio ambiente, la economía, la cohesión social y, en última instancia, en la calidad de vida de los habitantes.

Por este motivo, la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible de Ecuador (PNMUS), respaldada por la Constitución de la República y la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, junto con los compromisos internacionales como el Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, establece el marco legal que permitirá a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) mejorar las condiciones de movilidad en sus regiones. Esto busca reducir el impacto ambiental de los desplazamientos de personas y mercancías,

promoviendo ciudades más sostenibles. Gracias a la política, las ciudades recibirán respaldo para ejecutar programas, planes y proyectos que faciliten a las personas desplazarse de forma más efectiva, lo que implica menos tiempo y consumo de energía. Esto resultará en ahorros significativos tanto para los ciudadanos como para el gobierno.

Dentro de la PNMUS, las autoridades locales también podrán fomentar la creación de ciudades más densas, compactas y propicias para el peatón, a escala humana. Esto permitirá una distribución más equitativa del espacio vial, priorizando formas de transporte sostenible como caminar y el transporte público. El objetivo es impulsar la recuperación económica y mejorar los espacios públicos.

Con el fin de asegurar los derechos de los ciudadanos a vivir en un entorno seguro y saludable, disfrutar de una vida digna y aprovechar plenamente los recursos urbanos, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), en cumplimiento de las leyes nacionales y los compromisos internacionales, ha llevado a cabo un proceso participativo para elaborar la PNMUS. Este proceso involucró a diversos sectores como el público, privado, académico y la sociedad civil, con el propósito de proporcionar a los Gobiernos Autónomos Descentralizados las herramientas técnicas, legales y de financiamiento necesarias para promover el desarrollo y la movilidad urbana sostenible en sus áreas, en beneficio de la ciudadanía.

La correcta integración de sistemas de transporte masivo con el transporte convencional, como la unificación de tarifas, la coordinación de rutas, horarios y paradas, ofrecería una ventaja inmediata al transporte público en comparación con los medios individuales. Las ciudades intermedias del país tienen la oportunidad de implementar soluciones para mejorar su movilidad antes de que los problemas de congestión y contaminación se vuelvan inmanejables. El fomento de la movilidad no

motorizada, como la creación de ciclovías y la mejora de las aceras para peatones, junto con la organización de los sistemas de autobuses, pueden afectar mucho a la calidad de vida de sus residentes.

La seguridad vial es un asunto de gran importancia, y desde el inicio se han implementado medidas para disminuir los accidentes. En el año 2019, Ecuador registró una tasa de 20 fallecimientos por cada 100.000 habitantes, lo que significa que 2.180 personas perdieron la vida en accidentes de tránsito, una cifra superior al promedio de América Latina y el Caribe.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), con el respaldo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la colaboración de diversos actores del sector transporte, ha elaborado la Estrategia Nacional de Movilidad Segura 2022-2030 (ES-SEGURA), en consonancia con el Decenio de Acción para la Seguridad Vial (2021-2030) de las Naciones Unidas, que reafirma el compromiso global de reducir las muertes por accidentes de tráfico en un 50% para el año 2030.

La ES-SEGURA es una herramienta estratégica de planificación que tiene como objetivo principal salvar más de 10.000 vidas, disminuyendo en un 50% los fallecimientos y las lesiones graves en accidentes de tráfico, lo que supone un ahorro económico de 5 millones para el país.

La implementación de la Accesibilidad Universal implica realizar ajustes en los entornos, productos y servicios municipales para eliminar las barreras existentes, ya sean relacionadas con la movilidad, el conocimiento o los sentidos. Además, es esencial reconocer que cualquier nueva planificación o diseño debe considerar la diversidad de los habitantes de la ciudad y estar libre de obstáculos. Las ciudades deben planificarse, organizarse y administrarse de manera que se consideren las características físicas, funcionales, culturales, etc., de la población, para promover la

inclusión, garantizar el ejercicio de las libertades fundamentales y asegurar la condición de ciudadanía para todos sus residentes.

Mediante el programa Barrio para mejor vivir fase II publicada en agosto de 2016 se estableció un proyecto de obras viales y mejoras urbanísticas en la intersección de la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril en Cuenca, Ecuador, se enmarca en el contexto de un plan integral de mejoramiento de la infraestructura urbana promovido por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal del cantón Cuenca. La intervención prevista incluye una serie de trabajos esenciales para mejorar la movilidad y la seguridad en esta área clave de la ciudad (Ministerio de Obras Publicas, 2023).

4 Justificación

La intersección vial en la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril está en una zona de alto tráfico, como punto de conexión vital entre los sectores del parque industrial y los del norte de la ciudad. Esta situación conlleva un flujo constante de vehículos y peatones que atraviesan la zona, generando un ambiente de congestión y riesgo para la seguridad vial (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022).

La presencia de una cicloavía en este contexto añade una capa adicional de complejidad y peligro. Los ciclistas y peatones que usan esta vía para desplazarse se enfrentan a un riesgo considerable por la falta de medidas de seguridad adecuadas. La presencia cicloavía en un área de alto tráfico vehicular sin una separación física adecuada aumenta la probabilidad de accidentes y lesiones graves.

Además, la falta de conectividad de la cicloavía construida en la zona agrava la situación. La intersección carece de infraestructuras peatonales y ciclistas que permitan un desplazamiento seguro y eficiente para aquellos que optan por medios de

transporte alternativos. Esta falta de soluciones adecuadas para peatones y ciclistas resulta en una intersección conflictiva, donde la coexistencia entre distintos tipos de usuarios de la vía se ve comprometida.

Por lo tanto, es imperativo abordar esta problemática mediante la implementación de soluciones peatonales y ciclistas adecuadas. Esto incluiría la creación de pasos de cebra seguros, la instalación de señalización específica para ciclistas, así como la implementación de medidas de calmado de tráfico para reducir la velocidad de los vehículos en la zona. Además, se requerirá una evaluación exhaustiva de la infraestructura vial existente para garantizar que se adapte a las necesidades de todos los usuarios de la vía y se promueva un entorno seguro y accesible para la comunidad en su conjunto. La importancia de abordar los problemas de seguridad vial y la necesidad de implementar soluciones que promuevan la seguridad y la accesibilidad para todos los usuarios de la vía.

En esta intersección existen estos problemas: realizar la seguridad vial de la intersección con movilidad vial para comprobar si es óptima y evaluar el nivel de servicio de la vía. Se analizó la cantidad de vehículos que atraviesan la intersección diariamente y por hora comprobando un alto volumen de tráfico identificando posibles problemas de congestión, las estadísticas de siniestros de tráfico y diagramas de colisión en la intersección para identificar patrones y áreas problemáticas, se ha detectado también que las horas pico de siete a nueve de la mañana, también se detectó largas colas de carros y esto causa problemas en la fluidez del tráfico, ahora en la condiciones que se encuentra la infraestructura de la intersección examinando las condiciones de visibilidad, señalización de peatones, ciclistas y vehículos donde se ve el desgastamiento en el diseño de carriles.

5 Delimitación

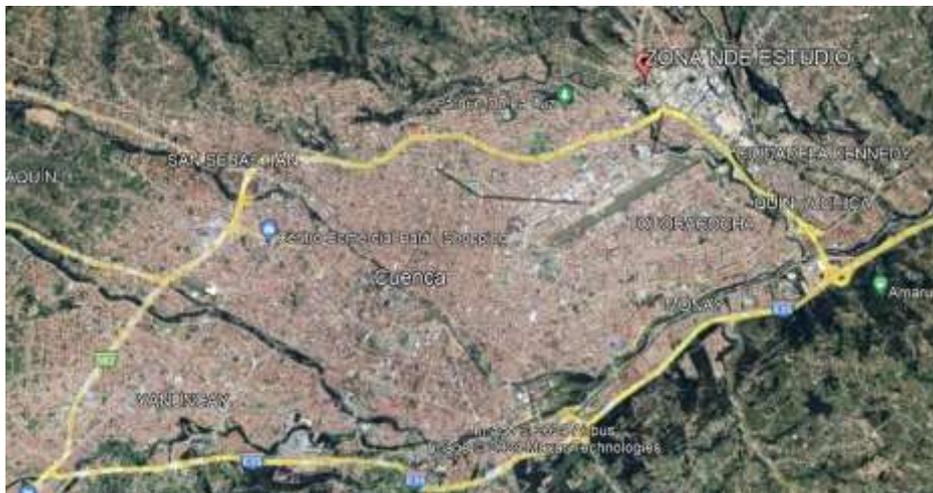
La zona de estudio está ubicada la intersección entre la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril, en la provincia del Azuay, en la zona norte de la ciudad de Cuenca.

Se realizó un estudio de tráfico vehicular durante tres días por doce horas. Se inicio el 6 de junio del año 2024 y se finalizó el 12 de junio del año 2024, los días lunes, jueves y sábado. Con un horario de siete de la mañana a siete de la noche, teniendo como coordenadas por el Norte 9682370.54 m S y por el Este 724037.40 m E.

A continuación, en las siguientes gráficas identificamos la ubicación geográfica del área de estudio:

Figura 1.

Zona donde se especifica la ciudad



Nota. Delimitación de la ciudad de cuenca. Tomado de Google Maps.

Figura 2.

Zona de estudio



Obtenido de Google Earth

Figura 3.

Ubicación geográfica del área de estudio



Obtenido de Google Maps

6 Objetivos

6.1 Objetivo General:

Realizar una solución vial de la intersección de la Av. De los Juegos Bolivarianos y la Av. del Toril, considerando criterios de tráfico, seguridad vial y accesibilidad universal.

6.2 Objetivos Específicos:

- Proponer alternativas de solución para la intersección de la Av. De los Juegos Bolivarianos y la Av. del Toril.
- Identificar la problemática dentro de una intersección.
- Ejecutar cambios en la intersección para reducir los tiempos de espera y mejorar la fluidez del tráfico.
- Estudiar e identificar los criterios de seguridad vial enfocados para mejorar la movilidad y seguridad
- Implementar medidas de prevención para conductores, peatones y ciclistas, con el fin de promover el respeto a las normas de tráfico.
- Realizar un conteo vehicular para conocer el volumen y tipo de tráfico que circula por esta zona y conseguir un TPDA correcto.

7 Marco Teórico

7.1 Tránsito

Para la construcción de una vía, es necesario conocer el número tentativo de vehículos que circularán por la misma, esto nos brindará información para los servicios que va a ser construida la vía por lo que afecta de manera directa al diseño geométrico de esta. Es ilógico diseñar una vía o en las intersecciones sin contar con suficiente información sobre el tráfico, ya que dicha información es requerida para establecer las cargas necesarias para el diseño geométrico (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

Los datos de tráfico deben contemplar el volumen de vehículos tanto diario como por hora, así como la clasificación de los vehículos según su tipo y peso. Adicionalmente, las estadísticas de accidentes de tráfico y los diagramas de colisiones

son valiosos para optimizar las condiciones geométricas de una intersección, entre otros factores.

7.2 Volumen de Transito

El Tránsito Promedio Diario, abreviado como TPDA, es el volumen total de tráfico que circula por una carretera en un año dividido por 365 días, lo que representa el volumen promedio diario de tráfico. Este valor es importante para determinar los costos anuales y la dimensión de los elementos estructurales y funcionales de la carretera.

7.3 Diseño de Intersecciones

El diseño de intersecciones a nivel requiere la recopilación de datos de tráfico, la consideración de diferentes diseños opcionales con sus respectivas ventajas, y la creación de un diseño definitivo que cumpla con los estándares necesarios. Sea cual sea el tipo de intersección, es esencial considerar los siguientes principios durante su diseño (Uribe, 2019).

Se puede dirigir el flujo de tráfico y reducir la probabilidad de conflictos en áreas específicas, como las intersecciones en forma de T o Y, utilizando islas para canalizar el tránsito y disminuir el espacio donde pueden ocurrir problemas.

Disminuir las áreas de posible confrontación puede lograrse al restringir los movimientos en una intersección, como, por ejemplo, la prohibición de girar a la izquierda. Además, es posible emplear dos intersecciones en forma de T en lugar de una en forma de cruz, lo que disminuye las posibles áreas de enfrentamiento entre los vehículos que transitan por las intersecciones.

Disminuir la velocidad al acercarse a intersecciones perpendiculares resulta en una mejor capacidad de detención; además, se puede instalar elementos como islas para canalizar el tráfico y prevenir adelantamientos cerca de las intersecciones.

Optimizar los desplazamientos del tráfico prioritario conlleva a una mejora tanto en la eficiencia como en la capacidad de la intersección. Mediante el empleo de islas, se puede dirigir el flujo vehicular de manera que se eviten maniobras riesgosas por parte de los conductores, lo cual reduce la posibilidad de siniestros. Especialmente en intersecciones con calles de gran amplitud, es fundamental.

Colocar la señalización y marcas respectivas para los usuarios con sus señales para que puedan los conductores maniobrar de manera segura en cada intersección se los debe alertar ya que esto puede hacer para que reduzcan la velocidad. Es esencial instalar sistemas de iluminación en los cruces viales para asegurar la protección tanto de peatones como de conductores, ciclistas y otros usuarios de la vía.

Niveles de servicio

Nivel de servicio A

- La velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor
- Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarle sin sufrir demora
- Condiciones de circulación libre y fluida

Nivel de servicio B

- La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos
- Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas
- Circulación estable a alta velocidad

Nivel de servicio C

- La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos
- Aumento de demoras de adelantamiento
- Formación de colas poco consistentes

- Nivel de circulación estable

Nivel de servicio D

- Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes
- Formación de colas en puntos localizados
- Dificultad para efectuar adelantamientos
- Condiciones inestables de circulación

Nivel de servicio E

- Velocidad reducida y uniforme para todos los vehículos, del orden de 40-50 km/h
- Formación de largas colas de vehículos
- Imposible efectuar adelantamientos
- Define la capacidad de una carretera

Nivel de servicio F

- Formación de largas y densas colas
- Circulación intermitente mediante parones y arrancadas sucesivas
- La circulación se realiza de forma forzada

7.3.1 Tipos de intersecciones

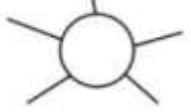
Las intersecciones son puntos críticos en la red vial donde convergen varias vías, lo que genera áreas de potencial conflicto entre vehículos. La eficiencia y seguridad de estas intersecciones son determinantes para el flujo de tráfico en las calles que desembocan en ellas. Por lo tanto, es fundamental mejorar tanto su seguridad como su capacidad para optimizar el tránsito vehicular.

- Intersecciones en T: Convergen tres vías, formando una T.

- Intersecciones en Y: Tres vías se encuentran en forma de Y.
- Intersecciones en Cruz: Cuatro vías se cruzan, formando una cruz.
- Intersecciones en X: Similar a las en cruz, pero con un ángulo de convergencia diferente.
- Escalonadas: Las vías se encuentran de manera desalineada.
- Multivías: Más de cuatro vías convergen en un solo punto.
- Múltiple: Convergencia de varias vías en diferentes ángulos y direcciones.
- Giratorias: Rotondas donde las vías convergen y se organizan mediante un flujo circular.

Figura 4.

Tipo de Intersecciones

| | Perpendiculares | Oblicuas |
|----------------|--|---|
| Tres ramales |  En T |  En Y |
| Cuatro ramales |  En cruz |  En X |
| Múltiple |  | |
| Giratoria |  | |

Obtenido de Manual de Carreteras

Al diseñar intersecciones, es crucial tener en cuenta las necesidades y particularidades de peatones y ciclistas para asegurar un tránsito seguro y cómodo para estos grupos de usuarios (Mata, 2016).

En las intersecciones, es esencial asegurar que los peatones dispongan del tiempo adecuado para cruzar antes de que los vehículos comiencen a moverse. Este

cálculo se basa en una velocidad de caminata promedio que varía entre 1.2 m/s y 1.35 m/s.

Las intersecciones seleccionadas deben tener distancias cortas entre las aceras para evitar problemas de separación. En casos donde la distancia entre aceras es considerable, se recomienda la instalación de islas de seguridad para proporcionar a los peatones un lugar seguro donde puedan detenerse temporalmente (Mata, 2016).

Independientemente del tipo de intersección, es fundamental considerar los siguientes principios en su diseño:

Primero, es fundamental minimizar las áreas de posibles conflictos, especialmente en intersecciones en T o Y, utilizando islas para canalizar el tráfico y reducir los puntos de conflicto. Prohibir ciertos movimientos, como los giros a la izquierda, y usar carriles alternos para separar diferentes maniobras en la misma intersección también ayuda a disminuir los potenciales puntos de conflicto. Además, las corrientes de tráfico deben unirse en ángulos pequeños y cruzarse en ángulo recto para reducir la severidad de los choques y facilitar a los conductores la apreciación de la distancia y velocidad de los vehículos en la otra vía. Es crucial reducir la velocidad en las aproximaciones a intersecciones en ángulo recto, mediante la colocación de islas que canalicen el tráfico y eviten rebasamientos cercanos a las intersecciones.

Los vehículos de baja velocidad o estacionados deben ser removidos del flujo principal para disminuir la probabilidad de choques. Priorizar los movimientos del tráfico de mayor importancia mejora tanto la capacidad como la eficiencia de la intersección. El uso de islas también puede desalentar movimientos peligrosos y proporcionar refugios seguros para peatones, especialmente en intersecciones de caminos anchos. Además, se debe proveer señalización adecuada como "pare" y "ceda el paso" para guiar a los conductores de manera segura, controlar los accesos en el

área de influencia de una intersección, y asegurar lugares seguros para los dispositivos de control de tráfico. Por último, es vital alertar a los conductores con señalización previa a las intersecciones y asegurar una buena iluminación para la seguridad tanto de peatones como de usuarios de vehículos motorizados (Mata, 2016).

7.3.2 Consideraciones para peatones, ciclistas en las intersecciones.

La mayor parte de los esfuerzos para mejorar la infraestructura vial se ha enfocado en satisfacer las necesidades de los vehículos motorizados. Sin embargo, esto a menudo resulta en condiciones desfavorables para la movilidad de ciclistas, peatones y personas con discapacidad. Debido a la frecuente congestión vehicular, un número creciente de usuarios opta por caminar o usar bicicletas. Por lo tanto, es esencial considerar las necesidades de peatones y ciclistas en las intersecciones, que son puntos cruciales de cruce, para asegurar una circulación segura y cómoda para todos (Mata, 2016).

A continuación, se detallan algunos factores que influyen en la necesidad de infraestructura adecuada para ciclistas y peatones:

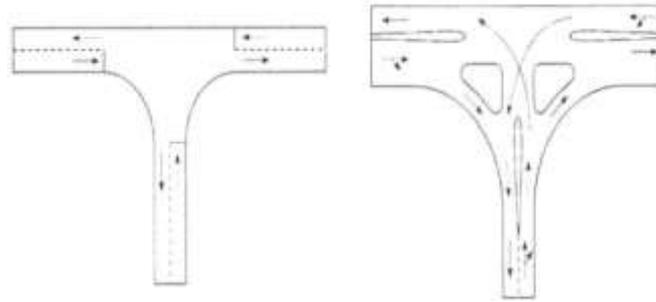
- **Influencia de la topografía:** El terreno puede afectar la facilidad con la que los peatones y ciclistas se desplazan.
- **Poseción de vehículos:** La cantidad de personas que poseen vehículos influye en el número de peatones y ciclistas.
- **Características del territorio de la ciudad:** La disposición urbana y la planificación territorial determinan las rutas y la accesibilidad.
- **Confianza y seguridad:** La percepción de seguridad afecta la disposición de las personas a caminar o usar la bicicleta.
- **Calidad y provisión de las facilidades:** La infraestructura disponible, como carriles para bicicletas y aceras, es crucial para una movilidad segura y eficiente.

7.3.3 Canalizadores e intersecciones

En la siguiente ilustración representa los tipos de maniobras que pueden existir en una intersección.

Figura 3.

Canalizadores e Intersecciones



Obtenido de (Mata, 2016, Diseño de intersecciones urbanas)

En el diseño de intersecciones, es esencial considerar el uso de canalizadores para gestionar el flujo de tráfico y alcanzar la capacidad deseada. A continuación, se presentan algunas recomendaciones clave para la implementación de canalizadores en intersecciones:

- Reducción de conflictos: Utilizar canalizadores para definir rutas claras y evitar el caos en el tráfico, disminuyendo así la probabilidad de accidentes (Mata, 2016).
- Alineación de caminos: Diseñar intersecciones con caminos perpendiculares, con ángulos entre 60° y 120° , para minimizar los conflictos entre vehículos.
- Paralelismo en caminos convergentes o divergentes: Mejorar la circulación y seguridad recomendando ángulos entre 10° y 15° para los caminos que convergen o divergen.
- Dirección del flujo vehicular: Utilizar canalizadores para guiar el tráfico y evitar movimientos desordenados.
- Control de la velocidad: Implementar curvas ajustadas o carriles estrechos para limitar la velocidad en las intersecciones, aumentando así la seguridad.

- Visibilidad y distancia de frenado: Asegurar que los conductores tengan una buena visibilidad basada en la distancia de frenado para poder maniobrar y evitar accidentes.
- Simplificación de trayectorias: Diseñar trayectorias vehiculares claras y simples para evitar confusiones que podrían llevar a errores y aumentar el riesgo de accidentes.
- Comodidad en las maniobras: Asegurar que las trayectorias de los vehículos en una intersección sean cómodas y fáciles de seguir para no afectar la fluidez del tráfico.
- Áreas seguras para peatones: Es crucial tener zonas designadas para peatones en las intersecciones, especialmente cuando los ramales tienen dos o más carriles en cada dirección, y cuando los semáforos no garantizan completamente la seguridad de los peatones.

7.4 Isletas de Canalización

7.4.1 Isletas

Una isleta, ya sea central o lateral, es una zona delimitada entre los carriles de tráfico que se utiliza para regular el movimiento de los vehículos y proporcionar seguridad a los peatones. Su forma puede variar, desde bordillos verticales hasta áreas pavimentadas delimitadas por pintura en el suelo. Cuando las isletas organizan el flujo de tráfico en una intersección, esta se denomina intersección canalizada (Mata, 2016).

Figura 4.

Isletas



Obtenido de Google Maps

Las intersecciones a nivel, especialmente aquellas con amplias áreas pavimentadas, suelen generar falta de control entre los conductores, requieren cruces prolongados para los peatones y presentan zonas pavimentadas que no se utilizan plenamente. Incluso en intersecciones simples, algunos vehículos pueden desviarse de sus trayectorias naturales. El uso de isletas en estos casos ayuda a reducir tanto la frecuencia como la gravedad de los conflictos en la intersección (Mata, 2016).

Las principales funciones de las isletas son:

- Separar conflictos potenciales: Ayudan a mantener a los vehículos en sus carriles y evitan que se crucen caminos de manera desordenada.
- Regular el ángulo de los conflictos: Ajustan los ángulos en los puntos de intersección para reducir la gravedad de posibles colisiones.
- Disminuir el espacio pavimentado: Reducen las áreas pavimentadas que no son utilizadas, lo que mejora la eficiencia de la intersección.

- Dirigir el flujo del tráfico: Orientan a los vehículos para que sigan trayectorias más seguras y organizadas.
- Facilitar movimientos comunes: Simplifican los giros y cruces, haciendo que los movimientos más comunes sean más seguros.
- Proteger a los peatones: Ofrecen áreas seguras donde los peatones pueden detenerse mientras cruzan las calles.
- Ofrecer protección a los vehículos: Proveen un espacio seguro para vehículos que están girando o cruzando.
- Ubicación para dispositivos de control de tráfico: Sirven como lugares estratégicos para la colocación de señales y otros dispositivos de control de tráfico.
- Intersecciones a Nivel
- Las intersecciones a nivel, especialmente las amplias y pavimentadas, pueden causar falta de control entre los conductores y requerir cruces prolongados para los peatones, lo que incrementa el riesgo de accidentes. El uso de isletas en estos casos es crucial para reducir tanto la frecuencia como la severidad de los conflictos (Mata, 2016).

Estas estrategias ayudan a mejorar la seguridad y la eficiencia en las intersecciones, beneficiando tanto a los conductores como a los peatones.

7.4.2 Tipos de Isletas

1. Isletas Canalizadoras

Las isletas canalizadoras deben ser posicionadas de manera que el trayecto correcto sea evidente, fluido y fácil de seguir, permitiendo que el tráfico en la misma dirección converja con ángulos reducidos y que los cruces se realicen cerca de los 90 grados. Los radios de las curvas que rodean las isletas deben ser iguales o superiores al mínimo requerido para las velocidades de giro anticipadas (RR Studio Arquitectura y Diseño, 2013).

Figura 5.

Isletas Canalizadoras



Obtenido de Google Maps

2. Isletas Separadoras

En intersecciones de carreteras sin dividir, puede ser útil instalar isletas en las entradas para regular el tráfico. Estas isletas benefician especialmente a los vehículos que giran a la izquierda en intersecciones en diagonal. Se muestran las isletas que separan el tráfico en dirección contraria y en la misma dirección, permitiendo el acceso a servicios o tráfico lateral (RR Studio Arquitectura y Diseño, 2013).

Figura 6.

Isletas Separadoras



Tomado de Gobernación del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina

[Fotografía] Oficina de Prensa y Comunicaciones, 2013, sanandres.gov.co

3. **Isletas de Refugio**

Estas isletas se sitúan en o cerca de los cruces peatonales para brindar asistencia y seguridad a los peatones al atravesar la calle. Además de los principios generales aplicables al diseño de isletas, las isletas de refugio deben incorporar bordillos verticales.

Figura 7.

Isletas de Refugio



Tomado de Láminas y Aceros [Fotografía]

Hernández, 2021, blog.laminasyaceros.com

7.5 **Semaforización**

Con el paso del tiempo, la semaforización se ha vuelto indispensable en el aumento del tráfico y los accidentes que ha generado la necesidad de desarrollar sistemas más avanzados de control de tráfico, destacándose el uso de semáforos. En las grandes ciudades del mundo, es indispensable contar con sistemas sofisticados de semaforización, que incluyen la coordinación computarizada y la integración de detectores automáticos de vehículos. Estos sistemas permiten ajustar dinámicamente el tiempo asignado a cada acceso de las intersecciones, lo que ha facilitado la implementación de estrategias para controlar el tráfico durante las diferentes horas del

día, mediante programas específicos diseñados para períodos de alta y baja demanda (Cal & Cárdenas, 2018).

Antes de instalar y activar un semáforo, es crucial realizar un estudio exhaustivo de las condiciones de la intersección y del tráfico, asegurándose de cumplir con los requisitos establecidos por la experiencia o los Manuales de Dispositivos para el Control del Tránsito. Además, es fundamental verificar que el sistema de semáforos responda adecuadamente a las necesidades del tráfico una vez que esté en funcionamiento, realizando los ajustes necesarios si fuera necesario.

7.5.1 Ventajas y Desventajas de la Semaforización

Antes de instalar y activar un semáforo, es esencial realizar un análisis exhaustivo de las condiciones de la intersección y del tráfico, asegurándose de cumplir con los estándares establecidos por la experiencia o indicados en los Manuales de Dispositivos para el Control del Tránsito. Además, cuando el sistema de semáforos funcione, es importante verificar que responda adecuadamente a las necesidades del tráfico y realizar los ajustes necesarios si fuera necesario, se podrán evidenciar las desventajas que pueden surgir en comparación con otros métodos de control de tráfico.

Ventajas

- Dirige el flujo de tráfico y, en ocasiones, al asignar correctamente quién tiene el derecho de paso en la intersección, mejora la capacidad de las calles.
- Disminuye la incidencia de ciertos tipos de accidentes.
- Al ajustar los intervalos de manera adecuada, es posible coordinarlos para mantener un flujo de tráfico constante o casi constante a una velocidad uniforme en una ruta específica. Sin embargo, en algunos casos, puede ser necesario reducir esta velocidad constante por razones de seguridad.

- Posibilitan la interrupción periódica del intenso flujo de tráfico en una calle principal para permitir el paso de vehículos y peatones desde las calles que cruzan perpendicularmente.
- En áreas escolares, contribuyen a aumentar la seguridad de los estudiantes al cruzar.
- En la mayoría de los casos, suponen un ahorro significativo debido a su mayor eficacia en el control del tráfico en comparación con otras alternativas como señales de tráfico o agentes de policía (Cal & Cárdenas, 2018).

Desventajas

- Ocasionan demoras injustificadas para ciertos usuarios, especialmente cuando el flujo de tráfico es bajo, ya que las luces rojas permanecen encendidas durante períodos prolongados o el ciclo completo del semáforo es excesivamente largo, lo que resulta en molestias debido a la espera prolongada.
- Generan una reacción negativa por parte del público, lo que puede llevar a una falta de respeto hacia los semáforos o hacia las autoridades encargadas de su gestión.
- Aumentan la probabilidad de accidentes de tipo alcance, debido a los cambios inesperados en el color de los semáforos.
- Crean escenarios que favorecen las colisiones debido a los cambios imprevistos en el color del semáforo.
- Debido a su rutina predecible, inspiran confianza en los conductores, lo que podría resultar en disputas y choques si algún usuario realiza una maniobra incorrecta.

7.5.2 Semáforos

Son dispositivos diseñados para regular el tráfico en áreas urbanas, con al menos un semáforo instalado en los accesos a una intersección. Las intersecciones controladas por semáforos se pueden describir de estas dos maneras:

- **Fase:** El período durante el cual un movimiento particular en la intersección tiene luz verde.
- **Ciclo:** El tiempo total que comprende todas las fases del semáforo, tanto de luz verde como de luz roja (Cal & Cárdenas, 2018).

Figura 8.

Ciclo Semafórico



Tomado IPSUM Reconstrucción de accidentes de tráfico [Fotografía]

IPSUM, 2020, reconstruccionaccidentestrafico.com

- **Semáforos de tiempo fijo**

Su funcionamiento se basa en una programación inicial establecida previamente y no se puede ajustar sin volver a programarlos. Se utilizan en áreas donde el flujo de tráfico es bajo.

En intersecciones independientes, estos semáforos pueden operar sin requerir sincronización con otros. Sin embargo, si es necesario coordinarlos con otros semáforos, se pueden emplear mecanismos de sincronización (Cal & Cárdenas, 2018).

Figura 9.

Semáforos tiempo fijo



Tomado de Blogdelaaautoescuela [Fotografía], Blogdelaaautoescuela, 2013,

www.blogdelaaautoescuela.com.

- **Semáforos de tiempo variable**

Estos semáforos se adaptan a las diferentes condiciones de tráfico a lo largo del día y pueden ser programados según las situaciones previamente analizadas.

- **Semáforos accionados por dispositivos detectores**

Su operación depende de la intensidad de tráfico detectada por el dispositivo instalado, que puede ser un detector de presión, magnético o de lazo.

- **Semáforos de control centralizado**

Estos semáforos están vinculados a una central que monitorea el tráfico en la intersección, analiza la información y ajusta las fases según la demanda.

- **Semáforos para peatones**

Diseñados para facilitar el cruce de peatones en una intersección, pueden activarse automáticamente o mediante dispositivos manuales operados por el usuario.

Figura 10.

Semáforos para Peatones



Tomado de El Confidencial [Fotografía], iStock, 2022, elconfidencial.com

7.5.3 Distribución de los tiempos del semáforo

De acuerdo con Cal y Mayor establece la distribución de los tiempos de un semáforo, donde se ajustan manualmente como si se modelan con software informático, es esencial que el ingeniero de tránsito comprenda los principios básicos que los respaldan. Sin este conocimiento, el ingeniero podría tener dificultades para interpretar adecuadamente los resultados y aplicarlos eficazmente a las condiciones reales del entorno (Cal & Cárdenas, 2018).

- **Indicación de señal:** se refiere al encendido de una luz o combinación de varias luces en el semáforo.
- **Ciclo o duración del ciclo:** es el tiempo que tarda el disco indicador del semáforo en completar una vuelta completa. En otras palabras, es el tiempo necesario para que se muestren todas las indicaciones de señal del semáforo en una secuencia completa.
- **Movimiento:** acción o conjunto de acciones de un mismo acceso que tienen el derecho de paso al mismo tiempo y forman una fila continua.
- **Intervalo:** cada una de las partes del ciclo durante las cuales las indicaciones de señal del semáforo no cambian.
- **Fase:** parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben el derecho de paso simultáneamente, durante uno o más intervalos. Es la selección y ordenamiento de movimientos simultáneos. Una fase puede representar un solo movimiento de vehículos, un solo movimiento de peatones o una combinación de movimientos vehiculares y peatonales. Una fase comienza cuando los movimientos que tienen el derecho de paso entran en conflicto con los que no lo tienen. Un movimiento pierde el derecho de paso cuando aparece la luz amarilla.
- **Secuencia de fases:** es el orden preestablecido en el que se suceden las fases dentro del ciclo.

- **Distribución:** porcentaje de la duración total del ciclo asignado a cada fase.
- **Intervalo verde:** periodo durante el cual la señal del semáforo muestra luz verde, indicando el derecho de paso.
- **Intervalo de transición:** tiempo en el que se muestra la luz amarilla del semáforo, sirviendo como advertencia para pasar de una fase a la siguiente.
- **Intervalo de despeje o todo rojo:** tiempo en el que todos los semáforos muestran luz roja, preparando la intersección para la entrada del tráfico que se aproxima. Este intervalo se utiliza en la fase que sigue al intervalo amarillo, permitiendo que los vehículos que pierden el derecho de paso despejen la intersección antes de que los que lo ganan reciban la luz verde.

Se usa en intersecciones muy amplias y también puede usarse para crear una fase exclusiva para peatones.

- **Intervalo de transición de fase:** que puede consistir solo en el amarillo o con otro intervalo de despeje todo rojo. También se conoce como intervalo entre verde o intermedio (Cal & Cárdenas, 2018).

7.5.4 Colores de los semáforos

Los colores de los semáforos deberán ser de la siguiente forma Rojo fijo Los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada. Los peatones no cruzarán la vía, a menos que algún semáforo les dé la indicación de paso.

Amarillo fijo

Advierte a los conductores de los vehículos que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse. De la misma manera avisa a los peatones que no disponen del tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce. Sirve para despejar el tránsito en una intersección y para evitar frenadas bruscas.

Verde fijo

Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente o dar vuelta a la derecha o a la izquierda, a menos que una señal prohíba dichas vueltas. Los peatones que avancen hacia el semáforo podrán cruzar, a menos que algún otro semáforo les indique lo contrario.

Rojo intermitente

Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos harán alto obligatorio y se detendrán antes de la raya de parada. Se empleará en el acceso a una vía principal (Cal & Cárdenas, 2018).

Amarillo intermitente

Cuando se ilumine una lente amarilla con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. Se empleará en la vía que tenga la preferencia (Cal & Cárdenas, 2018).

Verde intermitente

Cuando una lente verde funcione con destellos intermitentes, advierte a los conductores el final del tiempo de luz verde.

Las flechas direccionales deberán apuntar hacia el sentido de la circulación. La flecha vertical apuntando hacia arriba, indica circulación de frente. La flecha horizontal indica vuelta aproximadamente en ángulo recto hacia la izquierda o hacia la derecha. La flecha oblicua, a 45° apuntando hacia arriba, indica vueltas a calles que forman ángulos distintos al de 90° (Cal & Cárdenas, 2018).

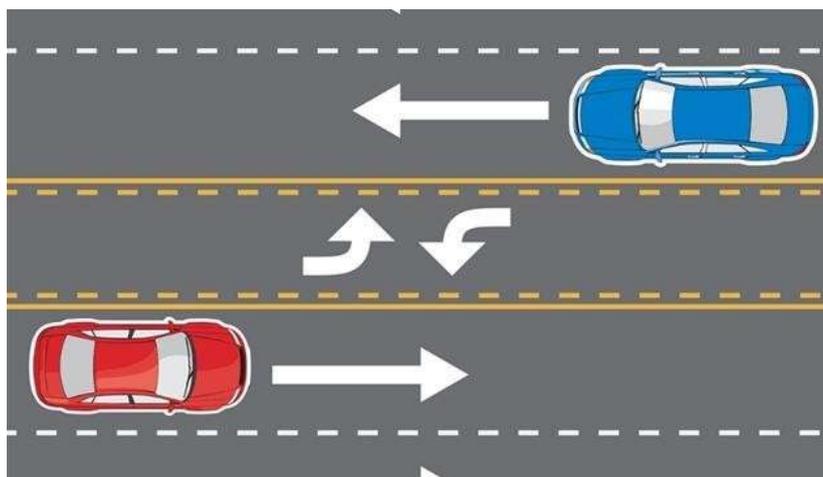
7.5.5 Señalización vial o Marcas

Las señales viales pintadas en el pavimento, guarniciones y estructuras adyacentes a las vías son esenciales para regular y canalizar el tráfico, así como para indicar la presencia de obstáculos sin distraer a los conductores. Estas marcas incluyen diversos tipos de líneas, como la central sencilla continua o discontinua, adicional continua para prohibir adelantamientos, y central doble continua que separa carriles. También se utilizan marcadores en los bordes de la calzada, líneas canalizadoras, marcas de parada, cruces peatonales, y marcas para áreas de estacionamiento, entre otras.

Los colores de estas marcas, generalmente blanco o amarillo y ocasionalmente negro se seleccionan para asegurar un contraste efectivo sobre diferentes tonos de pavimento, mejorando la visibilidad y orientación tanto para conductores como peatones, lo que contribuye significativamente a la seguridad vial en diversas condiciones de iluminación y entorno (Cárdenas Grisales).

Figura 10.

Señalización Vial o Marcas



Tomado de WikiHow [Fotografía], Miyerov, 2024, es.wikihow.com

7.6 TPDA

Es una herramienta utilizada para medir el flujo de tráfico, con el fin de recopilar datos sobre el movimiento de vehículos en diversas direcciones, empleando una matriz que identifica el origen y el destino de estos.

Para determinar el TPDA es importante saber las características con el tamaño o peso de los vehículos, ciclistas y clasificar de acuerdo con la norma de MTOP para poder ver los resultados finales del conteo vehicular.

7.6.1 Clasificación Vehicular

La clasificación de vehículos en TPDA (Tráfico en Puntos de Detección Automática) es fundamental para la gestión eficiente del tráfico urbano y la planificación de infraestructuras viales. Este proceso se realiza mediante la identificación y categorización automática de los vehículos que atraviesan puntos específicos en la red vial, utilizando tecnologías como cámaras de video y sistemas de detección por inducción magnética.

La información recopilada incluye datos clave como el tipo de vehículo (automóvil, camión, motocicleta, etc.), la velocidad, la dirección y el volumen de tráfico en diferentes intervalos de tiempo. Estos datos son esenciales para calcular la densidad vehicular, el flujo de tráfico y la carga de la infraestructura vial, lo que permite tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia operativa de las carreteras y optimizar la gestión de la movilidad urbana (ROAD Ingeniería, 2024).

La clasificación de vehículos en TPDA proporciona la base fundamental para la evaluación precisa del tráfico, facilitando la implementación de estrategias efectivas para mejorar la fluidez, la seguridad y la sostenibilidad del sistema de transporte en entornos urbanos.

Figura 11.

Clasificación de los Vehículos

| TIPO DE VEHICULO | | Nº de Ejes | ESQUEMA | SÍMBOLO |
|----------------------|-----------------------------------|------------|-----------------------|-------------|
| VEHICULOS LIVIANOS | AUTOMOVIL | 2 | | P |
| | CAMIONETA | | | C |
| VEHICULOS PESADOS | AUTOBUS | 2 | | B |
| | CAMIONES | 2 | | 3.5 |
| | | 3 | | 3.5 |
| | | | | 2.51 |
| | | 4 | | 2.52 |
| | | 5 | | 3.52 |
| | | | (OTRAS COMBINACIONES) | |
| VEHICULOS ESPECIALES | CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES | VARIABLE | | En variable |
| | MEDIANAS AGRICOLAS | | | |
| | BICICLETAS Y MOTOCICLETAS | | | |
| | OTROS | | | |
| | | | | |

Nota. Visualización y clasificación de vehículos según sus características.

Obtenido de Norma de Diseño de Carreteras.

7.6.2 Volúmenes de tránsito o totales

De acuerdo con Cárdenas Grisales el número total de vehículos que pasan durante un determinado lapso de tiempo. Dependiendo de la duración del lapso determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales.

- **Tránsito anual (TA):**

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso, $T = 1$ año.

- **Tránsito mensual (TM)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso, $T = 1$ mes.

- **Tránsito semanal (TS)**

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso, $T = 1$ semana.

- **Tránsito diario (TD)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso, $T = 1$ día.

- **Tránsito horario (TH)**

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso, $T = 1$ hora.

- **Tasa de flujo o flujo (q)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un periodo inferior a una hora. En este caso, $T < 1$ hora.

7.6.3 Volúmenes de tránsito promedio diarios

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo con el número de días de este periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios, dados en vehículos por día.

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TM}{365}$$

TPDM: Tránsito promedio diario mensual

TM: Transito mensual.

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

FS, FM Fator mensual y semanal

- **Volúmenes de tránsito Horarios**

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora.

- **Volumen horario máximo anual (VHMA)**

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8.760 horas del año (Cal & Cárdenas, 2018).

- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular (Cal & Cárdenas, 2018).

- **Volumen horario de proyecto (VHP)**

Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda dar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto (Cal & Cárdenas, 2018).

7.7 Software de modelamiento con SYNCHRO

Aquí hay algunos puntos clave sobre SYNCHRO:

| Funcionalidad | Descripción |
|------------------------------------|---|
| Optimización de semáforos | SYNCHRO permite ajustar y coordinar los tiempos de los semáforos para minimizar las demoras y mejorar la eficiencia en intersecciones y corredores de tráfico. |
| Simulación de tráfico | Proporciona simulaciones detalladas de las condiciones del tráfico, lo que permite evaluar diferentes escenarios y tomar decisiones informadas sobre la gestión del tráfico. |
| Evaluación de rendimiento | La herramienta puede generar diversos informes y métricas de rendimiento, como el tiempo de demora promedio, la longitud de las colas y el número de paradas, para evaluar la eficacia de diferentes estrategias de control de tráfico. |
| Interfaz de usuario intuitiva | SYNCHRO ofrece una interfaz gráfica que facilita la visualización de la red de tráfico y los ajustes de semáforos. |
| Integración con otras herramientas | SYNCHRO puede integrarse con otras herramientas de simulación de tráfico, como SimTraffic, para proporcionar una visión más completa del impacto de las decisiones de control de tráfico. |

Este cuadro resumen presenta las principales funcionalidades y beneficios de la herramienta SYNCHRO en la gestión del tráfico.

Figura 12.

Modelamiento en Synchro de la intersección vial



Tomado de Simtraffic 11

8 Marco Metodológico

Dentro de la parte investigativa del proyecto de titulación se va a analizar desde el levantamiento topográfico del sector que está ubicado en la intersección vial de la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril, a partir de un análisis con relación con el conteo vehicular que está relacionado con la cantidad de vehículos circulan por la vía, puesto que es una medida para el descongestionamiento vehicular de igual manera con conteo de peatones y ciclistas que transitan por la zona que se va a dar solución, mediante eso criterios de tráfico y movilidad para poder realizar una medida relacionada con los siguientes puntos propuestos, finalmente se puede decir a nivel descriptivo partiremos de conceptos teóricos ya establecidos dentro de un diseño establecido tanto para la intersección vial para dar solución a través del software Synchro que se determinó el modelamiento en la hora pico de siete a ocho de la mañana.

8.1 Levantamiento Topográfico con Dron

El levantamiento topográfico se realizó con el dron MAVIC 2 PRO proporcionado de parte de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Este estudio técnico y descriptivo tiene como objetivo la representación gráfica del terreno, considerando sus características geológicas, geográficas y físicas. La información recopilada se utiliza para crear un mapa detallado. Con el avance de la tecnología, se han desarrollado métodos y herramientas sofisticadas que permiten realizar trabajos topográficos con mayor precisión y en menos tiempo. En este contexto, el uso del dron que se uso es una innovación destacada que ofrece múltiples ventajas en comparación con las técnicas tradicionales, aunque también las complementa.

Este análisis del levantamiento topográfico con dron permite obtener una comprensión detallada del terreno donde se planea tener el diseño de la intersección vial, lo que a su vez facilitará la implementación de mejoras en la infraestructura existente para su desarrollo. Esto proporciono la información suficiente del terreno y de la intersección en sí, en la cual incluye en recopilar datos sobre las características físicas, en este caso de la intersección y de la ciclovía en sí, dando el levantamiento del estado actual. Estos datos topográficos incluyen información sobre las elevaciones del terreno, pendientes, curvas de nivel o de sus estructuras ya existentes para el desarrollo de una intersección vial segura.

Figura 13.

Levantamiento con el dron MAVIC 2 PRO



Fuente: Elaboración propia

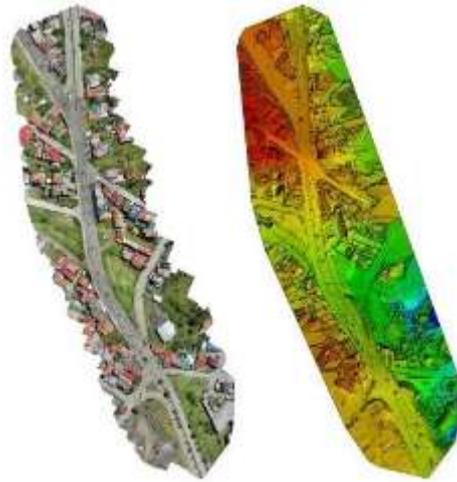
8.2 Levantamiento con Ortofoto

Se uso la ortofoto para la unión de imágenes del aérea digital que ha sido corregida geoméricamente mediante un proceso de ortorrectificación, eliminando las distorsiones causadas por la topografía del terreno, la inclinación de la cámara y otros factores. Este proceso ajusta la imagen para que cada punto de la foto corresponda con su ubicación real en el terreno, resultando en una representación con escala uniforme y precisión métrica. Las ortofotos se emplean en aplicaciones de cartografía, planificación urbana, ingeniería civil y gestión de recursos naturales, proporcionando una base detallada y precisa para el análisis y la toma de decisiones en este caso utilizamos para ver el levantamiento de la intersección vial, el conjunto de datos no dio un total de 620 imágenes con un 98% (Ingeodrone, 2024).

Orto mosaico y el correspondiente modelo Digital de Superficie (DSM) disperso antes de la densificación.

Figura 14.

Levantamiento con ortofoto



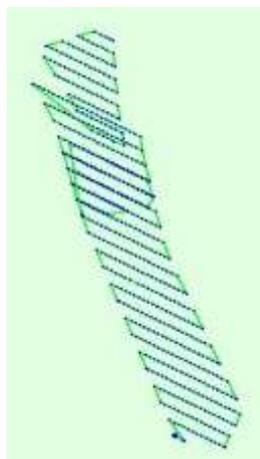
Fuente: Elaboración Propia

- **Posiciones iniciales de la imagen**

Vista superior de la posición inicial de la imagen. La línea verde sigue la posición de las imágenes en el tiempo a partir del gran punto azul.

Figura 15.

Posiciones iniciales de la imagen



Fuente: Elaboración propia

- **Imagen computarizada/GCP/Posiciones de puntos de conexión manuales**

Las elipses de color verde oscuro indican el desplazamiento entre las posiciones de la imagen inicial (puntos azules) y calculada (puntos verdes), así como el desplazamiento entre las posiciones iniciales de los GCP (cruces azules) y sus posiciones calculadas (cruces verdes) en la vista superior (plano XY), la vista frontal (plano XZ) y la vista lateral (plano YZ). Los puntos rojos indican deshabilitado o no calibrado imágenes.

Figura 16.

Imagen computarizada



Fuente: Elaboración propia

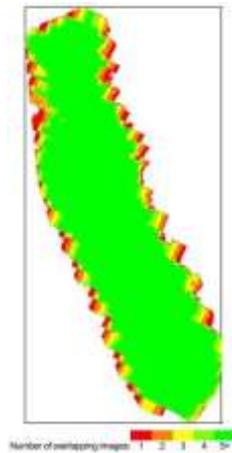
- **Incertidumbres absolutas de posición y orientación de la cámara.**

Número de imágenes superpuestas calculadas para cada píxel del orto mosaico. Las áreas rojas y amarillas indican una superposición baja, por lo que se pueden generar malos resultados. Las áreas verdes indican una superposición de más de 5 imágenes por cada píxel.

Se generarán resultados de calidad siempre que el número de coincidencias de puntos clave también sea suficiente para estas áreas (consulte la Figura 5 para las

Figura 17. Incertidumbres absolutas de la posición de la cámara

coincidencias de puntos clave).



Fuente: Elaboración propia

- **Coincidencias de puntos clave 2D**

Posiciones de imágenes calculadas con enlaces entre imágenes coincidentes.

La oscuridad de los enlaces indica el número de puntos clave 2D coincidentes entre las imágenes. Los enlaces brillantes indican enlaces débiles y requieren puntos de enlace manuales o más imágenes.

Figura 18. Coincidencias de puntos clave en 2D



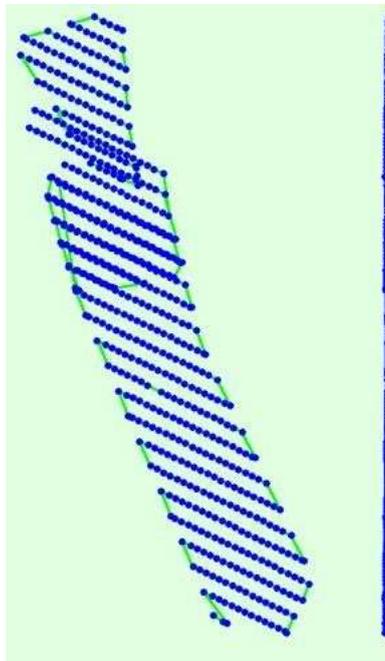
Fuente: Elaboración propia

- **Estadísticas de persianas enrollables**

Movimiento del cámara estimado por el modelo de cámara con persiana enrollable. La línea verde sigue las posiciones de la imagen calculadas. Posición de la cámara al inicio de la exposición.

Las líneas azules representan el movimiento de la cámara durante la lectura de la persiana enrollable, reescalada según una escala dependiente del proyecto.

Figura 19. Estadística de persiana enrollables



Fuente: Elaboración propia

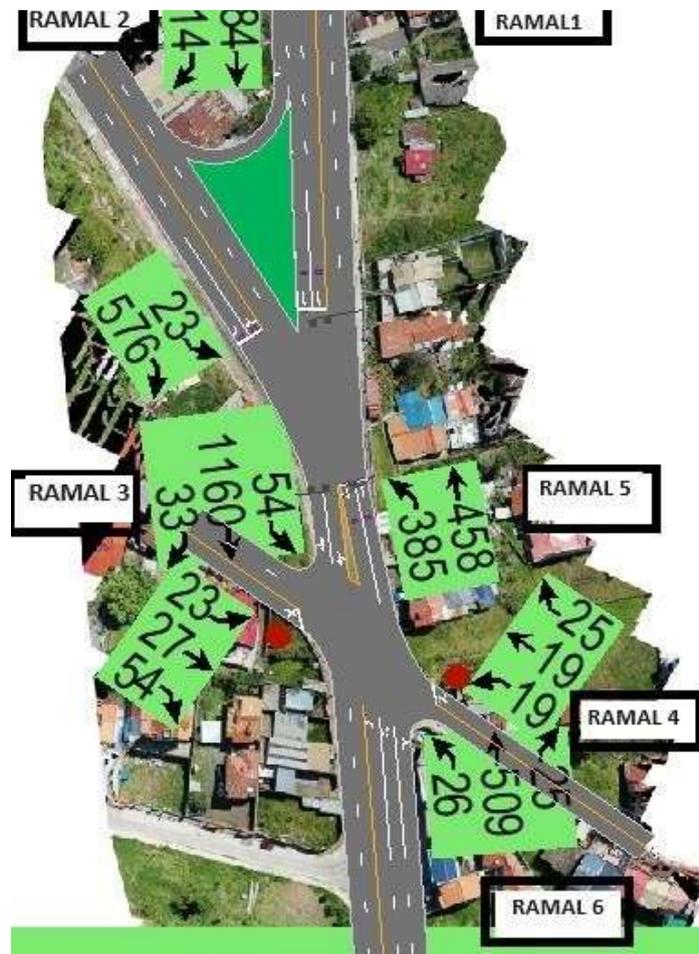
9 Descripción del Área de Estudio de la Intersección de la hora pico

Para el presente estudio se determinó la intersección de la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril, donde el flujo vehicular de esta intersección viene dado de los dos sentidos, se realizó los diferentes giros en cada estación y con sus ramales ahora se necesita calcular el dimensionamiento el número de carros de la hora pico de cuantos giran hacia la derecha, hacia el frente y hacia izquierda y se determinó la hora pico de las doce horas durante tres días, luego de eso se coloca los seis ramales dividido por cada giro que serían

A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P mediante esos resultados de cada día por separado y ver a qué hora es la hora pico, ahora se calcula en cada giro para poder poner cada factor que fue cada quince minutos y de esos cuatro valores hay un máximo y con eso se determina un valor total y cada giro que se hizo y luego simular el software de Synchro.

Figura 20.

Intersección en diferentes ramales



Fuente: Elaboración propia

Para el estudio de tráfico se contabiliza el número de vehículos en la siguiente tabla que llegan a la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril.

Tabla 1
Formato de hora pico

| PERIODO HORAS | PERIODO 15 MIN | RAMAL | | | | | | | | | | | | | | | | valor total | |
|---------------|----------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|--|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | | |
| 7:00 a 7:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7:15 a 7:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7:30 a 7:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7:45 a 8:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8:00 a 8:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8:15 a 8:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8:30 a 8:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8:45 a 9:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9:00 a 9:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9:15 a 9:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9:30 a 9:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9:45 a 10:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10:00 a 10:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10:15 a 10:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10:30 a 10:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10:45 a 11:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11:00 a 11:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11:15 a 11:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11:30 a 11:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11:45 a 12:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:00 a 12:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:15 a 12:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:30 a 12:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12:45 a 13:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13:00 a 13:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13:15 a 13:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13:30 a 13:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13:45 a 14:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14:00 a 14:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14:15 a 14:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14:30 a 14:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14:45 a 15:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15:00 a 15:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15:15 a 15:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15:30 a 15:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15:45 a 16:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16:00 a 16:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16:15 a 16:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16:30 a 16:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16:45 a 17:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17:00 a 17:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17:15 a 17:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17:30 a 17:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17:45 a 18:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18:00 a 18:15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18:15 a 18:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18:30 a 18:45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18:45 a 19:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 21.

Intersección de estudio



Fuente: Elaboración propia

Se muestran los giros existentes de las intersecciones en cada una de las estaciones. En la estación uno (E1) cuenta con un giro hacia la izquierda y otro de frente, en la estación dos (E2) cuenta con un giro hacia la derecha y otro de frente, en la estación tres (E3) cuenta con un giro, hacia la derecha y otro de frente, ahora en la siguiente intersección cuenta con cuatro estaciones en la estación uno (E1) cuenta con tres giros hacia el frente, hacia la izquierda y hacia la derecha, en la estación dos (E2), cuenta con tres giros hacia el frente, hacia la izquierda y hacia la derecha, en la estación 3(E3) cuenta con tres giros hacia la derecha hacia el frente y hacia la izquierda, y por último la estación cuatro (E4) ya que cuenta con tres giros hacia la derecha hacia el frente y hacia la izquierda.

10 Conteo Vehicular

Para el presente estudio se determinó la intersección de Av. De los juegos Bolivarianos y la Av. Toril viene dado de dos intersecciones en los dos sentidos, se determina el conteo de tráfico durante 12 horas al día durante 3 días a la semana, utilizando cámaras de tráfico y clasificación vehicular, junto con el conteo que se muestra a continuación haciendo un categorización de los vehículos como livianos, buses, dos ejes, tres ejes, tráiler y motos, peatones y ciclistas, el cual se ha realizado en intervalos de quince minutos, iniciando el conteo desde las siete de la mañana a las siete de la noche, proporciona una visión holística del flujo de movilidad en una intersección, es esencial para comprender completamente los patrones de movilidad, mejorar la seguridad vial, promover la movilidad sostenible

Al recopilar datos durante un período prolongado, es posible identificar patrones de tráfico a lo largo del día y de la semana. Esto incluye picos de tráfico en horas específicas, así como variaciones en el flujo vehicular durante los días laborables y los fines de semana. El conteo de peatones y ciclistas junto con el tráfico

vehicular proporciona información sobre la demanda de modos de transporte alternativos. Esta información es valiosa para la planificación de transporte público y para la implementación de infraestructuras que promuevan la movilidad sostenible de la intersección. Al conocer la cantidad y los patrones de movimiento de peatones y ciclistas, se pueden identificar áreas donde se necesitan mejoras en la infraestructura, como pasos de peatones, carriles para bicicletas o áreas de descanso. Esto contribuye a crear entornos viales más seguros y accesibles para todos los usuarios mediante el siguiente proceso.

Para el conteo vehicular que concierne al total de vehículos que circulan por una vía en un tiempo determinado, se realiza mediante el método de conteo manual, se instaló las cámaras que tenga una vista completa en una casa justamente con dirección hacia la primera intersección y la otra cámara hacia el frente para observar las siguientes estaciones, de las intersecciones donde se puedan visualizar los giros en cada estación durante doce horas por tres días.

Figura 22.

Ubicación de Cámara 1



Fuente: Elaboración propia

La cámara 2 se realizó para la grabación para el conteo de las 4 estaciones E1, E2, E3, E4.

estos datos, se calcula el tránsito promedio diario anual y se realizan proyecciones para el tráfico y los volúmenes futuros.

11 Cálculo del TPDA

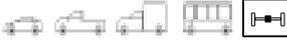
Para calcular el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), primero se procesan los datos del conteo vehicular, transformándolos en tablas con un formato similar al utilizado durante la recopilación de datos. Estas tablas permiten crear intervalos horarios a partir de subintervalos de quince minutos. En la tabla, los intervalos de quince minutos se suman tanto horizontal como verticalmente según cada clasificación de vehículo. Esta tabla de resumen por hora se aplica a todos los 3 días de conteo durante doce horas.

Tabla 3

Esquema del resumen diario de conteo vehicular por hora

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS)

Interseccion 1 ESTACION E1 - I 1 INICIO 7:00:00
 FECHA: lunes 10 de junio de 2024 FIN 19:00:00

| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
|-----------------|---|---|----------|--------|---------|-------|-------|
| |  |  | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | | | | | | | |
| 08H00-09H00 | | | | | | | |
| 09H00-10H00 | | | | | | | |
| 10H00-11H00 | | | | | | | |
| 11H00-12H00 | | | | | | | |
| 12H00-13H00 | | | | | | | |
| 13H00-14H00 | | | | | | | |
| 14H00-15H00 | | | | | | | |
| 15H00-16H00 | | | | | | | |
| 16H00-17H00 | | | | | | | |
| 17H00-18H00 | | | | | | | |
| 18H00-19H00 | | | | | | | |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración Propia

A partir del resumen diario del conteo vehicular por hora, se puede elaborar un gráfico del flujo vehicular que muestra los momentos de mayor demanda de vehículos. El momento con la mayor cantidad de vehículos se considera la Hora Pico.

Dentro de esto también se obtiene Q15 que es el volumen máximo durante quince minutos, VHD que es el volumen horario de diseño, este volumen se lo obtiene con la siguiente multiplicación para sacar los siguientes valores.

$$VHD = Q15 * 4$$

El FHP que es el factor de la hora pico que se calcula de la siguiente manera:

$$FHP = \frac{\text{Volumen de la Hora pico}}{\text{Volumen horario de diseño}}$$

Factor horario y diario

En esta evaluación de tráfico, se realizó un conteo durante doce horas por tres días consecutivos. Por lo tanto, no se requiere ninguna corrección, ya que tanto el factor horario como el diario son iguales a 1.

Factor Horario: 1

Factor Diario: 1

Tabla 4

Giros totales que se dan de siete de la mañana a siete de la noche

| RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 07H00 - 19H00) | | | | | |
|--|-------|-------|------------------|-------|--------|
| INTERSECCION: 1 10 de junio de 2024 | | | INTERSECCION: 11 | | |
| O D | S1 | S2 | S3 | S4 | Total |
| E1 | | 208 | 4.773 | 0 | 4.981 |
| E2 | 4.946 | | 221 | 0 | 5.167 |
| E3 | 0 | 3.182 | | 4.836 | 8.018 |
| | 4.946 | 3.390 | 4.994 | 4.836 | 18.166 |

Fuente: Elaboración propia

Factor Horario: En relación al conteo de un día entero de 24 horas de conteo, horas contadas en el mismo día 12 horas

Factor horario: 1.579

Factor Diario: Si se cuenta los 7 días de la semana es Factor es 1, los 3 días contados

Factor Diario: 2,333

Factor Semanal

Para calcular este factor, se elabora una tabla que relaciona el número de días que se realizó, de cada mes con los 7 días de la semana, obteniendo la siguiente distribución:

Tabla 5

Factores semanales

| MES | No SIAS | No SEMANAS | Fs |
|------------|---------|-------------|-------------|
| Enero | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Febrero | 28 | 4 | 1 |
| Marzo | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Abril | 30 | 4,285714286 | 1,071428571 |
| Mayo | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Junio | 30 | 4,285714286 | 1,071428571 |
| Julio | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Agosto | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Septiembre | 30 | 4,285714286 | 1,071428571 |
| Octubre | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Noviembre | 30 | 4,285714286 | 1,071428571 |
| Diciembre | 31 | 4,428571429 | 1,107142857 |
| Total | | 365 | |

Fs = 1,071428571

Fuente: Ministerio de Energía

Factor Mensual

Para calcular el factor mensual, es necesario considerar el consumo de combustible en la provincia donde se ubica la zona de estudio, que en este caso es la provincia del Azuay. En este análisis, se recopilamos datos mensuales de consumo de combustible dentro de la provincia del Azuay, obteniéndose información hasta el año 2021. Estos datos se utilizaron para el cálculo del factor mensual por ser los más recientes disponibles.

Tabla 6

Consumo de combustible del año 2021 en el Azuay

| COMBUSTIBLES 2021 | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
| MES | 87 OCTANOS | 92 OCTANOS | DIESEL PREMIUM | SUMA |
| ENE | 3.309.252 | 454.710 | 2.820.500 | 6.584.461 |
| FEB | 3.046.583 | 433.729 | 2.842.737 | 6.323.049 |
| MAR | 3.327.814 | 450.528 | 3.112.720 | 6.891.062 |
| ABR | 3.325.121 | 464.368 | 3.128.571 | 6.918.060 |
| MAY | 3.552.286 | 470.016 | 3.167.321 | 7.189.623 |
| JUN | 3.255.726 | 420.621 | 2.876.885 | 6.553.232 |
| JUL | 3.513.349 | 467.667 | 3.198.489 | 7.179.505 |
| AGO | 3.379.761 | 470.823 | 3.225.035 | 7.075.619 |
| SEP | 3.325.467 | 442.875 | 3.067.682 | 6.836.024 |
| OCT | 3.581.302 | 465.774 | 3.202.419 | 7.249.495 |
| NOV | 3.463.055 | 448.336 | 3.176.049 | 7.087.439 |
| DIC | 3.689.289 | 468.184 | 2.988.498 | 7.145.971 |
| | 40.769.005 | 5.457.630 | 36.806.906 | 83.033.541 |
| | COSTO PROMEDIO MENSUAL | | | 6.919.462 |
| | | | Fm | 1,055885379 |

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de factor mensual se realiza

$$Fm = \frac{\text{Costo Promedio Mensual}}{\text{Mes donde se realizo el conteo}}$$

Procedimiento del cálculo del TPDA

Para realizar el cálculo del TPDA se procede o es la multiplicación de todos los factores mencionados anteriormente por el tráfico total dentro de un periodo de horas del día.

$$TPDA = To * Fh * Fd * Fs * Fm$$

To: Tráfico total de un periodo de horas de un día.

Fh: factor horario

Fd: factor diario

Fs: factor semanal

Fm: factor mensual

Proyección de tráfico

Para la proyección del tráfico, se necesitan los datos del censo poblacional de la zona de estudio, en este caso, Cuenca, así como la cantidad de vehículos livianos registrada anualmente en el censo. Estos datos deben ser los más actualizados y oficiales disponibles, que en este caso llegan hasta el año 2022.

En la proyección del tráfico, es crucial calcular la tasa de motorización (T_m), la tasa de crecimiento (T_s), y la tasa de motorización ajustada (T_m ajustado), ya que estos factores son fundamentales para llevar a cabo una proyección precisa.

Tasa de saturación

La tasa de saturación es un valor asignado conforme a una tabla que presenta los coeficientes correspondientes. En el gráfico, el punto más alto se identifica y se utiliza como la tasa de saturación (T_s). La Tasa de saturación de es de 210

Tabla 7

Tasa de saturación

| Tasadesaturacion | |
|------------------|-------------|
| 190 | 0.966 |
| 200 | 0.967 |
| 210 | 0.967168601 |
| 215 | 0.967075199 |
| 220 | 0.966922861 |
| 225 | 0.966728714 |
| 230 | 0,966505065 |
| 235 | 0.966260898 |
| 240 | 0.966002852 |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa la gráfica del punto más alto y se toma como T_s .

Tabla 8

Grafica de la tasa de saturación



Fuente: Elaboración propia

Tasa de Motorización

La tasa de motorización representa la cantidad de vehículos por cada mil habitantes que tiene la ciudad anualmente.

La siguiente formula de la tasa de motorización

$$Tm = \frac{\text{Vehiculos livianos} * 1000}{\text{poblacion}}$$

Con los siguientes datos es posible identificar una tasa de saturación en la que la Tm se estabiliza. A partir de esto, se obtiene una Tm ajustado, la cual se calcula utilizando la siguiente fórmula.

$$Tm = \frac{Ts}{1 + e^{(a + bt)}}$$

Donde:

Tm Tasa de Motorización para un año k (vehículos/1000 habitantes)

Ts Tasa de Saturación (vehículos/1000 habitantes)

e Base del logaritmo natural

a,b Constantes a determinar t Tiempo

Esta ecuación involucra tres variables y se puede reformular como una línea recta mediante las regresiones adecuadas, resultando en:

$$(a + bt) = \ln\left(\frac{T_s}{T_m} - 1\right)$$

Se aplica una regresión lineal para determinar la variable "a" como la ordenada al origen y "b" como la pendiente.

$$Y = a + bt$$

La siguiente fórmula para la tasa de crecimiento de los vehículos livianos se utiliza la formula cada cinco años.

$$i = \sqrt[n]{\frac{TF}{Ta}} - 1$$

Donde:

TF = Tráfico Futuro para el año n+5.

TA= Tráfico Actual para el año n.

n = Número de años transcurridos entre TA y TF (n+5-n=5).

i = Tasa de crecimiento para los cinco años.

Para determinar las tasas de crecimiento de autobuses y camiones, se asume que la demanda de estos vehículos en la ciudad está directamente vinculada al crecimiento poblacional. Esto significa que se espera que crezcan al mismo ritmo que la población. Para calcular la tasa de crecimiento de autobuses y camiones cada 5 años, se utiliza una tabla específica.

$$i = \sqrt[n]{\frac{PF}{Pa}} - 1$$

Donde:

PF = Población Futuro para el año n+5.

PA= Población Actual para el año n.

n = Número de años transcurridos entre PA y PF (n+5-n=5).

i = Tasa de crecimiento para los cinco años.

Las siguientes tasas de crecimiento servirán para estimar los volúmenes de TPDA y de la hora pico que es cada 5 años.

12 Evaluación de Niveles de Servicio mediante SYNCHRO

Para llevar a cabo la simulación del tráfico y determinar el nivel de servicio de manera efectiva, es fundamental contar con información detallada como el volumen de tráfico registrado en la hora pico para cada giro en todas las estaciones, el máximo volumen observado durante intervalos de 15 minutos por una hora, el volumen horario de diseño estimado, el factor correspondiente a la hora pico y el porcentaje de vehículos pesados presentes durante este periodo.

Para proceder, se inicia trazando de manera meticulosa disposición de la intersección, identificando con precisión cada giro y estación involucrada. Posteriormente, se ingresan los datos requeridos y se configuran los ciclos semafóricos de acuerdo a las necesidades específicas del análisis en el software.

Figura 24.

Colocar los datos en Synchro de cada estación con sus respectivos giros

| LANE SETTINGS | NBL | NBT | SBL | SBR | SEL | SEB |
|-------------------------------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| ① Lanes and Sharing (B/L) | | ↑↑ | ↑↑ | ↑↑ | ↑↑ | ↑↑ |
| ② Traffic Volume (veh) | 385 | 458 | 594 | 14 | 23 | 576 |
| ③ Future Volume (veh) | 385 | 458 | 594 | 14 | 23 | 576 |
| ④ Street Name | | | | | | |
| ⑤ Link Distance (m) | | 52.1 | 117.7 | | 113.8 | |
| ⑥ Link Speed (km/h) | | 50 | 50 | | 50 | |
| ⑦ Set Arterial Name and Speed | | NB | SB | | SE | |
| ⑧ Travel Time (s) | | 3.8 | 5.0 | | 8.2 | |
| ⑨ Ideal Sat. Flow (veh/s) | 1900 | 1900 | 1900 | 1900 | 1900 | 1900 |
| ⑩ Lane Width (m) | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| ⑪ Grade (%) | | 0 | 0 | | 0 | |
| ⑫ Arbo Type CBD | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | |
| ⑬ Storage Length (m) | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ⑭ Storage Lanes (ft) | | | | | | |
| ⑮ Right Turn Channelized | | None | None | | None | |
| ⑯ Curb Radius (m) | | | 15.0 | | | |
| ⑰ Add Lanes (ft) | | | 0 | | | |
| ⑱ Lane Utilization Factor | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 0.95 |
| ⑲ Right Turn Factor | | 1.000 | 1.000 | 0.650 | 0.664 | 0.650 |
| ⑳ Left Turn Factor (prot) | | 0.977 | 1.000 | 1.000 | 0.986 | 1.000 |
| ㉑ Saturation Flow Rate (prot) | | 3458 | 3539 | 1583 | 1601 | 1504 |
| ㉒ Left Turn Factor (perm) | | 0.996 | 1.000 | 1.000 | 0.986 | 1.000 |
| ㉓ Right Ped Bike Factor | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ㉔ Left Ped Factor | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| ㉕ Saturation Flow Rate (perm) | | 2129 | 3539 | 1583 | 1601 | 1504 |
| ㉖ Right Turn on Red? | | | | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> |

Fuente: Software Synchro

Una vez que se han introducido los datos de la intersección, se procede a configurar los ciclos semafóricos para cada estación en la sección siguiente:

Figura 25.

Configuración en los ciclos semafóricos

| TIMING SETTINGS | NBL | NBT | SBT | SBR | SEL | SER | PED | HOLD |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| ☞ Lanes and Sharing (#RL) | | | | | | | | |
| ⊖ Traffic Volume (vph) | 385 | 458 | 584 | 14 | 23 | 576 | — | — |
| ⊖ Future Volume (vph) | 385 | 458 | 584 | 14 | 23 | 576 | — | — |
| ⊖ Turn Type | Perm | — | — | Perm | Prot | Perm | — | — |
| ⊖ Protected Phases | | 2 | 6 | | 4 | | | |
| ⊖ Permitted Phases | 2 | | | 6 | | 4 | — | — |
| ⊖ Permitted Flashing Yellow | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ⊖ Detector Phases | 2 | 2 | 6 | 6 | 4 | 4 | — | — |
| ⊖ Switch Phase | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — |
| ☞ Leading Detector (m) | — | 10.0 | 10.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | — | — |
| ☞ Trailing Detector (m) | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — |
| ⊖ Minimum Initial (s) | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | — | — |
| ⊖ Minimum Split (s) | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | — | — |
| ⊖ Total Split (s) | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | — | — |
| ⊖ Yellow Time (s) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | — | — |
| ⊖ All-Red Time (s) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | — | — |
| ⊖ Lost Time Adjust (s) | — | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — |
| ⊖ Lagging Phase? | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ⊖ Allow Lead/Lag Optimize? | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ⊖ Recall Mode | Max | Max | Max | Max | Max | Max | — | — |
| ⊖ Speed limit (km/h) | — | 50 | 50 | — | 50 | — | — | — |
| ⊖ Actuated Effct. Green (s) | — | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 24.0 | — | — |

Fuente: Software Synchro

El software ofrece una sección dedicada a la optimización automática de los ciclos semafóricos como medida para mejorar su funcionamiento de tal manera:

Figura 26.

Optimización automática de los ciclos semafóricos

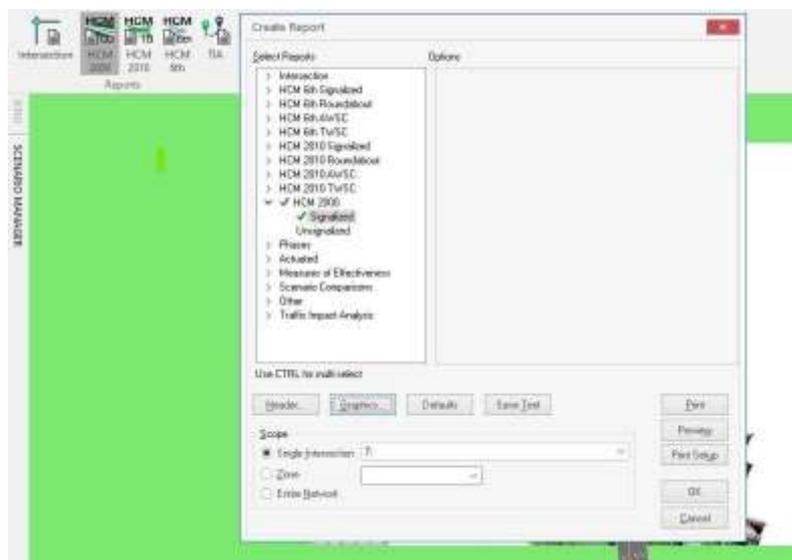
| NODE SETTINGS | |
|---------------------------|--------------------------|
| ⊖ Node # | 7 |
| ⊖ ATMS node Controller ID | 0 |
| ⊖ Import from ATMS node | Import |
| ⊖ Export to ATMS node | Export |
| ⊖ Zone: | |
| ⊖ X East (m) | 72559.2 |
| ⊖ Y North (m) | 968126.8 |
| ⊖ Z Elevation (m) | 0.0 |
| ⊖ Description | |
| ⊖ Control Type | Priority |
| ⊖ Cycle Length (s) | 50.0 |
| ⊖ Lock Timings | <input type="checkbox"/> |
| ⊖ Optimize Cycle Length | Optimize |
| ⊖ Optimize Splits | Optimize |
| ⊖ Actuated Cycle(s) | 50.0 |
| ⊖ Natural Cycle(s) | 60.0 |
| ⊖ Max v/c Ratio | 0.99 |
| ⊖ Intersection Delay (s) | 25.9 |
| ⊖ Intersection LOS | C |
| ⊖ ICU | 0.66 |
| ⊖ ICU LOS | C |
| ⊖ Offset (s) | 0.0 |

Fuente: Software Synchro

La parte final del software para obtener los resultados de la simulación, así como los reportes y gráficos correspondientes, se accede a las secciones siguientes de tal manera se determina los puntos de los reportes de los vehículos y los datos ya obtenidos.

Figura 27.

Se obtiene los reportes de los niveles de servicio de la intersección



Fuente: Software Synchro

13 Cálculo del Transito Promedio Diario Anual (TPDA)

Para realizar el análisis del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se llevó a cabo el procesamiento de los datos obtenidos en campo utilizando un método similar al utilizado para el conteo de vehículos. Este enfoque permitió crear intervalos de una hora a partir de subintervalos de 15 minutos, sumando los vehículos clasificados en cada intervalo. Los datos se recolectaron durante las 12 horas del día por 3 días, específicamente del 6 al 13 de junio de 2024.

El análisis abarcó múltiples estaciones, cada una con registros de intervalos de 15 minutos por día. Se calculó el TPDA para cada día y se realizaron ajustes según fuera necesario. El lunes 6 de mayo destacó como el día con mayor flujo vehicular en la hora pico de siete a ocho de la mañana, siendo crucial para este análisis

Resumen diario de conteo de tráfico de cada estación

Tabla 9

Resumen diario de tráfico Estación 1

| Intersección: 1 | | ESTACION: E1 - 11 | | INICIO 7:00:00 | | | |
|----------------------------------|---|---|----------|----------------|---------|-------|---------|
| FECHA: Lunes 10 de junio de 2024 | | | | FIN 19:00:00 | | | |
| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
| |  |  | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | 691 | 2 | 13 | 0 | 0 | 69 | 775 |
| 08H00-09H00 | 402 | 3 | 10 | 0 | 1 | 41 | 457 |
| 09H00-10H00 | 388 | 0 | 10 | 0 | 0 | 19 | 417 |
| 10H00-11H00 | 384 | 3 | 6 | 0 | 0 | 14 | 407 |
| 11H00-12H00 | 428 | 2 | 8 | 0 | 0 | 19 | 457 |
| 12H00-13H00 | 368 | 3 | 4 | 1 | 1 | 25 | 402 |
| 13H00-14H00 | 381 | 0 | 6 | 0 | 1 | 22 | 410 |
| 14H00-15H00 | 392 | 1 | 10 | 0 | 0 | 27 | 430 |
| 15H00-16H00 | 333 | 5 | 16 | 0 | 0 | 26 | 380 |
| 16H00-17H00 | 333 | 0 | 11 | 1 | 0 | 22 | 367 |
| 17H00-18H00 | 367 | 3 | 3 | 1 | 0 | 32 | 406 |
| 18H00-19H00 | 378 | 1 | 5 | 0 | 0 | 27 | 411 |
| TOTAL | 4.845 | 23 | 102 | 3 | 3 | 343 | 5.319 |
| % | 91,09% | 0,43% | 1,92% | 0,06% | 0,06% | 6,45% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 4845 unidades que representa el 91,09 %

Buses con 23 unidades que representa el 0,43 %

Camiones con 108 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 2,03 %

Motos con 343 unidades que representa el 6,45 %

Tabla 10

Resumen diario de trafico Estación 2 por hora

| Interseccion: 1 | | ESTACION: E2 - I1 | | INICIO | | 7:00:00 | |
|-------------------------------------|----------|-------------------|----------|----------|---------|---------|---------|
| FECHA: domingo, 21 de julio de 2024 | | FIN | | 19:00:00 | | | |
| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
| | | | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | 619 | 7 | 17 | 0 | 0 | 44 | 687 |
| 08H00-09H00 | 418 | 6 | 26 | 0 | 0 | 43 | 493 |
| 09H00-10H00 | 348 | 4 | 32 | 0 | 0 | 34 | 418 |
| 10H00-11H00 | 381 | 5 | 42 | 3 | 0 | 26 | 457 |
| 11H00-12H00 | 432 | 7 | 22 | 0 | 0 | 38 | 499 |
| 12H00-13H00 | 425 | 7 | 14 | 2 | 0 | 46 | 494 |
| 13H00-14H00 | 345 | 8 | 40 | 0 | 0 | 44 | 437 |
| 14H00-15H00 | 379 | 4 | 21 | 1 | 0 | 32 | 437 |
| 15H00-16H00 | 290 | 10 | 23 | 0 | 0 | 20 | 343 |
| 16H00-17H00 | 326 | 6 | 38 | 1 | 0 | 49 | 420 |
| 17H00-18H00 | 457 | 7 | 21 | 0 | 0 | 49 | 534 |
| 18H00-19H00 | 348 | 8 | 15 | 2 | 0 | 35 | 408 |
| TOTAL | 4.768 | 79 | 311 | 9 | 0 | 460 | 5.627 |
| % | 84,73% | 1,40% | 5,53% | 0,16% | 0,00% | 8,17% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 4768 unidades que representa el 84,73 %

Buses con 79 unidades que representa el 1,40 %

Camiones con 320 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 5,69 %

Motos con 460 unidades que representa el 8,17 %

Tabla 11

Resumen diario de tráfico Estación 3

| Interseccion: 1 | | ESTACION: E3 - I1 | | INICIO | | 7:00:00 | |
|-------------------------------------|----------|-------------------|----------|----------|---------|---------|---------|
| FECHA: domingo, 21 de julio de 2024 | | FIN | | 19:00:00 | | | |
| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
| | | | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | 990 | 11 | 15 | 0 | 0 | 40 | 1.056 |
| 08H00-09H00 | 722 | 7 | 30 | 0 | 0 | 22 | 781 |
| 09H00-10H00 | 604 | 8 | 12 | 5 | 0 | 26 | 655 |
| 10H00-11H00 | 566 | 5 | 16 | 0 | 0 | 20 | 607 |
| 11H00-12H00 | 616 | 9 | 15 | 6 | 0 | 24 | 670 |
| 12H00-13H00 | 727 | 8 | 21 | 2 | 0 | 46 | 804 |
| 13H00-14H00 | 629 | 6 | 20 | 3 | 0 | 39 | 697 |
| 14H00-15H00 | 548 | 5 | 20 | 2 | 0 | 35 | 610 |
| 15H00-16H00 | 505 | 8 | 15 | 0 | 0 | 48 | 576 |
| 16H00-17H00 | 515 | 8 | 23 | 3 | 0 | 42 | 591 |
| 17H00-18H00 | 557 | 10 | 12 | 3 | 0 | 58 | 640 |
| 18H00-19H00 | 713 | 5 | 10 | 3 | 0 | 62 | 793 |
| TOTAL | 7.692 | 90 | 209 | 27 | 0 | 462 | 8.480 |
| % | 90,71% | 1,06% | 2,46% | 0,32% | 0,00% | 5,45% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 7692 unidades que representa el 90,71 %

Buses con 90 unidades que representa el 1,06 %

Camiones con 236 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 2,78 %

Motos con 462 unidades que representa el 5,45 %

Tabla 12

Resumen diario de tráfico 1 Intersección 2

| Período de hora | LIVIANOS  | BUSES  | CAMIONES | | | Motos | Total |
|-----------------|---|--|---|--|--|--------------|----------------|
| | | | 2 EJES  | 3 EJES  | TRAILER  | | |
| | | | 07H00-08H00 | 94 | 0 | | |
| 08H00-09H00 | 57 | 0 | 5 | 0 | 0 | 6 | 68 |
| 09H00-10H00 | 47 | 0 | 4 | 0 | 0 | 6 | 57 |
| 10H00-11H00 | 44 | 1 | 4 | 0 | 0 | 8 | 57 |
| 11H00-12H00 | 40 | 0 | 5 | 1 | 0 | 5 | 51 |
| 12H00-13H00 | 44 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 51 |
| 13H00-14H00 | 45 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 | 58 |
| 14H00-15H00 | 49 | 0 | 7 | 0 | 0 | 6 | 62 |
| 15H00-16H00 | 42 | 0 | 9 | 0 | 0 | 1 | 52 |
| 16H00-17H00 | 55 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 60 |
| 17H00-18H00 | 48 | 0 | 4 | 0 | 0 | 9 | 61 |
| 18H00-19H00 | 60 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 69 |
| TOTAL | 625 | 1 | 69 | 2 | 0 | 70 | 767 |
| % | 81,49% | 0,13% | 9,00% | 0,26% | 0,00% | 9,13% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 625 unidades que representa el 81,49 %

Buses con 1 unidades que representa el 0,13 %

Camiones con 71 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 9,26 %

Motos con 70 unidades que representa el 9,13 %

Tabla 13

Resumen diario de tráfico Estación 2 de la Intersección 2

E2 - I2 ESTACION: E2 - I1 INICIO 7:00:00
 FECHA: Lunes 10 de junio de 2024 FIN 19:00:00

| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| | | | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | 883 | 8 | 15 | 0 | 0 | 114 | 1.020 |
| 08H00-09H00 | 657 | 8 | 14 | 0 | 0 | 85 | 764 |
| 09H00-10H00 | 508 | 4 | 14 | 0 | 0 | 54 | 580 |
| 10H00-11H00 | 501 | 6 | 8 | 0 | 0 | 39 | 554 |
| 11H00-12H00 | 553 | 9 | 15 | 1 | 0 | 61 | 639 |
| 12H00-13H00 | 607 | 8 | 9 | 0 | 0 | 71 | 695 |
| 13H00-14H00 | 526 | 6 | 14 | 0 | 0 | 65 | 611 |
| 14H00-15H00 | 563 | 9 | 18 | 0 | 0 | 59 | 649 |
| 15H00-16H00 | 433 | 12 | 25 | 0 | 0 | 47 | 517 |
| 16H00-17H00 | 473 | 6 | 13 | 0 | 0 | 70 | 562 |
| 17H00-18H00 | 635 | 11 | 10 | 0 | 0 | 82 | 738 |
| 18H00-19H00 | 522 | 6 | 11 | 0 | 0 | 61 | 600 |
| TOTAL | 6.861 | 93 | 166 | 1 | 0 | 808 | 7.929 |
| % | 86,53% | 1,17% | 2,09% | 0,01% | 0,00% | 10,19% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 6861 unidades que representa el 86,53 %

Buses con 93 unidades que representa el 1,17 %

Camiones con 167 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 2,11 %

Motos con 808 unidades que representa el 10,19 %

Tabla 14

Resumen diario de tráfico Estación 3 de la Intersección 2

Interseccion: 2 ESTACION: E3 - I2 INICIO 7:00:00
 FECHA: lunes 10 de junio de 2024 FIN 19:00:00

| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | | | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | 53 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 63 |
| 08H00-09H00 | 21 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 26 |
| 09H00-10H00 | 28 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| 10H00-11H00 | 24 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 27 |
| 11H00-12H00 | 22 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 23 |
| 12H00-13H00 | 25 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 13H00-14H00 | 28 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 32 |
| 14H00-15H00 | 23 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 27 |
| 15H00-16H00 | 23 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 26 |
| 16H00-17H00 | 21 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 17H00-18H00 | 22 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 24 |
| 18H00-19H00 | 35 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 37 |
| TOTAL | 325 | 1 | 33 | 6 | 0 | 2 | 367 |
| % | 88,56% | 0,27% | 8,99% | 1,63% | 0,00% | 0,54% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 325 unidades que representa el 88,56 %

Buses con 1 unidades que representa el 0,27 %

Camiones con 39 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 10,63 %

Motos con 2 unidades que representa el 0,54 %

Tabla 15

Resumen diario de tráfico Estación 4 de la Intersección 2

| Interseccion: 2 | ESTACION: E4 - I2 | INICIO | 7:00:00 | | | | |
|-----------------|---------------------------|--------|----------|--------|---------|-------|---------|
| FECHA: | lunes 10 de junio de 2024 | FIN | 19:00:00 | | | | |
| Periodo de hora | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES | | | Motos | Total |
| | | | 2 EJES | 3 EJES | TRAILER | | |
| 07H00-08H00 | 529 | 14 | 25 | 0 | 4 | 25 | 597 |
| 08H00-09H00 | 273 | 8 | 14 | 0 | 0 | 15 | 310 |
| 09H00-10H00 | 156 | 8 | 11 | 0 | 0 | 14 | 189 |
| 10H00-11H00 | 173 | 11 | 6 | 0 | 0 | 23 | 213 |
| 11H00-12H00 | 301 | 11 | 26 | 0 | 0 | 8 | 346 |
| 12H00-13H00 | 410 | 15 | 30 | 0 | 0 | 20 | 475 |
| 13H00-14H00 | 368 | 3 | 21 | 0 | 0 | 17 | 409 |
| 14H00-15H00 | 195 | 12 | 9 | 0 | 0 | 24 | 240 |
| 15H00-16H00 | 137 | 8 | 7 | 0 | 0 | 23 | 175 |
| 16H00-17H00 | 218 | 9 | 16 | 0 | 0 | 11 | 254 |
| 17H00-18H00 | 397 | 10 | 31 | 0 | 0 | 20 | 458 |
| 18H00-19H00 | 452 | 10 | 25 | 0 | 0 | 26 | 513 |
| TOTAL | 3.609 | 119 | 221 | 0 | 4 | 226 | 4.179 |
| % | 86,36% | 2,85% | 5,29% | 0,00% | 0,10% | 5,41% | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia

Composición

Livianos con 3609 unidades que representa el 86,36 %

Buses con 119 unidades que representa el 2,85 %

Camiones con 225 unidades, donde están incluidos los camiones 2E, 3E, 4E, 5E, 6E que representa el 5,38 %

Motos con 226 unidades que representa el 5,41 %

Composición de Tráfico sin Incluir Motos

El Decreto 1196, Artículo 175, exige a los vehículos mantener una distancia lateral mínima de 1.5 metros al rebasar a motociclistas, ampliándola si es necesario para su seguridad.

Un análisis de composición revela que el impacto de las motocicletas en el tráfico es significativo para el cálculo del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), según el decreto mencionado. Sin embargo, en este caso, dicho impacto no se considera debido a que las cámaras de conteo registran que las motocicletas no cumplen con varias normas, como respetar la distancia entre vehículos, no pasarse los semáforos en rojo, no detenerse en los pasos de cebra y no subirse a las aceras. Por lo tanto, no se las incluyó en el volumen de tráfico utilizado para el estudio.

Determinación de la hora pico del tráfico

Se determinó que la hora pico de la intersección es de siete a ocho de la mañana, dando como resultado un valor total de 26990 vehículos durante 1 hora dividido en seis diferentes ramales con sus respectivos giros y con sus estaciones.

Tabla 16
 Conteo vehicular de cada ramal

| PERIODO HORAS | RAMAL | RAMAL 1 | | RAMAL 2 | | | | RAMAL 3 | | | RAMAL 4 | | | | RAMAL 5 | | | RAMAL 6 | | | valor total |
|---------------|-------|---------|------|---------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|---------|------|------|-----|---------|----|-------|---------|----|--|-------------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | | |
| | | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | SE | | |
| 7:00 a 7:30 | 4 | 165 | 110 | 143 | 10 | 7 | 5 | 6 | 7 | 5 | 3 | 93 | 110 | 6 | 126 | 8 | 608 | | | | |
| 7:30 a 7:45 | 2 | 148 | 101 | 145 | 10 | 7 | 10 | 10 | 6 | 4 | 6 | 90 | 101 | 5 | 120 | 5 | 767 | | | | |
| 7:45 a 8:00 | 3 | 132 | 1 | 138 | 10 | 5 | 9 | 9 | 7 | 5 | 6 | 97 | 1 | 7 | 132 | 6 | 544 | | | | |
| 8:00 a 8:15 | 1 | 148 | 113 | 102 | 4 | 10 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 82 | 113 | 5 | 88 | 3 | 679 | | | | |
| 8:15 a 8:30 | 3 | 97 | 108 | 104 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 80 | 108 | 5 | 77 | 2 | 604 | | | | |
| 8:30 a 8:45 | 5 | 104 | 100 | 98 | 6 | 13 | 3 | 7 | 2 | 2 | 1 | 82 | 100 | 4 | 64 | 1 | 632 | | | | |
| 8:45 a 9:00 | 2 | 85 | 105 | 98 | 4 | 12 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 78 | 105 | 2 | 41 | 3 | 551 | | | | |
| 9:00 a 9:15 | 2 | 105 | 93 | 98 | 2 | 7 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 73 | 93 | 2 | 43 | 2 | 512 | | | | |
| 9:15 a 9:30 | 5 | 114 | 90 | 93 | 5 | 6 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 70 | 90 | 5 | 34 | 1 | 529 | | | | |
| 9:30 a 9:45 | 4 | 97 | 85 | 88 | 5 | 9 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 66 | 85 | 3 | 34 | 1 | 458 | | | | |
| 9:45 a 10:00 | 4 | 83 | 86 | 104 | 3 | 10 | 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 69 | 86 | 6 | 43 | 1 | 503 | | | | |
| 10:00 a 10:15 | 6 | 100 | 99 | 86 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 61 | 99 | 3 | 46 | 1 | 514 | | | | |
| 10:15 a 10:30 | 6 | 107 | 83 | 102 | 5 | 9 | 5 | 4 | 2 | 2 | 1 | 60 | 83 | 5 | 45 | 3 | 521 | | | | |
| 10:30 a 10:45 | 5 | 110 | 87 | 95 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 52 | 87 | 7 | 38 | 2 | 501 | | | | |
| 10:45 a 11:00 | 5 | 90 | 78 | 96 | 4 | 6 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 63 | 78 | 2 | 35 | 1 | 472 | | | | |
| 11:00 a 11:15 | 2 | 109 | 89 | 111 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1 | 2 | 2 | 88 | 89 | 4 | 35 | 1 | 530 | | | | |
| 11:15 a 11:30 | 6 | 135 | 95 | 131 | 6 | 8 | 1 | 5 | 2 | 2 | 1 | 95 | 95 | 6 | 86 | 0 | 601 | | | | |
| 11:30 a 11:45 | 7 | 120 | 102 | 88 | 4 | 6 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 63 | 102 | 7 | 92 | 1 | 656 | | | | |
| 11:45 a 12:00 | 2 | 130 | 96 | 110 | 4 | 6 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 65 | 96 | 6 | 99 | 3 | 589 | | | | |
| 12:00 a 12:15 | 3 | 117 | 104 | 91 | 4 | 6 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 66 | 104 | 4 | 101 | 3 | 599 | | | | |
| 12:15 a 12:30 | 6 | 124 | 107 | 92 | 5 | 5 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 78 | 107 | 5 | 105 | 1 | 645 | | | | |
| 12:30 a 12:45 | 1 | 100 | 90 | 3 | 7 | 7 | 2 | 6 | 1 | 2 | 2 | 74 | 90 | 5 | 112 | 3 | 588 | | | | |
| 12:45 a 13:00 | 2 | 95 | 100 | 87 | 5 | 6 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 81 | 100 | 5 | 106 | 3 | 601 | | | | |
| 13:00 a 13:15 | 3 | 86 | 95 | 88 | 4 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 77 | 95 | 4 | 100 | 2 | 567 | | | | |
| 13:15 a 13:30 | 5 | 97 | 88 | 92 | 6 | 6 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 74 | 88 | 3 | 95 | 2 | 595 | | | | |
| 13:30 a 13:45 | 1 | 101 | 92 | 93 | 2 | 6 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 64 | 92 | 2 | 91 | 1 | 563 | | | | |
| 13:45 a 14:00 | 1 | 97 | 92 | 86 | 2 | 7 | 2 | 1 | 2 | 3 | 5 | 65 | 92 | 5 | 87 | 0 | 547 | | | | |
| 14:00 a 14:15 | 5 | 97 | 84 | 95 | 4 | 7 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 88 | 84 | 3 | 65 | 0 | 514 | | | | |
| 14:15 a 14:30 | 5 | 93 | 86 | 100 | 4 | 6 | 2 | 5 | 3 | 1 | 1 | 65 | 86 | 4 | 45 | 2 | 532 | | | | |
| 14:30 a 14:45 | 5 | 94 | 87 | 92 | 4 | 6 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 99 | 87 | 4 | 47 | 1 | 502 | | | | |
| 14:45 a 15:00 | 5 | 101 | 90 | 81 | 5 | 10 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 86 | 90 | 3 | 40 | 1 | 599 | | | | |
| 15:00 a 15:15 | 6 | 71 | 75 | 81 | 5 | 6 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 68 | 75 | 3 | 33 | 0 | 426 | | | | |
| 15:15 a 15:30 | 4 | 63 | 74 | 85 | 2 | 7 | 7 | 1 | 3 | 1 | 2 | 52 | 74 | 2 | 32 | 0 | 410 | | | | |
| 15:30 a 15:45 | 2 | 81 | 72 | 89 | 4 | 7 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 63 | 72 | 3 | 35 | 1 | 452 | | | | |
| 15:45 a 16:00 | 3 | 93 | 75 | 86 | 4 | 6 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 54 | 75 | 2 | 37 | 2 | 446 | | | | |
| 16:00 a 16:15 | 6 | 96 | 81 | 81 | 2 | 6 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 65 | 81 | 3 | 43 | 1 | 472 | | | | |
| 16:15 a 16:30 | 2 | 100 | 81 | 80 | 4 | 12 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 51 | 81 | 2 | 45 | 1 | 472 | | | | |
| 16:30 a 16:45 | 3 | 84 | 85 | 91 | 4 | 7 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 55 | 85 | 5 | 44 | 1 | 480 | | | | |
| 16:45 a 17:00 | 1 | 77 | 89 | 77 | 4 | 8 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 53 | 89 | 3 | 94 | 1 | 507 | | | | |
| 17:00 a 17:15 | 7 | 126 | 92 | 91 | 2 | 13 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 44 | 92 | 5 | 101 | 1 | 629 | | | | |
| 17:15 a 17:30 | 10 | 116 | 94 | 95 | 5 | 9 | 2 | 6 | 3 | 2 | 2 | 51 | 94 | 4 | 97 | 0 | 688 | | | | |
| 17:30 a 17:45 | 3 | 112 | 96 | 86 | 3 | 7 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 50 | 96 | 4 | 105 | 2 | 573 | | | | |
| 17:45 a 18:00 | 6 | 105 | 105 | 89 | 4 | 9 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 65 | 105 | 6 | 113 | 2 | 669 | | | | |
| 18:00 a 18:15 | 4 | 100 | 107 | 88 | 5 | 10 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 61 | 107 | 5 | 110 | 3 | 619 | | | | |
| 18:15 a 18:30 | 7 | 88 | 111 | 91 | 4 | 9 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 65 | 111 | 5 | 121 | 2 | 629 | | | | |
| 18:30 a 18:45 | 5 | 81 | 102 | 92 | 2 | 6 | 3 | 4 | 3 | 4 | 6 | 61 | 102 | 4 | 114 | 2 | 589 | | | | |
| 18:45 a 19:00 | 1 | 87 | 99 | 95 | 4 | 9 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 64 | 99 | 4 | 116 | 1 | 595 | | | | |
| | 108 | 4946 | 4402 | 4681 | 218 | 956 | 149 | 163 | 121 | 123 | 123 | 3182 | 4420 | 210 | 3641 | 87 | 26990 | | | | |

Fuente: elaboración propia

Proyecciones del tráfico

Para la proyección del tráfico con los datos y formulas mencionadas en la metodología se obtiene la siguiente tabla con los resultados de la proyección de los vehículos livianos proyectados al año 2044, estos resultados ayudan a determinar la tasa de crecimiento de los vehículos para realizar una proyección con los vehículos de la intersección.

Tabla 17

Proyección de vehículos livianos modelos logísticos de la ciudad de Cuenca

| AÑO | POBLACION CUENCA | VEHICULOS LIVIANOS | Tm | Y=Ln(Ts/Tm -1) | Tm AJUSTADO | VEH. AJUSTADO. LIVIANOS |
|------|------------------|--------------------|--------|----------------|-------------|-------------------------|
| 1969 | 181.573 | 1.935 | 10,66 | 2,93 | 18,99 | 3,085 |
| 1970 | 188.132 | 2.435 | 12,94 | 2,72 | 18,30 | 3,424 |
| 1971 | 194.928 | 3.173 | 16,28 | 2,48 | 18,49 | 3,799 |
| 1972 | 201.970 | 3.529 | 17,47 | 2,40 | 20,86 | 4,214 |
| 1973 | 209.266 | 3.921 | 18,74 | 2,32 | 22,32 | 4,671 |
| 1974 | 216.826 | 4.638 | 21,39 | 2,18 | 23,86 | 5,174 |
| 1975 | 224.659 | 5.710 | 25,42 | 1,98 | 25,50 | 5,729 |
| 1976 | 233.221 | 6.588 | 28,25 | 1,86 | 27,24 | 6,352 |
| 1977 | 242.110 | 8.106 | 33,48 | 1,66 | 29,07 | 7,038 |
| 1978 | 251.337 | 8.877 | 35,32 | 1,60 | 31,01 | 7,793 |
| 1979 | 260.916 | 11.193 | 42,90 | 1,36 | 33,05 | 8,622 |
| 1980 | 270.860 | 6.435 | 23,76 | 2,06 | 35,19 | 9,533 |
| 1981 | 281.183 | 12.070 | 42,93 | 1,36 | 37,45 | 10,531 |
| 1982 | 291.899 | 17.169 | 58,82 | 0,94 | 39,82 | 11,625 |
| 1983 | 303.024 | 14.695 | 48,49 | 1,20 | 42,31 | 12,821 |
| 1984 | 306.391 | 15.453 | 50,44 | 1,15 | 44,91 | 13,759 |
| 1985 | 309.795 | 16.113 | 52,01 | 1,11 | 47,62 | 14,752 |
| 1986 | 313.237 | 18.887 | 60,30 | 0,91 | 50,45 | 15,802 |
| 1987 | 316.717 | 17.792 | 56,18 | 1,01 | 53,39 | 16,908 |
| 1988 | 320.236 | 18.806 | 58,73 | 0,95 | 56,44 | 18,073 |
| 1989 | 323.793 | 23.028 | 71,12 | 0,67 | 59,59 | 19,296 |
| 1990 | 327.391 | 20.648 | 63,07 | 0,85 | 62,85 | 20,578 |
| 1991 | 331.028 | 22.202 | 67,07 | 0,78 | 66,22 | 21,919 |
| 1992 | 338.490 | 18.888 | 55,80 | 1,02 | 69,67 | 23,594 |
| 1993 | 346.119 | 22.504 | 65,02 | 0,90 | 73,22 | 25,342 |
| 1994 | 353.921 | 21.840 | 61,99 | 0,87 | 76,84 | 27,197 |
| 1995 | 361.899 | 25.658 | 70,90 | 0,67 | 80,55 | 29,149 |
| 1996 | 370.056 | 27.067 | 73,14 | 0,63 | 84,31 | 31,200 |
| 1997 | 378.397 | 38.357 | 81,81 | 0,45 | 88,13 | 33,349 |
| 1998 | 386.926 | 31.006 | 80,13 | 0,48 | 92,00 | 35,598 |
| 1999 | 395.648 | 35.703 | 90,24 | 0,28 | 95,91 | 37,945 |
| 2000 | 404.566 | 42.924 | 106,10 | -0,02 | 99,84 | 40,391 |
| 2001 | 413.685 | 44.844 | 108,40 | -0,06 | 103,78 | 42,933 |
| 2002 | 423.010 | 45.513 | 107,99 | -0,05 | 107,73 | 45,571 |
| 2003 | 432.545 | 49.245 | 113,85 | -0,17 | 111,67 | 48,302 |
| 2004 | 442.294 | 58.775 | 132,89 | -0,54 | 115,59 | 51,126 |
| 2005 | 452.264 | 66.601 | 147,26 | -0,85 | 119,48 | 54,038 |
| 2006 | 462.458 | 74.657 | 161,44 | -1,20 | 123,34 | 57,038 |
| 2007 | 472.882 | 87.353 | 142,43 | -0,75 | 127,14 | 60,121 |
| 2008 | 483.541 | 78.846 | 154,79 | -1,03 | 130,88 | 63,266 |
| 2009 | 494.441 | 68.302 | 138,14 | -0,65 | 134,55 | 66,529 |
| 2010 | 505.585 | 73.703 | 145,78 | -0,82 | 138,15 | 69,846 |
| 2011 | 516.982 | 79.424 | 153,63 | -1,00 | 141,66 | 73,236 |
| 2012 | 528.635 | 83.675 | 158,29 | -1,12 | 145,08 | 76,696 |
| 2013 | 540.550 | 84.929 | 157,12 | -1,09 | 148,41 | 80,221 |
| 2014 | 552.735 | 84.844 | 153,14 | -0,99 | 151,63 | 83,811 |
| 2015 | 560.706 | 89.864 | 154,75 | -1,03 | 154,75 | 88,662 |
| 2016 | 591.996 | 85.961 | 145,21 | -0,81 | 157,75 | 93,389 |
| 2017 | 603.269 | 86.966 | 144,16 | -0,78 | 160,65 | 98,915 |
| 2018 | 614.539 | 92.906 | 151,18 | -0,94 | 163,43 | 100,435 |
| 2019 | 625.775 | 93.825 | 149,93 | -0,91 | 166,10 | 103,942 |
| 2020 | 639.880 | 94.125 | 147,10 | -0,85 | 168,66 | 107,919 |
| 2021 | 654.304 | 95.632 | 146,16 | -0,83 | 171,10 | 111,949 |
| 2022 | 669.052 | | | | 173,42 | 116,030 |
| 2023 | 684.133 | | | | 175,64 | 120,162 |
| 2024 | 699.553 | | | | 177,75 | 124,344 |
| 2025 | 715.322 | | | | 179,75 | 128,578 |
| 2026 | 731.445 | | | | 181,64 | 132,863 |
| 2027 | 747.932 | | | | 183,44 | 137,200 |
| 2028 | 764.791 | | | | 185,14 | 141,590 |
| 2029 | 782.030 | | | | 186,74 | 146,035 |
| 2030 | 799.657 | | | | 188,25 | 150,535 |
| 2031 | 817.682 | | | | 189,67 | 155,092 |
| 2032 | 836.113 | | | | 191,01 | 159,708 |
| 2033 | 854.959 | | | | 192,27 | 164,385 |
| 2034 | 874.231 | | | | 193,46 | 169,124 |
| 2035 | 893.936 | | | | 194,57 | 173,929 |
| 2036 | 914.086 | | | | 195,61 | 178,802 |
| 2037 | 934.690 | | | | 196,58 | 183,745 |
| 2038 | 955.758 | | | | 197,50 | 188,760 |
| 2039 | 977.302 | | | | 198,35 | 193,851 |
| 2040 | 999.330 | | | | 199,15 | 199,021 |
| 2041 | 1.008.999 | | | | 199,90 | 201,701 |
| 2042 | 1.033.742 | | | | 200,60 | 206,989 |
| 2043 | 1.054.958 | | | | 201,25 | 212,322 |
| 2044 | 1.078.778 | | | | 201,86 | 217,765 |
| 2045 | 1.103.094 | | | | 202,43 | 223,301 |
| 2046 | 1.127.959 | | | | 202,96 | 228,932 |
| 2047 | 1.153.384 | | | | 203,46 | 234,662 |
| 2048 | 1.179.381 | | | | 203,92 | 240,494 |
| 2049 | 1.205.965 | | | | 204,34 | 246,433 |
| 2050 | 1.233.148 | | | | 204,74 | 252,480 |

a = 2,430

b = -0,075

r = 0,9672

r² = 0,93541510

Ts = 210

Y = a+bt

Y = 2,430 - 0,075 t

Fuente: Elaboración propia

Ahora con la tabla de proyección de vehículos livianos de la ciudad de Cuenca se procede a sacar la tasa de crecimiento vehicular de los siguientes periodos hasta el año 2044 de la E1, E2, E3

Tabla 18

| TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR | | | |
|--------------------------------|----------|-------|----------|
| PERIODO | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES |
| 2024-2029 | 3,27% | 2,25% | 2,25% |
| 2029-2034 | 2,98% | 2,25% | 2,25% |
| 2034-2039 | 2,77% | 2,25% | 2,25% |
| 2039-2044 | 2,35% | 2,00% | 2,00% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

| TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR | | | |
|--------------------------------|----------|-------|----------|
| PERIODO | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES |
| 2024-2029 | 3,27% | 0,00% | 2,25% |
| 2029-2034 | 2,98% | 0,00% | 2,25% |
| 2034-2039 | 2,77% | 0,00% | 2,25% |
| 2039-2044 | 2,35% | 0,00% | 2,00% |

Fuente: Elaboración propia

Con las siguientes tasas se realiza la proyección del tráfico cada cinco años. En las siguientes tablas se muestra la proyección desde el año 2024 hasta el 2044, esta proyección se muestra por estaciones y composición, así como el TPDA total de la intersección de la zona de estudio. Los resultados serán del día con mayor demanda vehicular con los siguientes valores.

Tabla 20

Proyecciones del TPDA

| ESTACION | VEHICULOS | TPDA ₂₀₂₄ | TPDA ₂₀₂₉ | TPDA ₂₀₃₄ | TPDA ₂₀₃₉ | TPDA ₂₀₄₄ |
|----------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| E1 | L | 22,981 | 23,113 | 23,802 | 24,460 | 25,036 |
| | B | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 |
| | E2 | 471 | 482 | 493 | 504 | 514 |
| | E3 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| | E4 - E6 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| | TOTAL | 22,987 | 23,729 | 24,429 | 25,100 | 25,686 |
| E2 | L | 22,026 | 22,746 | 23,423 | 24,071 | 24,638 |
| | B | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 |
| | E2 | 1,437 | 1,469 | 1,502 | 1,536 | 1,567 |
| | E3 | 42 | 43 | 43 | 44 | 45 |
| | E4 - E6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 23,869 | 24,622 | 25,334 | 26,017 | 26,615 |
| E3 | L | 35,533 | 36,694 | 37,788 | 38,833 | 39,747 |
| | B | 416 | 416 | 416 | 416 | 416 |
| | E2 | 965 | 987 | 1,009 | 1,032 | 1,053 |
| | E3 | 125 | 128 | 130 | 133 | 136 |
| | E4 - E6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 37,039 | 38,225 | 39,343 | 40,415 | 41,352 |
| TOTAL | L | 79,940 | 82,553 | 85,012 | 87,364 | 89,421 |
| | B | 887 | 887 | 887 | 887 | 887 |
| | E2 | 2,873 | 2,938 | 3,004 | 3,072 | 3,133 |
| | E3 | 180 | 184 | 188 | 193 | 196 |
| | E4 - E6 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| | TOTAL | 83,895 | 86,576 | 89,107 | 91,531 | 93,653 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Proyecciones del TPDA

| ESTACION | VEHICULOS | TPDA ₂₀₂₄ | TPDA ₂₀₂₉ | TPDA ₂₀₃₄ | TPDA ₂₀₃₉ | TPDA ₂₀₄₄ |
|----------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| E4 | L | 2,887 | 2,982 | 3,070 | 3,155 | 3,230 |
| | B | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | E2 | 319 | 326 | 333 | 341 | 348 |
| | E3 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 |
| | E4 - E6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 3,220 | 3,322 | 3,418 | 3,511 | 3,592 |
| E5 | L | 31,694 | 32,730 | 33,705 | 34,638 | 35,453 |
| | B | 430 | 430 | 430 | 430 | 430 |
| | E2 | 767 | 784 | 802 | 820 | 836 |
| | E3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | E4 - E6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 32,895 | 33,949 | 34,942 | 35,892 | 36,724 |
| E6 | L | 1,501 | 1,550 | 1,597 | 1,641 | 1,679 |
| | B | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | E2 | 152 | 156 | 159 | 163 | 166 |
| | E3 | 28 | 28 | 29 | 30 | 30 |
| | E4 - E6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 1,686 | 1,739 | 1,790 | 1,838 | 1,880 |
| E7 | L | 16,672 | 17,217 | 17,730 | 18,220 | 18,649 |
| | B | 550 | 550 | 550 | 550 | 550 |
| | E2 | 1,021 | 1,044 | 1,067 | 1,092 | 1,113 |
| | E3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | E4 - E6 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 |
| | TOTAL | 18,261 | 18,829 | 19,366 | 19,881 | 20,332 |
| TOTAL | L | 52,755 | 54,479 | 56,102 | 57,654 | 59,011 |
| | B | 989 | 989 | 989 | 989 | 989 |
| | E2 | 2,259 | 2,310 | 2,362 | 2,415 | 2,463 |
| | E3 | 42 | 43 | 43 | 44 | 45 |
| | E4 - E6 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 |
| | TOTAL | 56,062 | 57,839 | 59,515 | 61,122 | 62,529 |

Fuente: Elaboración propia

14 Resultados

14.1 Puntos de conflicto actuales en la intersección

En la zona de estudio de la primera intersección los puntos de conflictos de cada giro que en el estado actual se vieron 9 puntos y se muestra de la siguiente manera:

Figura 28.

Puntos de conflicto de la primera intersección

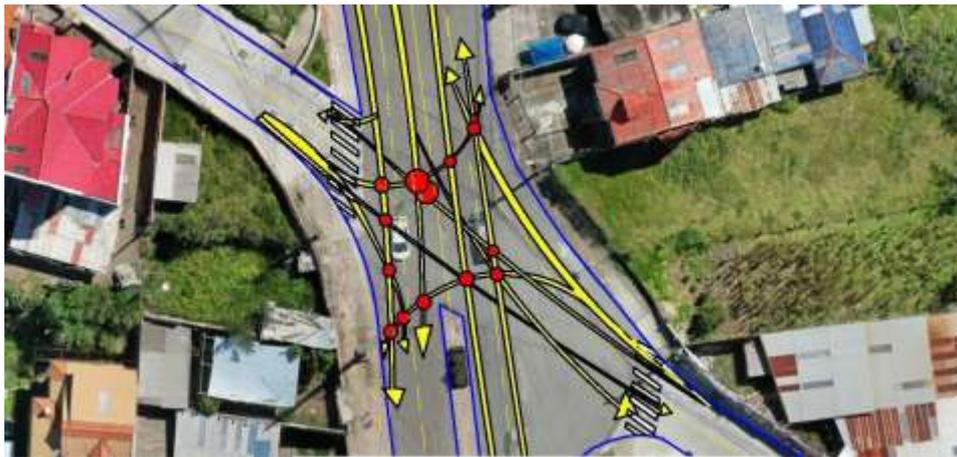


Fuente: Elaboración propia

En la zona de estudio de la segunda intersección los puntos de conflictos de cada giro en el estado actual se vieron 14 puntos y se muestra de la siguiente manera:

Figura 29.

Puntos de conflicto de la segunda intersección



Fuente: Elaboración propia

14.2 Modelación del escenario actual en el software Synchro

En la simulación de Synchro en el escenario actual nos dio como resultado un nivel de servicio tipo C que es intermedio o con circulación estable, por lo cual se tiene el aumento de demoras de adelantamiento con la formación de colas consistentes lo que se refleja condiciones de tráfico manejables, pero con un creciente impacto en la velocidad, comodidad y seguridad, requiriendo atención y posibles mejoras para evitar mayores problemas.

Modelación actual en el Software Synchro

Figura 30.

Modelación actual nivel de servicio tipo C



Fuente: Elaboración propia en Synchro

Reporte de la simulación actual

En el reporte del escenario actual de la simulación se obtuvo el nivel de servicio tipo C, con sus respectivos tiempos semafóricos actuales y con los factores de la hora pico.

Figura 31.

Reporte de la intersección con un nivel de servicio tipo C

| | | | |
|---|-------|---------------------------|------|
| HCM 2000 Control Delay | 26.0 | HCM 2000 Level of Service | C |
| HCM 2000 Volume to Capacity ratio | 0.67 | | |
| Actuated Cycle Length (s) | 58.0 | Sum of lost time (s) | 10.0 |
| Intersection Capacity Utilization | 65.6% | ICU Level of Service | C |
| Analysis Period (min) | 15 | | |
| dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane. | | | |
| c Critical Lane Group | | | |

Fuente: Elaboración propia en Synchro

14.3 Modelación del escenario para 20 años con proyección para el 2044 en el software Synchro

Para el año 2044 se tuvo un escenario con un nivel de servicio tipo F lo que se representa condiciones de tráfico inaceptables y altamente congestionadas, donde la demanda excede significativamente la capacidad de la intersección, lo que se plantea para los 20 años una solución a largo plazo lo cual se obtuvo en la simulación con el ciclo semafórico optimizado y ver la solución de restringir los giros que den problema en la intersección, donde se reduzcan las colas y los tiempos de espera, mejoren la comodidad del conductor, y disminuyan el riesgo de siniestros. Con una mejor gestión del tráfico y una infraestructura optimizada, la intersección podrá manejar un mayor volumen de vehículos de manera más eficiente

Modelación de la proyección a 20 años

Figura 32.

Modelación actual nivel de servicio tipo F



Fuente: Elaboración propia en Synchro

Reporte de la simulación para la proyección a 20 años

En el reporte del escenario a proyección a 20 años de la simulación se obtuvo el nivel de servicio tipo F, con sus respectivos tiempos semafóricos optimizados y con los factores de la hora pico, y con sus puntos conflictivos en cada giro para poder restringir. Esto resulta que tiene velocidades extremadamente bajas, tiempos de espera impredecibles y prolongados. La intersección se enfrenta a frecuentes bloqueos y embotellamientos por lo cual se debe restringir los giros para poder obtener un mejor nivel de servicio en la intersección.

Figura 33.

Reporte de la intersección con un nivel de servicio tipo F

| | | | |
|-----------------------------------|-------|---------------------------|------|
| HCM 2000 Control Delay | 107.3 | HCM 2000 Level of Service | F |
| HCM 2000 Volume to Capacity ratio | 0.97 | | |
| Actuated Cycle Length (s) | 90.0 | Sum of lost time (s) | 15.0 |
| Intersection Capacity Utilization | 98.6% | ICU Level of Service | F |
| Analysis Period (min) | 15 | | |
| c Critical Lane Group | | | |

Fuente: Elaboración propia con Synchro

14.4 Solución Propuesta para la intersección

En la solución propuesta nos dio un nivel de servicio tipo D, se determinó en la intersección que indica su eficiencia en el manejo del tráfico vehicular de la siguiente manera restringiendo los giros hacia la izquierda para reducir las interrupciones del flujo de tráfico, eliminar el parter por la razón que se va a aumentar un carril, en la parte de la ciclovía se va a solucionar con una transición que empate para el ensanchamiento de la vía lo cual se va mejorar en la problemática , por otro lado se va a implementar un resalto con paso cebra luego se va a reubicar los pasos cebras para los peatones al momento de cruzar será efectivo y se debe optimizar los ciclos semafóricos para el mejoramiento de la intersección, ahora en la intersección pasará de un estado crítico a uno más manejable y eficiente con la solución dada.

Modelación de solución propuesta

Figura 34.

Modelación actual nivel de servicio D



Fuente: Elaboración propia con Synchro

En la solución propuesta bajo a un nivel de servicio D por lo que se optimizo los ciclos semaforicos, y los giros a la izquierda como se muestra en las imágenes anteriores de simulación.

Figura 35.

Reporte de la intersección con un Nivel de servicio D

| NODE SETTINGS | |
|---------------------------|--------------------------|
| Zone: | |
| X East (m): | 179.0 |
| Y North (m): | -127.0 |
| Z Elevation (m): | 0.0 |
| Description: | |
| Control Type: | Pretimed |
| Cycle Length (s): | 160.0 |
| Lock Timings: | <input type="checkbox"/> |
| Optimize Cycle Length: | Optimize |
| Optimize Splits: | Optimize |
| Actuated Cycle(s): | 160.0 |
| Natural Cycle(s): | 160.0 |
| Max v/c Ratio: | 1.03 |
| Intersection Delay (s): | 53.9 |
| Intersection LOS: | D |
| ICU: | 0.78 |
| ICU LOS: | D |
| Offset (s): | 0.0 |
| Referenced to: | Begin of Green |
| Reference Phase: | 2 - NBTL |
| Coordination Mode: | Fixed |
| Master Intersection: | <input type="checkbox"/> |
| Yield Point: | Single |
| Mandatory Stop On Yellow: | <input type="checkbox"/> |

Fuente: Elaboración propia con Synchro

Planos de la solución propuesta en el Civil Cad

En la solución propuesta en el plano permitirá una implementación detallada y precisa a la intersección se debe colocar con su señalizaciones respectivas, de tal forma los colores que se colocó para señalar cada carril con sus diferentes giros para mejorar la visibilidad de la intersección donde se puede ver a futuro la solución propuesta de movilidad, seguridad vial y además se colocaron para la solución los puntos de conflictos en cada giro se eliminaron, para que los vehículos que se transporten a diario y sea de calidad y también para los peatones, con la solución se hará que todos los días se dirijan los vehículos a sus diferentes destinos y toman esta ruta diariamente sin ningún problema de congestionamiento.

Figura 36.

Plano de la solución propuesta



Fuente: Elaboración propia

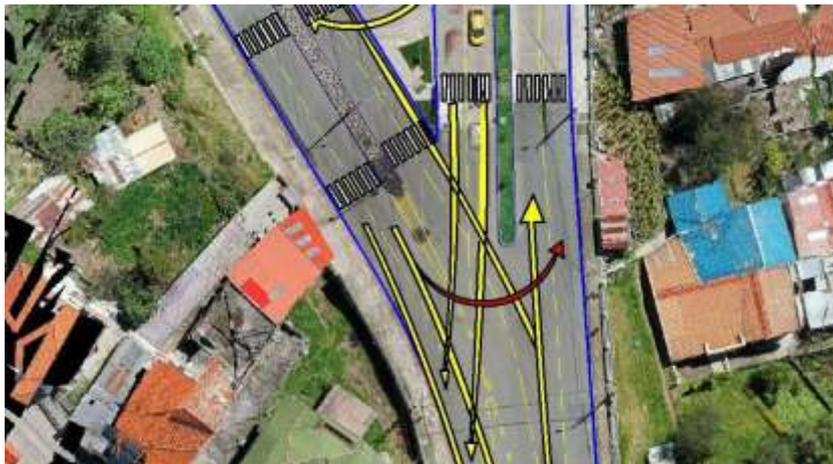
Nuevos puntos de conflicto

Se eliminaron los puntos de conflicto para la solución para mejorar el nivel de servicio en la intersección y reducir la congestión, mediante la ampliación de carriles y restricción de giros se mejora el tráfico y reducción de tiempos de espera, aumenta la seguridad y habrá menor riesgo de siniestros entre los diferentes flujos de tráfico.

En la intersección 1 se obtuvo 9 puntos de conflicto, se determinó al momento de restringir el giro hacia la izquierda del ramal 2 se restringió 4 puntos de conflictos de un giro.

Figura. 37.

Nuevos puntos de conflicto de la intersección uno

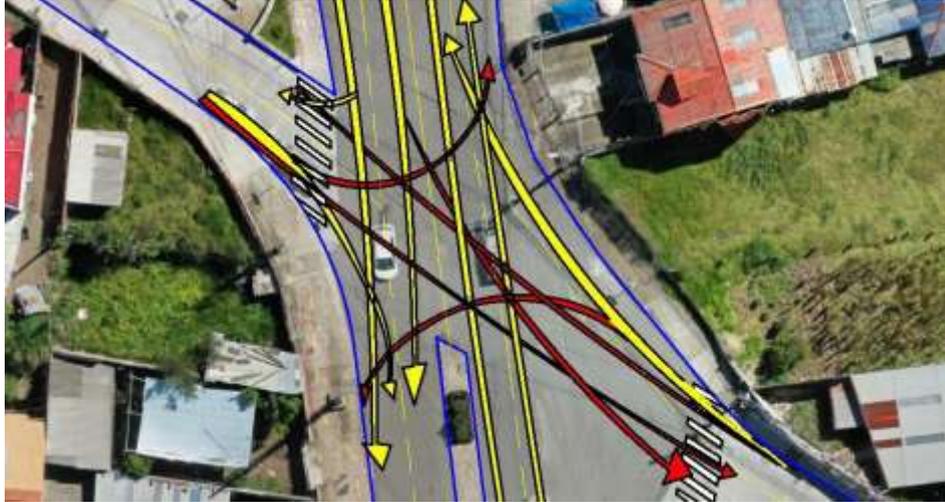


Fuente: Elaboración propia

En la intersección 2 se obtuvo 14 puntos de conflicto en la proyección de 20 años, lo cual se restringió los siguientes giros de cada ramal, que es el ramal 3 y el ramal 4 como se ve en la figura mostrada a continuación se restringieron los giros de la izquierda y al momento de dar solución se eliminó 13 puntos de conflicto para simular en el software es como queda la solución propuesta.

Figura 38.

Nuevos puntos de conflicto de la intersección dos



Fuente: Elaboración propia

15 Presupuesto

Tabla 22

Presupuesto

Av. de lo Juegos Bolivarianos y la Av.Toril

Oferente : Referencial
Ubicación: Cuenca
Fecha: 12/07/2024

| PRESUPUESTO | | | | | |
|-----------------|--|--------|----------|---------|----------|
| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARI | P. TOTAL |
| 1 | Señalización vertical | u | 8 | 130,75 | 1046,00 |
| 2 | Pintura señalización de tráfico, manual, franja de 15cm | m2 | 2680 | 1,72 | 4609,60 |
| 3 | Pintura paso zebra | m2 | 72 | 16,44 | 1183,68 |
| 4 | Letrero información del proyecto | u | 1 | 538,92 | 538,92 |
| 5 | Suministro Calibrado de tiempo semaforico | u | 1 | 4000 | 4000,00 |
| 6 | Relleno compactado con equipo liviano | m3 | 43,36 | 5,73 | 248,45 |
| 7 | Demolicion de Estructuras de hormigon | m3 | 37,94 | 86,8 | 3293,19 |
| 8 | Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad, | m3 | 43,36 | 1,86 | 80,65 |
| 9 | Material de Subbase Clase 1 (Incluye esponjamiento) | m3 | 21,68 | 26,7 | 578,86 |
| 10 | Material de Base Clase 2 (Incluye esponjamiento) | m3 | 27,1 | 30,7 | 831,97 |
| 11 | Carpeta asfáltica/ incluye colocación. | m2 | 54,2 | 301,45 | 16338,59 |
| 12 | Hormigón Simple 300 kg/cm2 | m3 | 10,84 | 204,29 | 2214,50 |
| 13 | Sum.-Ins, Malla electrosoldada R106 | m2 | 54,2 | 4,43 | 240,11 |
| 14 | Transporte de material hasta 5km | m3 | 86,72 | 1,58 | 137,02 |
| SUBTOTAL | | | | | 35341,54 |
| IVA | | | | 15% | 5301,23 |
| TOTAL | | | | | 40642,77 |

Fuente: Elaboración propia

16 Conclusiones

A partir de la evidencia recolectada sobre la intersección de la Avenida de los Juegos Bolivarianos y la Avenida del Toril, ha permitido desarrollar una solución vial integral que aborda los desafíos actuales y futuros de tráfico, seguridad vial y accesibilidad universal. Se ha analizado el comportamiento actual del tráfico en la intersección, identificando los principales puntos de conflicto y las deficiencias en la infraestructura vial.

A través del análisis de tres escenarios con un nivel de servicio tipo C, se identificó que el manejo eficiente del flujo vehicular y la optimización de los tiempos de espera en los semáforos son cruciales para mantener un nivel de servicio aceptable. Estos escenarios proporcionan una base sólida para la planificación a corto y mediano plazo, asegurando una mejor fluidez en el tráfico y una reducción en la congestión.

Se proyecta que para el año 2044 la intersección alcanzará un nivel de servicio tipo F, lo que significa que el flujo vehicular será colapsado con tiempos de espera excesivos y congestión permanente.

De esta manera se proponen varias medidas claves para la solución de la intersección que bajo en su nivel de servicio que es de tipo D, que es eficiente para restringir los giros a la izquierda para simplificar el flujo vehicular y reducir los conflictos, eliminar el parterre central para incrementar la capacidad de los carriles y evitar cuellos de botella, y aumentar un carril en una sola dirección para manejar un mayor volumen de tráfico de manera más eficiente. La implementación de estas medidas contribuirá al desarrollo sostenible de la ciudad de Cuenca y al bienestar de sus habitantes.

17 Recomendaciones

Se recomienda implementar las medidas propuestas en el presente trabajo a la brevedad posible para evitar el deterioro del nivel de servicio y garantizar la seguridad y fluidez del tráfico en la intersección.

Además, se recomienda reubicar los pasos cebra para garantizar una mejor visibilidad y seguridad para los peatones, optimizar los ciclos semafóricos para mejorar la distribución del tiempo de espera, facilitar un flujo vehicular más continuo, reduciendo así las demoras y mejorando el nivel de servicio.

Estas recomendaciones están diseñadas para mantener un nivel de servicio tipo D, asegurando una gestión efectiva del tráfico, garantizando la seguridad y fluidez en la intersección. Implementar estas medidas contribuirá a evitar el deterioro previsto del nivel de servicio para mejorar la eficiencia y seguridad en la intersección a largo plazo.

18 Referencia bibliografía

- 1) AECO Competence Center. (2024). *AECO Competence Center*. Obtenido de Synchro | Qué es y qué tiene para ofrecer: <https://www.rfaeco.com/synchro/>
- 2) Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones* (9na ed.). México: Ediciones Alfaomega.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. Obtenido de Cárdenas Grisales, J., Cal, R., & Reyes Espíndola, M. (7ma Edición). *Ingeniería de Tránsito*.
- 3) Earth Google. (3 de mayo de 2024). *Google Earth*. Obtenido de Ubicacion de la Interseccion Av. Juegos Bolivarianos y Av. Toril: <https://earth.google.com/web/@-2.87448878,-78.98363383,2535.99622124a,352.15228616d,35y,147.63303687h,43.76429372t,0.0009911r>
- 4) Ingeodrone. (2024). *Ingeodrone*. Obtenido de Ortofotografía, qué es y para qué sirve: <https://ingeodrone.es/ortofotografia-que-es-y-para-que-sirve/>
- 5) Lozano, A., Torres, V., & Antún, J. P. (2003). Tráfico vehicular en zonas urbanas. En U. N. México, *Ciencias* (págs. 34-45). Quito: Universidad Nacional Autónoma de México.

- 6) Mayor, R. C. (2007). Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones . En R. C. Mayor, *Seamforizacion* (págs. 497-507). Mexico : Metodologia de Analisis Operacional .
- 7) Ministerio de Obras Publicos. (2023). Politicas nacional de movilidad urbana sostenible. En M. d. Publicos, *Políticas nacional de movilidad urbana sostenible* (págs. 6-10). Quito: Gobierno del Ecuador.
- 8) Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES NEVI-12-MTOP*. Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- 9) Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2022). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador*. Ecuador: C. F. Pardo, V. Cueva, & J. F. Bustos (eds.).
- 10) Pinos, M. (2016). *Universidad del Azuay*. (V. Pinos Mata, Editor) Obtenido de Diseño de intersecciones en vías urbanas: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5901/1/12221.pdf>
- 11) ROAD Ingeniería. (2024). *ROAD INGENIERÍA*. Obtenido de CONTEO DE TRÁFICO Y CONTROL DE EVASIÓN: <https://road.cl/conteo-de-trafico-y-control-de-evasion/>
- 12) RR Studio Arquitectura y Diseño. (23 de Abril de 2013). *RR STUDIO ARQUITECTURA & DISEÑO*. Obtenido de Conceptos Básico de Vialidad: <https://rr-studio-blog.tumblr.com/post/48684530223/conceptos-b%C3%A1sicos-de-vialidad>
- 13) Uribe, C. (2019). *Manual de Diseño Geométrico para vías e intersecciones urbanas*. Bogotá, Coombia: SN.



| | | | | |
|-------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|--------------|
| POS. Cent. | Intersección | Número | Matrícula | Mes. Inscr. |
| TRM. 000001 | 23/07/2024 | LUIS ANDRÁ DE | UNIVERSIDAD POLITÉCNICA | |
| TRM. 000002 | 23/07/2024 | ING DANIE CARLOS VÁS | SALESIANA | SFTE |
| FORMA | PROYECTO DE LA INTERSECCIÓN | | | ING. CIVIL |
| 1:10000 | | | | cm. no. 08.1 |