



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR Y PROPUESTA A SOLUCIÓN AL  
CONGESTIONAMIENTO EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AVENIDA PASEO DE LOS  
CAÑARIS Y AVENIDA VIRACOCABAMBA**

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

**AUTORES: ANDRÉS SEBASTIÁN BRAVO LEÓN**

**GUSTAVO ADOLFO JARA ÁVILA**

**TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, MSc**

Cuenca - Ecuador

2023

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Andrés Sebastián Bravo León con documento de identificación N° 0107295982 y Gustavo Adolfo Jara Ávila con documento de identificación N° 0104719133; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos 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, 24 de julio del 2023

Atentamente,



---

Andrés Sebastián Bravo León

0107295982



---

Gustavo Adolfo Jara Ávila

0104719133

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

Nosotros, Andrés Sebastián Bravo León con documento de identificación N° 0107295982 y Gustavo Adolfo Jara Ávila con documento de identificación N° 0104719133, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Evaluación del tráfico vehicular y propuesta a solución al congestionamiento en la intersección entre la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba”, 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, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de julio del 2023

Atentamente,



---

Andrés Sebastián Bravo León

0107295982



---

Gustavo Adolfo Jara Ávila

0104719133

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Alejandro Mejía Regalado con documento de identificación N° 0101883841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR Y PROPUESTA A SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AVENIDA PASEO DE LOS CAÑARIS Y AVENIDA VIRACOCABAMBA, realizado por Andrés Sebastián Bravo León con documento de identificación N° 0107295982 y por Gustavo Adolfo Jara Ávila con documento de identificación N° 0104719133, 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, 24 de julio del 2023

Atentamente,



---

Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc.

0101883841

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro primeramente a Dios por darme la fuerza y sabiduría de poder llegar aquí, a mi familia, que no fue solo mi esfuerzo, sino que fue conjuntamente con el apoyo de ustedes logramos culminar una etapa más, mi papá Iván Bravo que me motivo a soñar alto, me enseñó que con trabajo duro y honesto se puede conquistar la cima, a mi mamá Jenny León por siempre confiar en mí y ayudarme en los días difíciles, a mis hermanos Karol Bravo y Nicolás Bravo por apoyarme y estar pendientes de mí, quiero también dedicar este triunfo a mis abuelitos, Lizardo Bravo que siempre me apoyo y me enseñó que los problemas se enfrentan con la cabeza arriba y los pies en el suelo, lo hice abuelito, este logro grito al cielo para ti. Mi abuelita Bertha Tamayo que siempre me escuchó y me ayudó a ser mejor persona, a mi mejor amiga Micaela Ochoa que siempre estuvo conmigo en los buenos y malos momentos.

En todo este tiempo me enseñaron que los logros por más pequeños o grandes que sean se debe festejar con las personas cercanas. La vida es muy corta para guardar rencor o no expresar amor, aprendí que lo importante de la vida es la familia y amigos, estoy tan agradecido por las personas que están y estuvieron, gracias a ellos he podido mejorar cada día.

**Sebastián Bravo Leon.**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta meta, este escalón más de mi vida, hacia Dios, que me permitió estar firme y constante cada día durante estos 5 largos años de carrera universitaria, cada año fue un nuevo desafío que enfrentar y pude sobrepasarlo junto con él.

También quiero dedicar este logro sobre todo a mi madre Alba Ávila y a mi padre Alfredo Jara que a lo largo de este trayecto fueron mis pilares, mis soportes, mis razones para siempre seguir avanzando y nunca detenerme en la vida. Siempre serán mi mayor ejemplo y mi mejor refugio.

A mi hermana Michelle Jara, que aportó sus ideas y experiencias de cómo llevar una vida universitaria buena.

Y a toda mi familia porque con sus lecciones, oraciones, opiniones me permitieron ser una mejor persona.

**Gustavo Adolfo Jara Ávila**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por permitir festejar un triunfo más en mi vida.

A mi familia Bravo León por su apoyo incondicional.

A mi familia materna León, tía Irma, Josué y María que siempre estuvieron pendientes y apoyándome en todo.

A mi familia paterna Bravo por estar pendientes y apoyarme en cada meta.

A mi profesor y tutor de tesis Ing. Iván Mejía que desde inicios de la carrera universitaria nos apoyó y creyó en un grupo de estudiantes jóvenes, que ahora estamos por culminar la universidad, siendo usted el que nos guio hasta el final.

A mi grupo de amigos de clases, Gustavo Jara, Erick Poveda, Jonathan Córdova, Iván Mejía, Douglas Tinoco y Gabriela Andrade, gracias por la amistad sincera.

A mi eterna mascota Toba.

A todo el equipo de Segasa que me ayudó a mejorar como persona y prepararme para la vida profesional.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en el transcurso de esta etapa universitaria y realización de este proyecto.

**Sebastián Bravo León.**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por brindar siempre de su protección y fuerza hacia mis padres que gracias a ellos pude culminar mis estudios universitarios.

También agradecer enormemente a mis padres que me brindaron la oportunidad de estudiar en una prestigiosa universidad, agradecerles también por la paciencia que me tuvieron a lo largo de todos estos 5 años de carrera universitaria y por su soporte.

Agradezco al Ingeniero Iván Mejía por su paciencia, por compartirnos sus conocimientos, ideas y sobre todo sus experiencias que sin duda alguna llegaré a aplicarlas en mi vida profesional, un ingeniero ejemplar y de admirar.

Un agradecimiento enorme a la Ingeniera Giselle Chávez por la buena voluntad, por la paciencia y por compartir su experiencia profesional para el desarrollo de la modelación de la intersección.

Agradezco a mis compañeros Sebastián Bravo, Jonathan Córdova, Erick Poveda, Iván Mejía y Douglas Tinoco.

No fue un camino fácil tengo que admitirlo, pero agradezco todas lecciones, desafíos y malas noches, que me hicieron una gran persona.

“He peleado la buena batalla, he acabado la carrera, he guardado la fe”

**Gustavo Adolfo Jara Ávila**



## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo solucionar el problema de congestión vehicular que se genera en la intersección de la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba en la ciudad de Cuenca, al momento que nos encontramos en las mencionadas intersecciones podemos experimentar el apogeo que existe del tráfico generado, produciendo así largas columnas de vehículos que causan incomodidad para los usuarios, por lo tanto se realizó un estudio para poder ofrecer una solución que permita que las intersecciones obtengan un buen nivel de servicio, realizando los estudios necesarios como el análisis de tipos de vehículos que circulan por las intersecciones, los volúmenes de tráfico, tráfico promedio diario anual y sobre todo el origen y el destino de los vehículos mediante una matriz de giros dentro de la intersección. Después de determinar el problema se analizó una solución mediante simulaciones de tráfico que permite que los usuarios puedan circular por las intersecciones sin problemas de congestión y con niveles de servicios aptos para las intersecciones.

**Palabras clave:** Congestión, niveles de servicio, transporte, volumen de tráfico, circulación, intersecciones.

## **ABSTRACT**

This study aims to solve the problem of traffic congestion generated at the intersection of Paseo of the Cañaris Avenue and Viracochabamba Avenue in the city of Cuenca, at the time we are in the aforementioned intersections we can experience the peak of traffic generated, thus producing long columns of vehicles that cause discomfort for users, Therefore, a study was carried out in order to offer a solution that allows the intersections to obtain a good level of service, performing the necessary studies such as the analysis of the types of vehicles that circulate through the intersections, traffic volumes, annual average daily traffic and above all the origin and destination of the vehicles through a matrix of turns within the intersection. After determining the problem, a solution was analyzed through traffic simulations that allows users to circulate through the intersections without congestion problems and with levels of service suitable for the intersections.

**Key words:** Congestion, levels of service, transportation, traffic volume, circulation, intersections.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>Título .....</b>	<b>1</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Problema.....</b>	<b>2</b>
• <b>Antecedentes (origen el problema).....</b>	<b>2</b>
• <b>Importancia y alcances.....</b>	<b>3</b>
• <b>Delimitación.....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivo General.....</b>	<b>4</b>
<b>Objetivo Específico .....</b>	<b>4</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>Marco Teórico .....</b>	<b>5</b>
• <b>Estudio de Tránsito, capacidad y niveles de servicio.....</b>	<b>5</b>
• <b>Métodos de aforo.....</b>	<b>7</b>
• <b>El nivel de servicio vial .....</b>	<b>8</b>
• <b>TPDA.....</b>	<b>11</b>
• <b>Clasificación por capacidad (función del TPDA).....</b>	<b>13</b>
• <b>Estudio de señalización.....</b>	<b>14</b>
• <b>Señales regulatorias (Código R) .....</b>	<b>15</b>

• Señales preventivas (Código P).....	15
• Tiempos de semaforización .....	16
• Cálculo de los tiempos de verde del semáforo .....	17
• Nivel de servicio de una intersección.....	18
• Volúmenes de tránsito futuro .....	20
<b>Marco Metodológico</b> .....	22
<b>Datos</b> .....	23
<b>Simulación</b> .....	44
Tipos de análisis del programa AIMSUN.....	44
<b>Resultados (propuesta)</b> .....	70
<b>Resolución Administrativa-Presupuesto</b> .....	73
<b>Conclusiones</b> .....	74
<b>Recomendaciones</b> .....	75
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	76
<b>Anexos</b> .....	77

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Intersección Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba .....	3
Ilustración 2. Representación niveles de servicio en tabla V/i .....	10
Ilustración 3. Tipos y clasificación de camiones. ....	13
Ilustración 4. Señales preventivas viales. ....	16
Ilustración 5. Esquema de programación de los tiempos de un semáforo. ....	17
Ilustración 6. Tipos de intersección a desnivel .....	19
Ilustración 7. Tipo de intersección a nivel .....	20
Ilustración 8. Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el tránsito promedio diario anual - TPDA .....	21
Ilustración 9. Flujo vehicular. ....	24
Ilustración 10. Flujo vehicular. ....	26
Ilustración 11. Flujo vehicular. ....	28
Ilustración 12. Flujo vehicular. ....	29
Ilustración 13. Flujo vehicular. ....	31
Ilustración 14. Flujo vehicular. ....	33
Ilustración 15. Flujo vehicular. ....	35
Ilustración 16. Elección de la plantilla. ....	45
Ilustración 17. Importación de topografía. ....	46
Ilustración 18. Corredor de la Av. Paseo de los Cañaris .....	46
Ilustración 19. Características de la Avenida Paseo de los Cañaris. ....	47
Ilustración 20. Características de la intersección Viracochabamba .....	48
Ilustración 21. Jerarquía vial de la ciudad de Cuenca. ....	48
Ilustración 22. Velocidades máximas dentro de la Jerarquía Vial. ....	49
Ilustración 23. Pendiente de la Avenida Viracochabamba .....	49
Ilustración 24. Giros realizados de cada estación. ....	51
Ilustración 25. Asignación de señales de tránsito .....	52
Ilustración 26. Grupo semafórico de la estación #1 .....	52
Ilustración 27. Grupo semafórico de la estación # 4 y #3. ....	53
Ilustración 28. Grupo semafórico de la estación # 1, giro a la izquierda en dirección a la Avenida Viracochabamba. ....	53
Ilustración 29. Grupo semafórico de la estación # 2. ....	54
Ilustración 30. Asignación de plan maestro de semáforos. ....	54
Ilustración 31. Plan de semáforos. ....	55
Ilustración 32. Datos del corredor de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba de Este a Oeste. ....	56
Ilustración 33. Datos del corredor de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba de Oeste a Este. ....	57

Ilustración 34. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba en dirección de Oeste a Este. ....	58
Ilustración 35. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Paseo de los Cañaris en dirección de Norte a Sur. ....	59
Ilustración 36. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Paseo de los Cañaris en dirección de Sur a Norte. ....	60
Ilustración 37. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba en dirección de Sur a Este. ....	61
Ilustración 38. Datos del corredor de vehículos pesados de la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba. ....	62
Ilustración 39. Líneas de buses cargadas al programa para la ejecución. ....	63
Ilustración 40. Líneas de buses características generales. ....	64
Ilustración 41. Ubicación de las paradas de buses. ....	64
Ilustración 42. Niveles de servicios impuestos por el AIMSUN. ....	65
Ilustración 43. Valores vs Detectores. ....	67
Ilustración 44. Regresión lineal para calibración de flujos. ....	68
Ilustración 45. Estadísticas de flujos simulados y reales (GEH). ....	69
Ilustración 46. Niveles de servicios en la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba impuestos por el AIMSUN. ....	70
Ilustración 47. Niveles de servicio de la Intersección Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba para el año de 2023. ....	71
Ilustración 48. Niveles de servicio de la Intersección Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba para el año de 2043. ....	72
Ilustración 49. Niveles de servicio para el año 2043, proyectada la solución. ....	72
Ilustración 50. Giros vista planta de la estación #1. ....	101
Ilustración 51. Visualización conteo por cámara. ....	102
Ilustración 52. Visualización conteo por cámara. ....	103
Ilustración 53. Giros vista planta de la estación #2. ....	103
Ilustración 54. Giros vista planta de la estación #3. ....	103
Ilustración 55. Giros vista planta de la estación #4. ....	104
Ilustración 56. Plano vista planta señalización y giros. ....	104
Ilustración 57. Plano trazado calzada, vereda y bordillo. ....	105
Ilustración 58. Dirección vial mediante solución integral. ....	106
Ilustración 59. Plano geométrico intersección. ....	116
Ilustración 60. Plano giros en la intersección. ....	117
Ilustración 61. Plano alternativa de solución. ....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen Giros del día jueves 01 de Diciembre de 2022 .....	23
Tabla 2. Resumen Porcentaje Giros del día jueves 01 de Diciembre de 2022 .....	24
Tabla 3. Resumen Giros del día viernes 02 de Diciembre de 2022 .....	25
Tabla 4. Resumen Porcentaje Giros del día viernes 02 de Diciembre de 2022 .....	25
Tabla 5. Resumen Giros del día sábado 03 de Diciembre de 2022 .....	27
Tabla 6. Resumen Porcentaje Giros del día sábado 03 de Diciembre de 2022. ....	27
Tabla 7. Resumen Giros del día domingo 04 de Diciembre de 2022. ....	29
Tabla 8. Resumen Porcentaje Giros del día domingo 04 de Diciembre de 2022. ....	29
Tabla 9. Resumen Giros del día lunes 05 de Diciembre e 2022. ....	30
Tabla 10. Resumen Porcentaje Giros del día lunes 05 de Diciembre de 2022. ....	31
Tabla 11. Resumen Giros del día martes 06 de Diciembre de 2022. ....	32
Tabla 12. Resumen Porcentaje Giros del día martes 06 de Diciembre de 2022. ....	32
Tabla 13. Resumen Giros del día miércoles 07 de Diciembre de 2022. ....	34
Tabla 14. Resumen Porcentaje Giros del día miércoles 07 de Diciembre de 2022. ....	34
Tabla 15. Resumen tráfico en la intersección. ....	35
Tabla 16. Corrección factor TPDA. ....	36
Tabla 17. Corrección de tráfico en la intersección. ....	36
Tabla 18. Consumo de combustibles 2022. ....	37
Tabla 19. Factores vehiculares. ....	38
Tabla 20. Resumen factores vehiculares. ....	39
Tabla 21. Resumen tasa de crecimiento vehicular para vehículos livianos, buses y camiones. ....	40

Tabla 22. Resumen tasa de crecimiento vehicular livianos para el año de 2022 al 2023.	40
Tabla 23. Tráfico vehicular de 00H00 a 24H00. ....	42
Tabla 24. Tráfico vehicular en hora pico 7H00 a 8H00. ....	44
Tabla 25. Fases de semaforización. ....	54
Tabla 26. Plan de semáforos. ....	55
Tabla 27. Porcentajes de giros de la Estación #4 Avenida Viracochabamba de Norte a Sur .....	58
Tabla 28. Porcentajes de giros de la Estación #2 Avenida Paseo de los Cañaris de Este a Sur.....	59
Tabla 29. Porcentajes de giros de la Estación #1 Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Norte. ....	60
Tabla 30. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba en dirección de Sur a Norte.....	61
Tabla 31. Detectores .....	66
Tabla 32. Presupuesto .....	73
Tabla 33. Conteo de tráfico estación 1, giro izquierdo. ....	77
Tabla 34. Conteo de tráfico estación 1, giro recto. ....	78
Tabla 35. Conteo de tráfico estación 1, giro derecho. ....	79
Tabla 36. Conteo de tráfico estación 1, giro en U. ....	80
Tabla 37. Resumen conteo de tráfico intersección vehículos, motos y bicicletas. ....	81
Tabla 38. Resumen conteo de tráfico intersección vehículos. ....	82
Tabla 39. Resumen flujo vehicular estación 1. ....	87
Tabla 40. Resumen flujo vehicular estación 2. ....	91



Tabla 41. Resumen flujo vehicular estación 3. ....	96
Tabla 42. Resumen flujo vehicular estación 4. ....	101
Tabla 43. Resultados de modelación de la red vial 2023 .....	111
Tabla 44. Resultados de modelación de la red vial 2043 con solución.....	115

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Intensidad en horas.....	8
Ecuación 2. Factor de TPDA .....	12
Ecuación 3. Intensidad por hora verde.....	18
Ecuación 4. Número de vehículos por period de tiempo .....	19
Ecuación 5. GEH estadístico de validación .....	21
Ecuación 6. Tasa de motorización. ....	39

## **Título**

Evaluación del tráfico vehicular y propuesta a solución al congestionamiento en la intersección entre la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba

## **Introducción**

El tráfico vehicular es uno de los conflictos que enfrenta la ciudad de Cuenca comúnmente en las horas pico, se ha determinado que al cierre del año 2022 circularon alrededor de 145.000 vehículos dentro de la ciudad; el aumento progresivo de vehículos en las calles ha generado altos niveles de congestionamiento, dando como resultado el aumento de tiempos de viaje, mayor consumo de combustibles, emisión de gases e incomodidad de los usuarios. (Mercurio, 2021)

Para entender el congestionamiento vehicular es necesario conocer el origen y destino de los recorridos que realizan normalmente por esta intersección, es decir, de donde provienen y a donde se dirigen los vehículos. Permitiendo así identificar las principales intersecciones saturadas, las zonas de mayor demanda y las posibles alternativas para mejorar la movilidad.

Para evaluar y contralar los niveles de congestionamiento, se aplica el concepto de niveles de servicio, donde estos niveles varían desde la A hasta la F, A representa el flujo libre y F indica congestionamiento severo, para los estudios se toma en cuenta la velocidad promedio de los vehículos, la densidad del tráfico y la demora que existe entre el origen y destino de estos. Conforme los niveles de servicio bajen de A a F, el congestionamiento y la demora incrementaran considerablemente.

Ante toda esta situación el propósito de este trabajo es el desarrollo de un estudio en la intersección de la Avenida del Paseo de los Cañaris y la Avenida Viracochabamba, donde se analizará cada uno de los elementos que influyen dentro del tramo, detectando los aspectos

negativos como son altos niveles de congestión que generan incomodidad a los usuarios de esta intersección, llevándonos a buscar soluciones, mediante diferentes métodos que nos permitan obtener resultados donde minimicemos tiempo de viajes y maximicemos el flujo de las vías, logrando con ello llegar a conclusiones sostenibles y viables que cambie la perspectiva de los consumidores de esta vía y los beneficie.

### **Problema**

El problema principal que existe en la intersección de la Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba es el congestionamiento vehicular, que se da por el incremento de vehículos que circulan diariamente.

Actualmente en la ciudad de Cuenca existen intersecciones donde el volumen vehicular incrementa desfavorablemente produciendo así largas columnas de congestionamiento vehicular, siendo este el problema principal para un bajo nivel de servicio, altos tiempos de espera e inconformidad de los usuarios. Se realizó estudios para proponer una solución que permita recibir y distribuir el congestionamiento vehicular que se genera en la hora pico, permitiendo así un adecuado nivel de servicio para los usuarios.

- **Antecedentes (origen el problema)**

Como sabemos el congestionamiento vehicular se genera porque el tráfico existente excede la capacidad para el cual fue diseñada la vía siendo este el origen del problema dentro de nuestra intersección; esto ocurre comúnmente en horas pico, cuando grandes cantidades de vehículos se mueven simultáneamente.

Dentro de los estudios que se realizó la primera semana de diciembre se obtuvo que el día más afectado por el congestionamiento vehicular es el viernes con un total de 36903 vehículos

diario, sin embargo, durante la hora pico que es de 17H00 a 18H00 existe un constante congestivamente vehicular de 2654

- **Importancia y alcances**

Un buen nivel de servicio permite que una intersección goce de disminución de tiempos de viaje, menor consumo de combustible, menores emisiones de gases, mayor conformidad con los usuarios.

- **Delimitación**

De acuerdo con la ubicación geográfica de la intersección, encontramos ciertos puntos de encuentro que influyen con el volumen vehicular, como es el Centro de Salud Materno Infantil y Emergencia del IESS, Comercial y Departamentos Benavides, Clínica La Paz, El Mercado 12 de Abril y entre otros varios locales de comida y comerciales.



*Ilustración 1. Intersección Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba*

**Fuente.** Google Earth Pro

## **Objetivo General**

Analizar el comportamiento vehicular en la zona de la Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba y determinar una propuesta de solución viable que evite un congestionamiento masivo vehicular a futuro mejorando los niveles de servicio.

## **Objetivo Específico**

- Analizar el origen, tanto como el destino del tráfico en la intersección y detectar la problemática de sus efectos debido al congestionamiento de la intersección.
- Identificar la causa de origen que genera el congestionamiento en la intersección de la Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba.
- Plantear alternativas de intervención para una solución de mejoramiento para uso definido de diseño a 20 años plazo.
- Presentar las soluciones necesarias para seleccionar una alternativa de intervención en función de la fluidez del flujo vehicular.

## **Justificación**

En la ciudad de Cuenca aumenta la congestión vehicular a lo largo de los años. Esto ha observado en varias intersecciones reflejadas en la ciudad, especialmente en la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracocha bamba, que muestra el aumento del tiempo de viaje, incremento en picos, consumo de combustible, costos operativos. En este caso, además de las medidas correctivas tomadas por el municipio para mejorar la infraestructura (establecer semáforos, mejorar regularmente la capa de asfalto), es necesario proponer alternativas que den solución a los problemas anteriores que circulen en la zona estudiada.

## **Marco Teórico**

El problema de congestión principalmente es debido al espacio de circulación y de tiempo de espera, asumiendo que las causas provocantes están ligadas al conflicto común, como, la velocidad en cada vehículo, el ancho vía y la distribución del flujo en los diferentes tipos de sentidos de giro que existe basados en el volumen actual.

Para determinar y corregir si es el caso en una intersección se considera parámetros evaluativos que examine el estado actual en la zona afectada y estudiada, tomando en cuenta el crecimiento poblacional con aumento de flujo vehicular afectado por el diseño si no se considera correctamente una proyección de habitantes.

- **Estudio de Tránsito, capacidad y niveles de servicio.**

El volumen de tránsito, es el número de vehículos que circulan por un lugar determinado o por una carretera transversal los cuales se presentan, a lo largo de una calzada, durante un tiempo determinado (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 152). Al realizar una calle o vía, para seleccionar la vialidad, al igual que las intersecciones, los accesos y los diferentes servicios se basan en el tránsito y su volumen y la demanda de circulación durante un tiempo concreto, incluyendo la variación, y la tasa de crecimiento. (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 152).

El estudio de tránsito siempre se debe priorizar ante cualquier cambio en el diseño futuro o actual, principalmente cuando se trata de vías que serán mejoradas en un lapso corto. El estudio de tránsito tiene como propósito estimar y caracterizar los volúmenes de tránsito que se esperan en el instante de brindar servicio a la carretera y su comportamiento durante la vida útil de esta. Tiene dos propósitos: la rentabilidad de la vía y el diseño de pavimentos. Gracias a los volúmenes esperados se puede constatar el tiempo de la concesión, los valores del peaje y la tasa de retorno de la inversión. (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 152).

Dichos volúmenes solamente son precisos para el tiempo de duración en los respectivos conteos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son usualmente cambiantes, se considera plantear una cobertura mayor de conteo para profundizar el aforo con los volúmenes con características precisas, evitar que las fuerzas implicadas que se dedican al control de tránsito y labor preventiva actúen, de igual manera las de conservación. (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 154).

Los volúmenes vehiculares promedios diarios los cuales se manifiestan por las siglas TPD, estas son el significado técnico de un dicho número de vehículos que circulan por la intersección evaluada en un periodo de tiempo, existen los TPD:

Cal, Mayor & Cárdenas, afirman que:

“Tránsito promedio diario anual, se expresa mediante las siglas TPDA: (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 154).

$$- \quad TPDA = T/365$$

Tránsito promedio diario mensual, se expresa mediante las siglas TPDM: (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 154).

$$- \quad TPDM = TM/30$$

Tránsito promedio diario semanal, se expresa mediante las siglas TPDS: (Cal y Mayor & Cardenas, 2015, p. 154).

$$- \quad TPDS = TS/7'' \text{ (Cal y Mayor \& Cardenas, 2015, p. 154).}$$

Existe varios tipos de volúmenes vehiculares:

- Distribución y composición del volumen de tránsito
- Variación horaria del volumen de tránsito



- Variación mensual del volumen de tránsito
- Variación diaria del volumen de tránsito (Bañón & Bevia, 2000, p. 166).

Cuando las magnitudes y los fundamentos teóricos del tráfico han sido definidos, es imperativo realizar una investigación sobre las características de la circulación de vehículos que se produce en las vías ya vigentes. Para realizar esto se realizan diferentes tipos de métodos, llamados de aforo, los cuales podrían ser más o menos precisos según el grado de exactitud que se desea obtener (Bañón & Bevia, 2000, p. 166).

Para realizar un estudio de aforo se requieren ciertas características, las cuales son:

- Intensidades de circulación (Bañón & Bevia, 2000, p. 166).
- Velocidades y tiempos de recorrido de los vehículos (Bañón & Bevia, 2000, p. 166).
- Origen, destino y objeto de los viajes realizados (Bañón & Bevia, 2000, p. 166).
- Accidentes de circulación (Bañón & Bevia, 2000, p. 166).

- **Métodos de aforo**

Las mediciones se realizan a partir de diferentes métodos, los cuales se describen a continuación:

A) *Aforos manuales*. Son los más dispendiosos por la razón de que estos aplican personal capacitado para que se realicen de forma correcta. Su metodología es sencilla, ya que el observador se dispone en una parte de la carretera para realizar el proceso de conteo de los vehículos que atraviesan dicha vía. Su efectividad es mayor a la de otros métodos ya que se realiza una distinción entre los diferentes vehículos que transitan la carretera, su único problema radica en que se recomienda para un periodo corto de tiempo, es decir no mayor a 24, por la razón de que su alto costo no lo permite (Bañón & Bevia, 2000, p. 168).

B) *Aforos automáticos*. Este método consta en la utilización de mecanismos que detectan el paso de vehículos de forma automática para su posterior conteo y acopio. La herramienta más usada en este proceso son los neumáticos, los cuales poseen un captador que se forma gracias a un tubo de goma, este se coloca de manera transversal por encima de la carretera, de igual manera está formado por un detector que se integra por una membrana hecha de dos láminas metálicas que se juntan cada que un vehículo pisa el mecanismo. Para mencionar otro tipo de aforo, podemos decir que aunque menos usados, los detectores de lazo o también llamados detectores de bucle, ayudan a la inducción electromagnética (Bañón & Beví, 2000, p. 168).

C) *Aforos móviles*. En ciertas circunstancias la determinación de este tipo de aforo puede ser de gran interés en un tramo previamente determinado, este método se basa en el conteo de vehículos desde otro automóvil que se encuentra en movimiento integrado en la corriente de tráfico. La intensidad en horas que se utiliza en el método presente se determina mediante la siguiente expresión (Bañón & Beví, 2000, p. 168).

$$I = \frac{C + A - a}{T}$$

*Ecuación 1. Intensidad en horas*

- **El nivel de servicio vial**

La capacidad del nivel de servicio se mide a través de la calidad de flujo vehicular, considerando ciertos aspectos que llevaría una adecuada categoría en cuanto al nivel de servicio óptimo, estos elementos se distinguen como, la velocidad, la libertad de ejecutar movimientos, tiempos de recorridos, comodidad y seguridad vial.

Bañón Blázquez & Beviá García (2000) indica que, “Existen seis niveles evaluativos que se consideran en el estudio de una vía:

1. Nivel A:

- La rapidez de los automóviles es aquella que el conductor decide emplear
- El rebasar a un vehículo más lento sin sufrir demora.
- Presentar una circulación libre y fluida en diferentes circunstancias (Bañón & Beviá, 2000, 178).

2. Nivel B:

- La rapidez que presenta un automóvil se ve determinada por otros vehículos.
- Las demoras en ciertas zonas de la carretera, sin que se generen colas.
- Circulación sólida en velocidades elevadas (Bañón & Beviá, 2000, 179).

3. Nivel C:

- La velocidad y tener libertad de movimientos en maniobrar se encuentran más reducidas, causando un acumulo de grupos.
- El incremento de tardanzas en adelantamientos.
- La creación de colas inconsistentes
- Presenta una circulación estable (Bañón & Beviá, 2000, 179).

4. Nivel D:

- Velocidad disminuida y regularizada de acuerdo con los vehículos anteriores.
- Creación de colas en puntos localizados
- Dificultad para efectuar adelantamientos
- Condiciones inestables de circulación (Bañón & Beviá, 2000, 179).

5. Nivel E:

- Velocidad constante reducida para todos los automóviles que generen 40-50 km/h
- Las colas largas de vehículos
- No se permite realizar adelantamientos
- Delimitar el aforo de una vía (Bañón & Bevíá, 2000, 179).

6. Nivel F:

- Presenta colas largas y densas
- No presenta circulación continua, generación de parones y arrancadas constantes.
- Se presenta una circulación forzada (Bañón & Bevíá, 2000, 179).

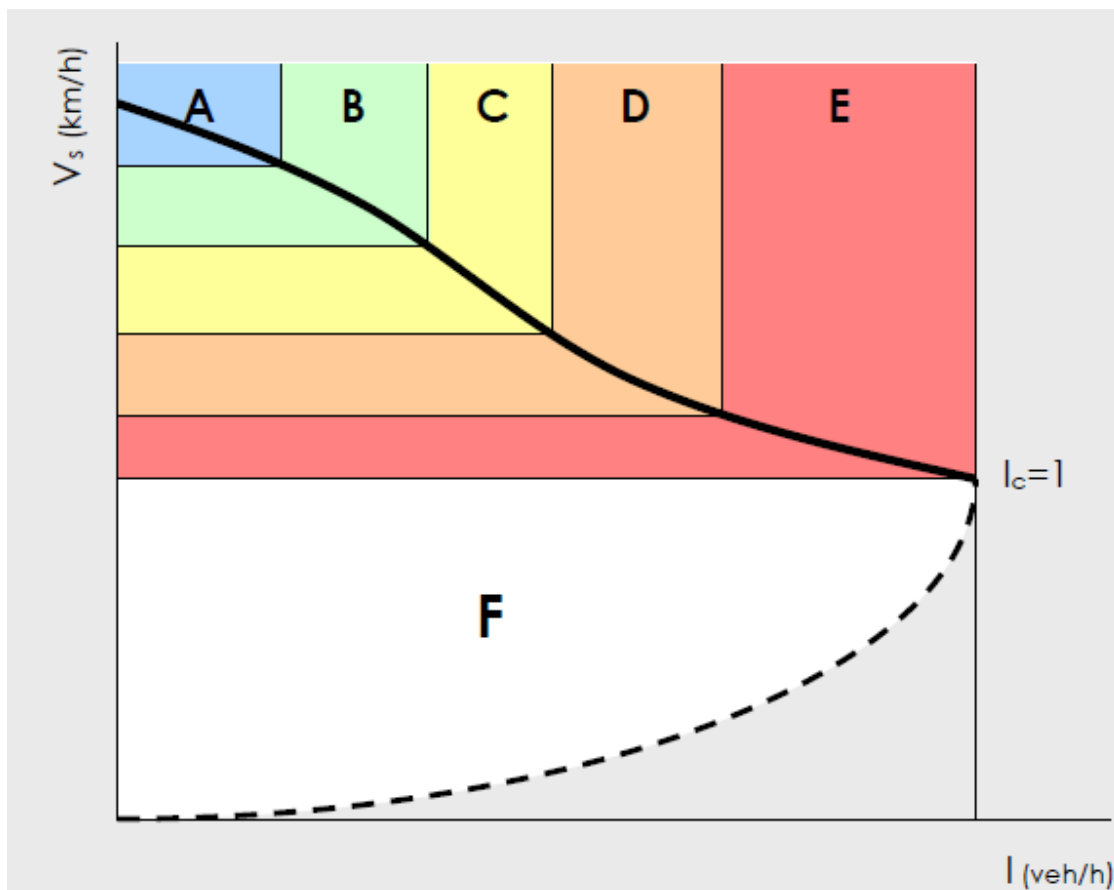


Ilustración 2. Representación niveles de servicio en tabla V/i

Fuente: (Bañón & Bevíá, 2000)

Pautas para la evaluación de un nivel de servicio se rigen de recomendaciones según Bañón Blázquez & Beviá García (2000, p. 179), las vías con un ancho de 3.60 m o superiores, arcenes sin trabas de al menos 1.80 m en ancho, el tráfico que se genera por automóviles livianos únicamente, distribución proporcional en dos sentidos del tráfico (50%-50%), no existe presencia de tramos que generen prohibición de adelantamientos, circulación por carreteras planas como autopistas, en donde se permiten velocidades libres que superen los 88 km/h y una población de conductores periódicos en dichas carreteras (Bañón & Beviá, 2000, 179).

La metodología de cálculo también es importante ya que se debe emplear únicamente segmentos genéricos de una carretera. Sin embargo, en caso de querer generar un análisis de secciones singulares, como, por ejemplo, las trampas extendidas en donde es necesario introducir una formación análoga con distintos números para los componentes de corrección (Bañón & Beviá, 2000, 179).

- **TPDA**

Es representada con las siglas TPDA, y se identifica como el tránsito total que recorre por una vía durante 365 días; el TPDA es de gran importancia para determinar el uso en el tiempo ya mencionado como apología de precios en el estudio que se genera económicamente y para dimensionar los elementos estructurales y funcionales de una carretera. (NEVI-12-2B MTOP, 2013, p. 52)

El estudio de tráfico se define como la realización de una profunda investigación en el lugar para restablecer la información adquirida con el propósito de mantener la demanda presente y venidera de la carretera, y de igual manera la estimación de los aumentos de tráfico que podrían suscitarse posterior a las propuestas establecidas de mejoría. Por tráfico se entiende el constante movimiento o circulación de vehículos por un tramo de carretera o vía durante un tiempo

establecido, el cual es determinado por la unidad empleada en la actual presentación, dicho anteriormente como TPDA, que consiste en el número de vehículos que se movilizan por la carretera durante 365 días del año. Para la determinación del TPDA, se considera los tránsitos promedios de los períodos de conteo TPO (Tránsito Promedio Observado), el mismo que es amplificado mediante factores de variación estacional: (NEVI-12-2B MTOP, 2013, p. 63)

$$TPDA = T_o \times F_h \times F_d \times F_s \times F_m$$

*Ecuación 2. Factor de TPDA.*

**De donde:**

To Tránsito Promedio Observado.

Fh Factor Horario

Fd Factor Diario

Fs Factor Semanal

Fm Factor Mensual

**To → Tránsito Promedio Observado:**

Para instaurar el TPO, se determina los volúmenes de tráfico, con el objetivo de percibir su composición juntamente con las alteraciones en horas y días que generan durante las semanas en las que el conteo se realiza. (NEVI-12-2B MTOP, 2013, p. 63)

Los conteos volumétricos manuales fueron clasificados por las siguientes clases de vehículos:

**Liviano**

- Engloba a cualquier automóvil que posea dos ejes y el eje posterior de llanta simple.

**Buses**


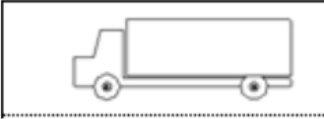

Son todos aquellos vehículos con el fin de transportar pasajeros, dentro de estos se incluye:

- 2 ejes con eje posterior de llanta doble.
- 3 ejes con ejes posteriores de llanta doble (NEVI-12-2B MTOP, 2013, p. 63)

### Camiones

Incluye a todo tipo de vehículo cuya función es el transporte de cargas, dentro de estos pueden ser:

- S ejes Simple
- T eje tándem
- TR eje trídem

S ejes Simple	
T eje tándem	
TR eje trídem	

*Ilustración 3. Tipos y clasificación de camiones.*

*Fuente: Autoría propia.*

- **Clasificación por capacidad (función del TPDA)**

Con el propósito de mejorar los estándares de las carreteras existentes en el país, para con ello alcanzar seguridad y eficiencia en el tránsito, se ha logrado establecer una clasificación que consideran los datos del tránsito a nivel nacional recabados por el MTOP, gracias a esta información se puede concluir que existen varias vías que rebasan la barrera de los 80000

vehículos diarios (TPDA) gracias a estos estudios también podemos decir que los accidentes de tránsito es inminente y creciente, además se concluye que el parque automotor ha crecido consistentemente a una tasa promedio simple durante los últimos 14 años en un orden del 6%. (NEVI-12-2B MTOP, 2013, p. 63)

Por lo tanto, gracias a los datos planteados, es necesario presentar una nueva orientación al dimensionamiento de las nuevas vías, para contemplar la tendencia actual, así como también la tendencia futura para de este modo lograr brindar eficacia, eficiencia y seguridad a todos los usuarios, sean estos ciclistas, peatones, conductores de vehículos pesados, livianos, motorizados, etc. Se deben implementar medidas que consideren los diferentes movimientos y maniobras de tránsito juntamente con el dimensionamiento y el equipamiento de seguridad para la vialidad de las diferentes zonas (urbanas o rurales) estableciendo anchos básicos o mínimos pero efectivos para los diferentes proyectos viales que se van a ejecutar en el futuro cercano o lejano (NEVI-12-2B MTOP, 2013, p. 63).

- **Estudio de señalización.**

Se expone a la especificación y ubicación de las distintas señales verticales, preventivas, informativas y reglamentarias; y de igual manera el diseño de las líneas de demarcación del pavimento (Uribe, 2003, p. 133).

Los dispositivos para el control de tránsito son las señales, semáforos, entre otros dispositivos, estas señales indican precauciones o prevenciones a los usuarios, englobando las limitaciones o restricciones a tener en cuenta según la especificidad de la calle o vía por la que se circule, para tener una seguridad vial correcta y segura (Uribe, 2003, p. 133).



Dentro de un estudio de señalización vial, para la distinción y manejo adecuado en el uso de la vía existen clasificaciones de señalización Según Gallegos H. Andrés (2004), las señales verticales se clasifican en:

Señales regulatorias, preventivas.

- **Señales regulatorias (Código R)**

Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 (2011): expone el momento en el que se debe emplear una exigencia legal, pues de otro modo y al presentarse un incumplimiento de las instrucciones ya establecidas se generará una infracción de tránsito (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2017).

Dentro del tipo de señales regulatorias posee unas características que influyen en, diseño y ubicación.

- **Señales preventivas (Código P)**

En base al reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 (ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2017): menciona que, todo peatón y conductor deben ser conocedores de los peligros de la vía y sus reglamentos, para de este modo evitar accidentes.



*Ilustración 4. Señales preventivas viales.*

*Fuente:* de <https://motor.uncomo.com/articulo/como-son-las-senales-de-transito-deprevencion-18741.html>

Dentro del tipo de señales regulatorias posee unas características que influyen en, diseño, dimensiones, ubicación.

- **Tiempos de semaforización**

*Semáforos de tiempo fijo:*

Son aquellos que ayudan a regular el tránsito en base a uno o más programas de tiempos determinados anteriormente, los cuales son invariables. Las características para diseñar estos semáforos consisten en permitir ajustarlos a las variaciones de los volúmenes de los vehículos en periodos particulares de diseño, ya sean picos, valles, u otros (Valencia Victor, 2000, p. 63).

El uso de este tipo de semáforos posee algunas ventajas, tales como: facilitar la coordinación, en especial cuando es necesario coordinar varios semáforos en intersecciones o de un sistema de red, permitiendo una circulación progresiva con un control de velocidades. Los controladores de semáforos de tiempos fijos no son dependientes de los vehículos y su circulación pasando por detectores, dando como resultado un funcionamiento eficiente sin que las condiciones especiales eviten el flujo normal delante de un detector, por ejemplo, los automóviles que han sido detenidos o son de obras en proceso de construcción dentro de una zona de influencia del detector. Otra ventaja es que el manejo de tiempos fijos inamovibles puede ser más aceptable que el accionado por tránsito, donde existe tránsito peatonal intenso y constante, en casos donde la posibilidad de confusión existe por el manejo de semáforos accionados de forma manual por transeúntes. Otro punto para destacar es la economía del equipo de tiempos fijos, ya que esta es menor que el del

equipo accionado por el tránsito, incluso su conservación es más sencilla. (Valencia Victor, 2000, p. 63).

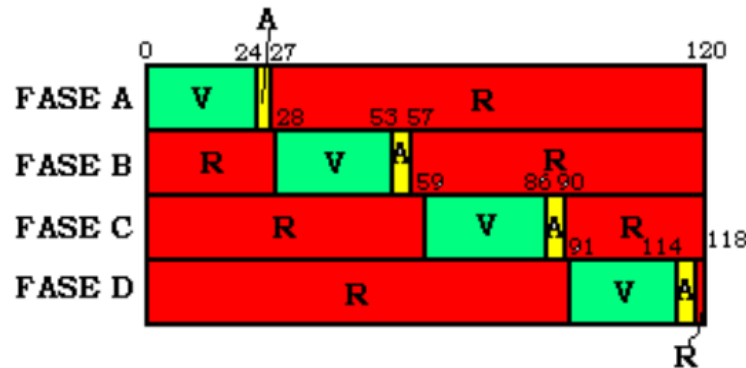


Ilustración 5. Esquema de programación de los tiempos de un semáforo.

Fuente: principios sobre semáforos.

- **Cálculo de los tiempos de verde del semáforo**

*Tiempos de verde efectivo (reparto del ciclo)* se da inicio al reparto de tiempo disponible para el verde efectivo con movimientos críticos 3 y 4

Movimiento 3:  $ve\ 3 = (c - L) \cdot u_3 / u = (65 - 7) \cdot 0,33 / 0,85 = 23\ s$  Movimiento 4:  $ve\ 4 = (c - L) \cdot u_4 / u = (65 - 7) \cdot 0,52 / 0,85 = 35\ s$

Posterior, se realiza una verificación para verificar que el reparto entre los flujos de la ruta crítica se haya ejecutado de manera correcta y completa siguiendo el esquema siguiente:  $c - L = 65 - 7 = 58\ s$   $ve\ 3 + ve\ 4 = 23 + 35 = 58\ s$ , es así como se puede constatar que el mismo se haya realizado de forma correcta y eficaz. Reparto en los movimientos no-críticos: 1, 2, 5, 6 y 7: en este punto se da paso al reparto de verde para movimientos clasificados como no-críticos que se distribuyen la misma fase que el movimiento crítico (3).  $Ve\ 6 = (ve\ 3 + \lambda_3) - \lambda_6 = (23 + 4) - 5 = 22\ s$ . la distribución de los demás movimientos no-críticos es, a comparación de las

anteriores, un poco más compleja puesto que puede observarse que el movimiento crítico 4 se traslapa con los movimientos 7 y 2. Su tiempo deberá ser tratado como un subciclo donde:  $c^* = v_e4 + \lambda4 = 35 + 3 = 38$  s para posteriormente dispensar este subciclo entre los movimientos que comparte fase, es decir, los movimientos 7 y 2. (Valencia Victor, 2000, p. 153).

- **Nivel de servicio de una intersección.**

El Nivel se mide de acuerdo con el grado de satisfacción de los usuarios al momento de utilizar una intersección, abarcando el tiempo de espera menor y fluidez vehicular, son las principales razones para que una intersección se mantenga en buen estado. Para evaluar el nivel de servicio de una intersección, se conducen dos magnitudes básicas en el tráfico, las cuales son la intensidad, y la capacidad (Bañón & Bevia, 2000, p. 212).

*La capacidad* de una intersección señalizada se presenta por cada conjunto de carriles, la cual se podría decir que es tasa máxima de flujo que puede cruzar la intersección o carretera por cada grupo de carriles que se considera. La capacidad es capaz de albergar un acceso, estudia la capacidad real de una intersección, y hace referencia al concepto de capacidad por hora verde (Bañón & Bevia, 2000, p. 212).

*Ecuación 3. Intensidad por*

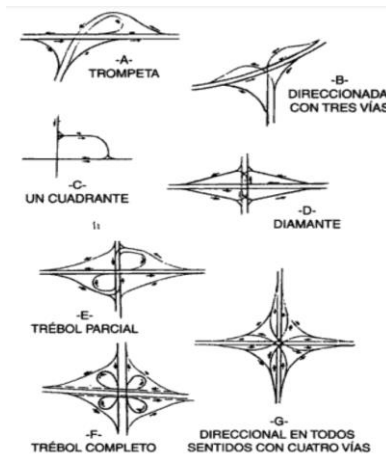
Intensidad por hora de verde	Intensidad por metro de ancho y hora de verde	<i>hora verde</i>
$I_v = \frac{C}{V} \cdot I = \frac{I}{f_v}$	$I_{m,v} = \frac{C}{V \cdot A} \cdot I = \frac{I}{A \cdot f_v}$	

*La intensidad* consiste en el número de vehículos que pasan sobre la intersección en un periodo determinado de tiempo. (Bañón & Bevia, 2000, p. 212).

*Ecuación 4. Número de vehículos por periodo de tiempo*

$$C_R = \frac{V}{C} \cdot C_V = f_V \cdot C_V$$

Se evalúa en dos tipos de intersección, a desnivel con rampa, a desnivel sin rampa y las de nivel, sin importar el tipo, siempre se considera el menor flujo en relación con el tiempo entre vehiculos que se cruzan simultáneamente en los carriles.

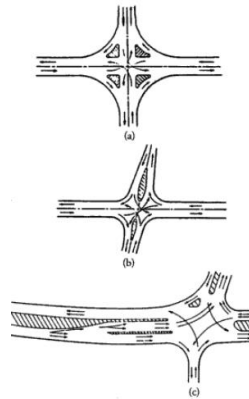


*Ilustración 6. Tipos de intersección a desnivel*

*Fuente: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/intersecciones1.pdf>*

Los parámetros básicos para poder determinar si una intersección cumple con los diseños establecidos con proyección a la demanda futura, son:

- Satisfacer una necesidad
- Dar un tiempo adecuado para la acción tomada.
- Llamar la atención de los usuarios.
- Causar el respeto de los usuarios del camino.
- Transmitir un mensaje claro y simple.



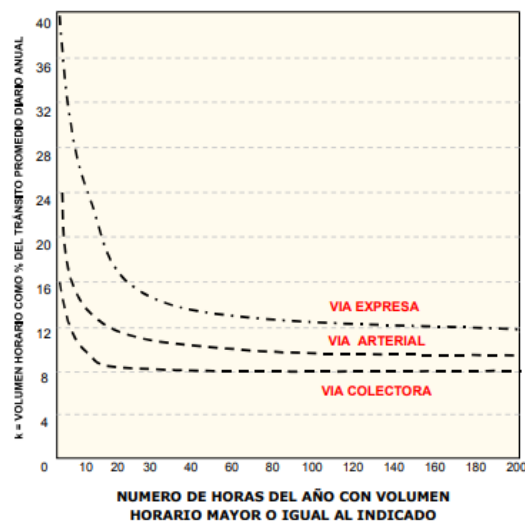
*Ilustración 7. Tipo de intersección a nivel*

*Fuente: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/intersecciones1.pdf>*

- **Volúmenes de tránsito futuro**

*Relación entre el volumen horario de proyecto y el tránsito promedio diario anual*

Una pauta para determinar el volumen horario del plan, VHP, la cual consiste en una curva que brinda las alteraciones de los volúmenes de tránsito horario durante los 365 días del año. La siguiente figura muestra las tres curvas que enlazan los volúmenes horarios más elevados a lo largo del año y el tránsito promedio diario de un año, es decir el TPDA (Uribe, 2003, p. 42).



*Ilustración 8. Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el tránsito promedio diario anual - TPDA*

*Fuente: Manual de diseño geométrico de vías.*

El instituto de la construcción y gerencia demuestra mediante el gráfico anterior que las curvas muestran que los volúmenes de tránsito horario en una vía muestran una distribución extensa durante un año, además la mayor parte del volumen de tránsito se genera durante un número pequeño o limitado de horas.

El volumen horario de proyecto, VHP, para el año de proyecto en función del tránsito promedio diario anual, TPDA, se expresa como:  $VHP = k(TPDA)$  (Uribe, 2003, p. 42).

- **GEH**

Nos permite comparar los datos medidos en campo y los datos simulados, además de tomar en cuenta el error relativo sin tomar en cuenta valores nulos.

Para los procedimientos de modelado microscópico, generalmente se acepta que un modelo de asignación de tráfico está calibrado satisfactoriamente si al menos el 60 % de los arcos tienen un GEH inferior a 5,0 y el 95 % de los arcos tienen un GEH inferior a 10,0

Se calculó con la siguiente ecuación:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(w - v)^2}{w + v}}$$

*Ecuación 5. GEH estadístico de validación*

Donde

W son los valores reales para validar

V son los valores simulados a ser validados

### **Marco Metodológico**

El proyecto se desarrollará en 3 fases, las cuales son: levantamiento de información, procesamiento de datos y la presentación de resultados. Las actividades incluidas dentro de cada fase se indica a

- Fase 1 Reconocimiento
  - Reconocimiento del lugar
  - Revisión del estudio del arte
  - Definición de la metodología
  - Ubicación estratégica de las estaciones
- Fase 2 Procesamiento
  - Ejecución del conteo vehicular
  - Procesamiento de datos del conteo vehicular
  - Determinación de los parámetros para el cálculo del tráfico promedio anual (TPDA)
  - Proyección del tráfico
- Fase 3 Resultados
  - Generación de propuestas para la solución del tráfico
  - Modelamiento de tránsito futuro
  - Selección de la mejor propuesta en función del tránsito



## Datos

Para el diseño del TPDA consideramos un conteo vehicular de 24 horas por 7 días a la semana, así garantizamos y disminuimos el rango de error que pueda existir en los cálculos de los diferentes factores, considerando en la formula [1.1].

Obtenemos los diferentes giros y número total de vehículos en los 7 días que fue realizado el conteo.

**JUEVES 1 de DICIEMBRE 2022**

### RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

jueves, 1 de diciembre de 2022

INTERSECCION: I1

<b>O</b>	<b>D</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Total</b>
	<b>E1</b>	0	994	10,419	2,724	<b>14,137</b>
	<b>E2</b>	364	4	1,503	9,628	<b>11,499</b>
	<b>E3</b>	2,719	1,037	1	397	<b>4,154</b>
	<b>E4</b>	769	722	472	0	<b>1,963</b>
		<b>3,852</b>	<b>2,757</b>	<b>12,395</b>	<b>12,749</b>	<b>31,753</b>

*Tabla 1. Resumen Giros del día jueves 01 de Diciembre de 2022*

*Fuente: autoría propia.*

### RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

jueves, 1 de diciembre de 2022

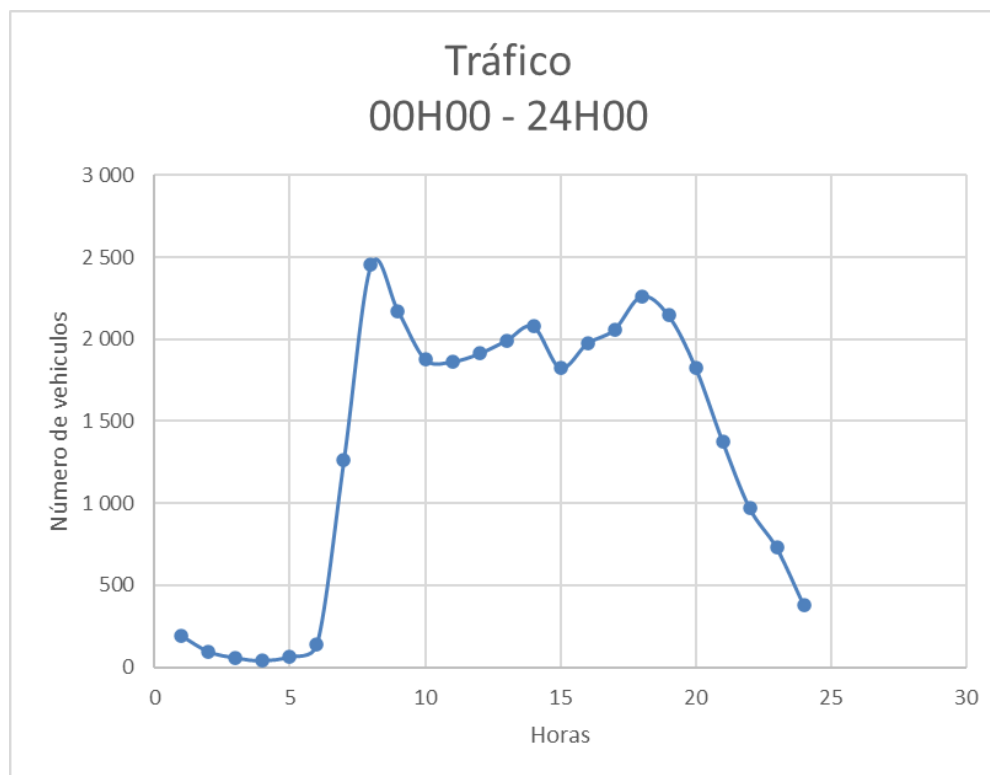
INTERSECCION: I1

<b>O</b>	<b>D</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Total</b>
	<b>E1</b>	0.00%	7.03%	73.70%	19.27%	100.00%

<b>E2</b>	3.17%	0.03%	13.07%	83.73%	100.00%
<b>E3</b>	65.45%	24.96%	0.02%	9.56%	100.00%
<b>E4</b>	39.17%	36.78%	24.04%	0.00%	100.00%

*Tabla 2. Resumen Porcentaje Giros del día jueves 01 de Diciembre de 2022*

*Fuente: autoría propia.*



*Ilustración 9. Flujo vehicular.*

*Fuente: autoría propia.*

**VIERNES 2 de DICIEMBRE 2022**

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

viernes, 2 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

<b>O</b>	<b>D</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Total</b>
	<b>E1</b>	0	12,857	3,300	1,162	<b>17,319</b>
	<b>E2</b>	10,597	0	396	1,459	<b>12,452</b>
	<b>E3</b>	474	1,025	0	2,733	<b>4,232</b>
	<b>E4</b>	550	1,230	1,108	0	<b>2,888</b>
		<b>11,621</b>	<b>15,112</b>	<b>4,804</b>	<b>5,354</b>	<b>36,903</b>

*Tabla 3. Resumen Giros del día viernes 02 de Diciembre de 2022*
*Fuente: autoría propia.*
**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

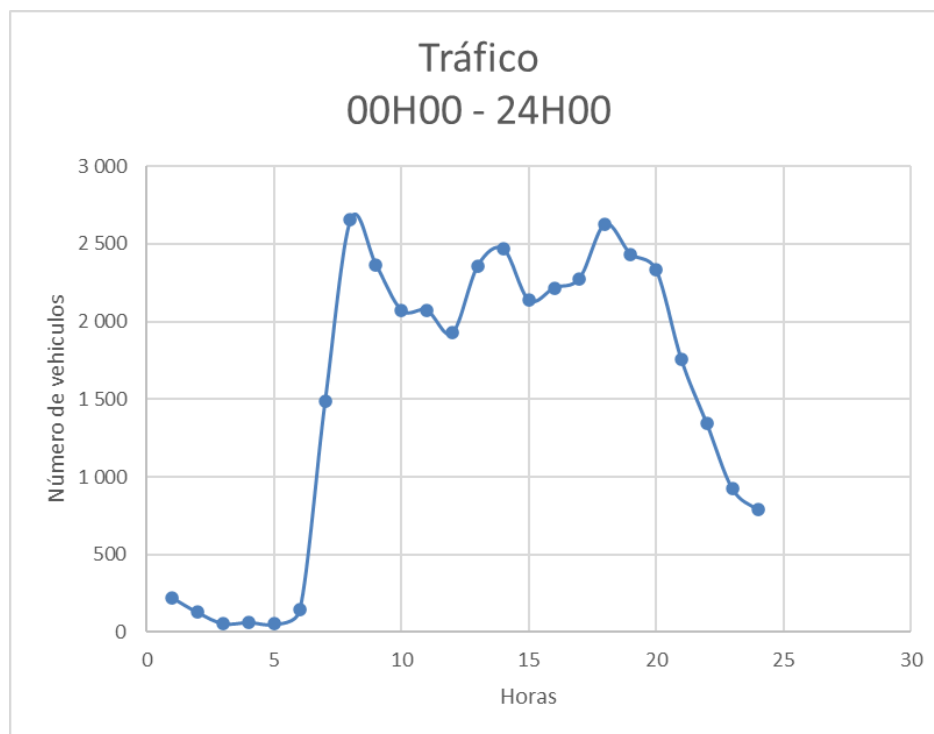
INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

viernes, 2 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

<b>O</b>	<b>D</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Total</b>
	<b>E1</b>	0.00%	74.24%	19.05%	6.71%	100.00%
	<b>E2</b>	85.10%	0.00%	3.18%	11.72%	100.00%
	<b>E3</b>	11.20%	24.22%	0.00%	64.58%	100.00%
	<b>E4</b>	19.04%	42.59%	38.37%	0.00%	100.00%

*Tabla 4. Resumen Porcentaje Giros del día viernes 02 de Diciembre de 2022*
*Fuente: autoría propia.*



*Ilustración 10. Flujo vehicular.*

*Fuente: autoría propia.*

**SÁBADO 3 de DICIEMBRE 2022**

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

sábado, 3 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

O	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1		0	777	9,467	2,469	<b>12,713</b>
E2		357	1	1,234	8,566	<b>10,158</b>
E3		2,025	780	0	324	<b>3,129</b>
E4		839	711	447	0	<b>1,997</b>

<b>3,221</b>	<b>2,269</b>	<b>11,148</b>	<b>11,359</b>	<b>27,997</b>
--------------	--------------	---------------	---------------	---------------

*Tabla 5. Resumen Giros del día sábado 03 de Diciembre de 2022*

*Fuente: autoría propia.*

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

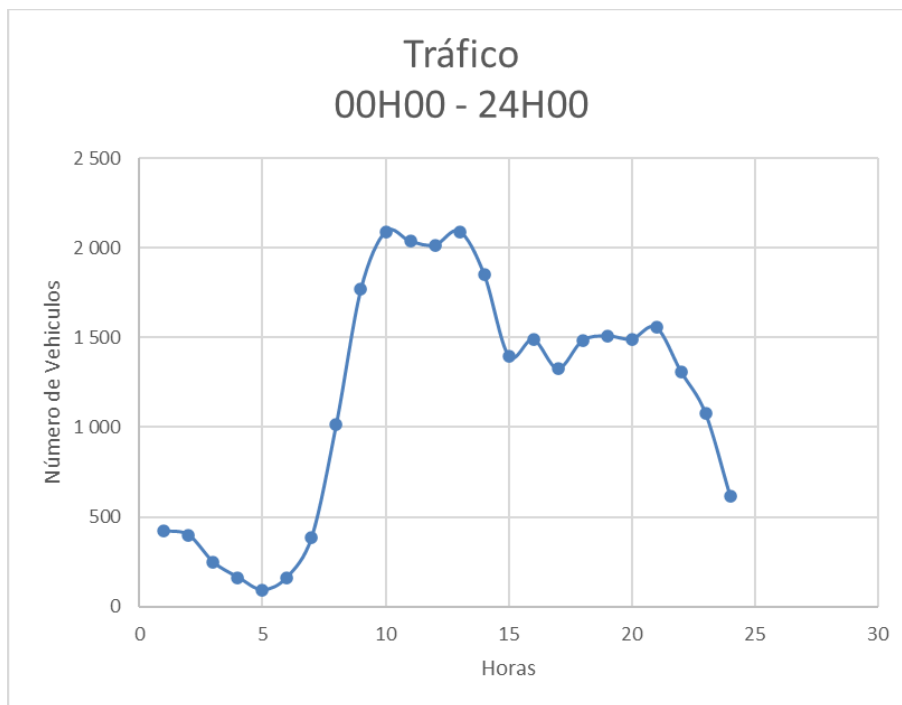
sábado, 3 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

Ø	D	S1	S2	S3	S4	Total
	<b>E1</b>	0.00%	6.11%	74.47%	19.42%	100.00%
	<b>E2</b>	3.51%	0.01%	12.15%	84.33%	100.00%
	<b>E3</b>	64.72%	24.93%	0.00%	10.35%	100.00%
	<b>E4</b>	42.01%	35.60%	22.38%	0.00%	100.00%

*Tabla 6. Resumen Porcentaje Giros del día sábado 03 de diciembre de 2022.*

*Fuente: autoría propia.*



*Ilustración 11. Flujo vehicular.*

*Fuente: autoría propia.*

**DOMINGO 4 de DICIEMBRE 2022**

**RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

domingo, 4 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

O	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1		22	1,207	6,519	296	<b>8,044</b>
E2		230	18	954	5,171	<b>6,373</b>
E3		1,362	528	0	243	<b>2,133</b>
E4		642	544	305	0	<b>1,491</b>
		<b>2,256</b>	<b>2,297</b>	<b>7,778</b>	<b>5,710</b>	<b>18,041</b>

Tabla 7. Resumen Giros del día domingo 04 de Diciembre de 2022.

Fuente: autoría propia.

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

domingo, 4 de diciembre de 2022

INTERSECCION: I1

$\theta$	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1		0.27%	15.00%	81.04%	3.68%	100.00%
E2		3.61%	0.28%	14.97%	81.14%	100.00%
E3		63.85%	24.75%	0.00%	11.39%	100.00%
E4		43.06%	36.49%	20.46%	0.00%	100.00%

Tabla 8. Resumen Porcentaje Giros del día domingo 04 de Diciembre de 2022.

Fuente: autoría propia.

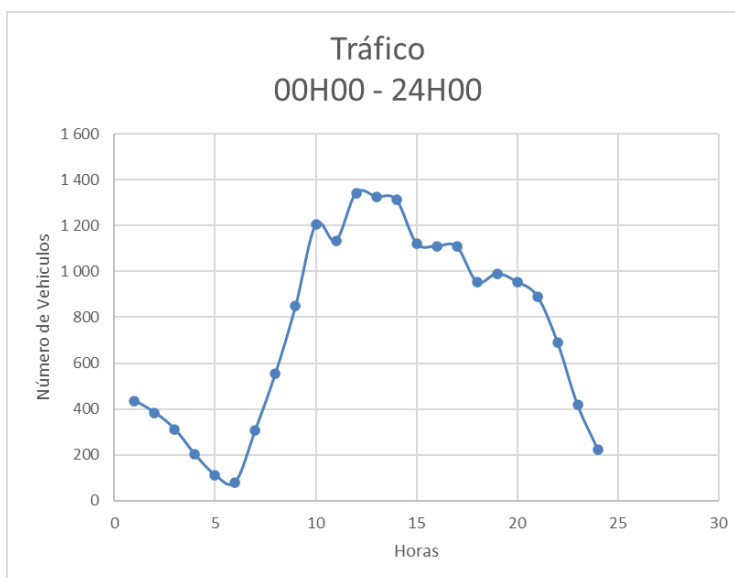


Ilustración 12. Flujo vehicular.

Fuente: autoría propia.

**LUNES 5 de DICIEMBRE 2022**

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

lunes, 5 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

<b>O</b> \ <b>D</b>	S1	S2	S3	S4	Total
E1	7	909	10,422	2,788	<b>14,126</b>
E2	368	4	1,506	9,630	<b>11,508</b>
E3	2,783	979	2	375	<b>4,139</b>
E4	1,272	1,094	549	0	<b>2,915</b>
	<b>4,430</b>	<b>2,986</b>	<b>12,479</b>	<b>12,793</b>	<b>32,688</b>

Tabla 9. Resumen Giros del día lunes 05 de Diciembre e 2022.

Fuente: autoría propia.

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

lunes, 5 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

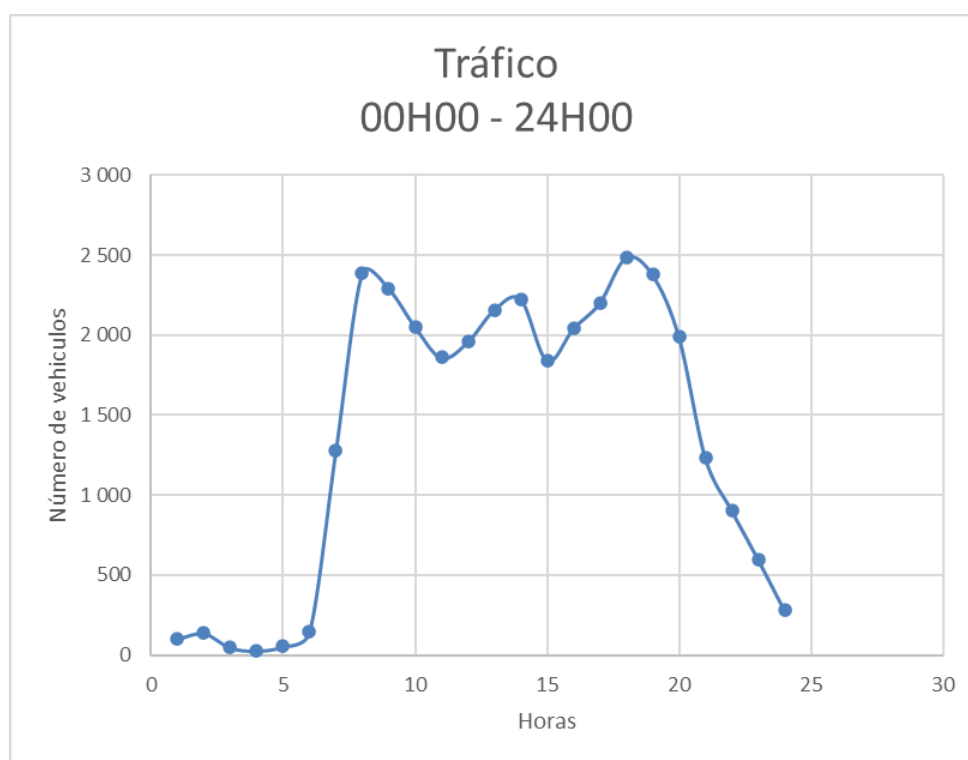
<b>O</b> \ <b>D</b>	S1	S2	S3	S4	Total
E1	0.05%	6.43%	73.78%	19.74%	100.00%
E2	3.20%	0.03%	13.09%	83.68%	100.00%



<b>E3</b>	67.24%	23.65%	0.05%	9.06%	100.00%
<b>E4</b>	43.64%	37.53%	18.83%	0.00%	100.00%

*Tabla 10. Resumen Porcentaje Giros del día lunes 05 de Diciembre de 2022.*

*Fuente: autoría propia.*



*Ilustración 13. Flujo vehicular.*

*Fuente: autoría propia.*

**MARTES 6 de DICIEMBRE 2022**

**RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

martes, 6 de diciembre de 2022

INTERSECCION: I1

<b>O</b>	<b>D</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Total</b>
	<b>E1</b>	11	1,092	10,376	2,656	<b>14,135</b>
	<b>E2</b>	325	4	1,533	9,824	<b>11,686</b>
	<b>E3</b>	2,293	972	2	377	<b>3,644</b>
	<b>E4</b>	779	718	483	0	<b>1,980</b>
		<b>3,408</b>	<b>2,786</b>	<b>12,394</b>	<b>12,857</b>	<b>31,445</b>

Tabla 11. Resumen Giros del día martes 06 de Diciembre de 2022.

Fuente: autoría propia.

#### RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

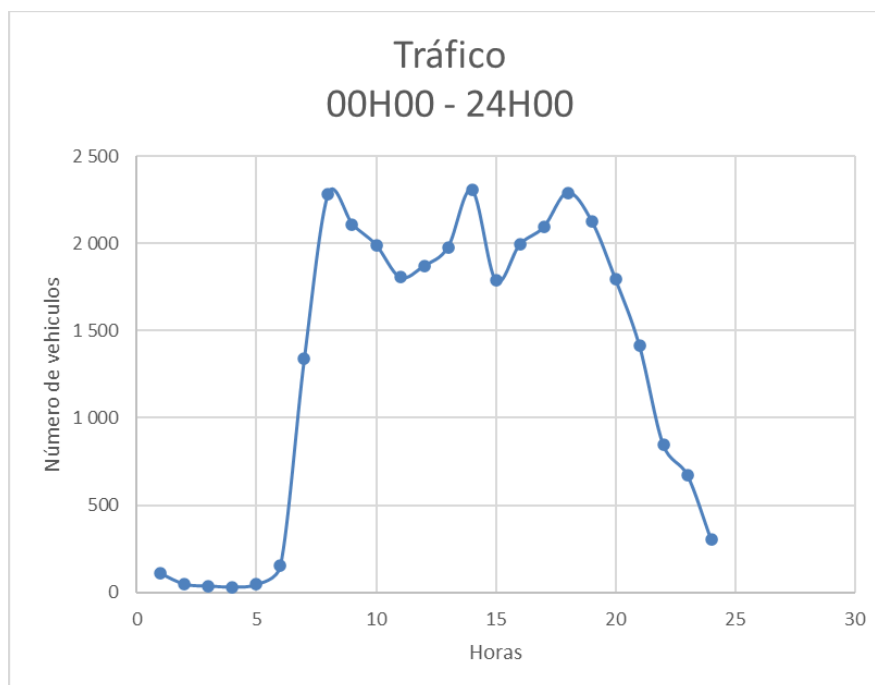
martes, 6 de diciembre de 2022

INTERSECCION: I1

<b>O</b>	<b>D</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Total</b>
	<b>E1</b>	0.08%	7.73%	73.41%	18.79%	100.00%
	<b>E2</b>	2.78%	0.03%	13.12%	84.07%	100.00%
	<b>E3</b>	62.93%	26.67%	0.05%	10.35%	100.00%
	<b>E4</b>	39.34%	36.26%	24.39%	0.00%	100.00%

Tabla 12. Resumen Porcentaje Giros del día martes 06 de Diciembre de 2022.

Fuente: autoría propia.



*Ilustración 14. Flujo vehicular.*

*Fuente: autoría propia.*

**MIÉRCOLES 7 de DICIEMBRE 2022**

**RESUMEN DE GIROS (Vehículos 00H00 - 23H59)**

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

miércoles, 7 de diciembre de 2022

**INTERSECCION: I1**

O	D	S1	S2	S3	S4	Total
	E1	4	936	10,635	2,584	<b>14,159</b>
	E2	414	1	1,507	10,217	<b>12,139</b>
	E3	2,129	1,028	0	504	<b>3,661</b>
	E4	771	775	511	0	<b>2,057</b>

<b>3,318</b>	<b>2,740</b>	<b>12,653</b>	<b>13,305</b>	<b>32,016</b>
--------------	--------------	---------------	---------------	---------------

Tabla 13. Resumen Giros del día miércoles 07 de Diciembre de 2022.

Fuente: autoría propia.

### RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 23H59)

INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba

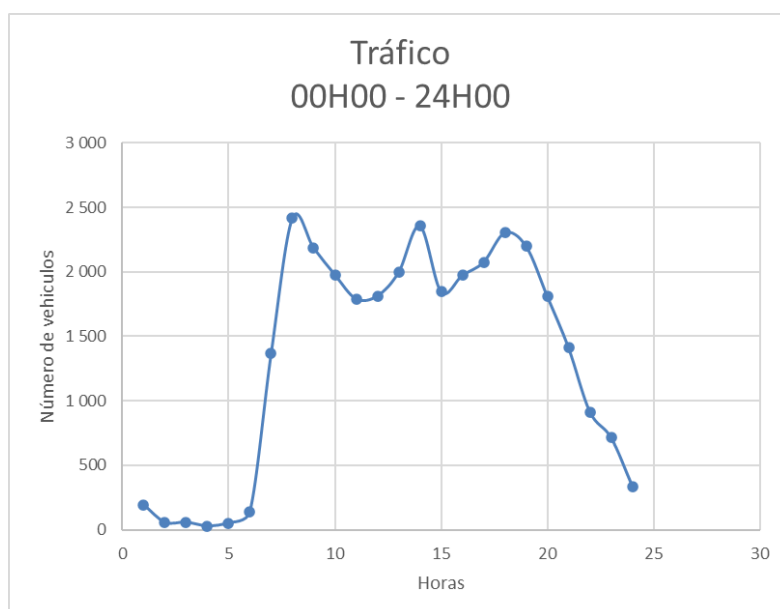
miércoles, 7 de diciembre de 2022

INTERSECCION: I1

$\theta$	D	S1	S2	S3	S4	Total
<b>E1</b>		0.03%	6.61%	75.11%	18.25%	100.00%
<b>E2</b>		3.41%	0.01%	12.41%	84.17%	100.00%
<b>E3</b>		58.15%	28.08%	0.00%	13.77%	100.00%
<b>E4</b>		37.48%	37.68%	24.84%	0.00%	100.00%

Tabla 14. Resumen Porcentaje Giros del día miércoles 07 de Diciembre de 2022.

Fuente: autoría propia.



*Ilustración 15. Flujo vehicular.*

*Fuente: autoría propia.*

Por lo tanto, se considera el día con mayor tráfico evaluado en 60 minutos. Como resultado se obtiene el día con mayor flujo vehicular, viernes 9 diciembre de 2022 a las 07H00 – 08H00.

El resumen de se basa en las estaciones en la que hicimos el conteo y el total del flujo vehicular.

- Resumen de tráfico observado en la intercesión

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>SUMA</b>
<b>L</b>	16,892	12,215	4,076	2,746	<b>35,929</b>
<b>B</b>	31	10	112	97	<b>250</b>
<b>2E</b>	389	228	42	45	<b>704</b>
<b>3E</b>	16	2	2	0	<b>20</b>
<b>4E - 6E</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>17,328</b>	<b>12,455</b>	<b>4,232</b>	<b>2,888</b>	<b>36,903</b>

*Tabla 15. Resumen tráfico en la intersección.*

*Fuente: autoría propia.*

La tabla 16 ya ajustada mediante factor del TPDA por el tiempo realizado la medición es:

- Corrección por factor del TPDA

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>SUMA</b>
<b>L</b>	1,259	885	355	128	<b>2,627</b>
<b>B</b>	8	0	7	6	<b>21</b>
<b>2E</b>	18	9	0	0	<b>27</b>

<b>3E</b>	1	0	0	0	<b>1</b>
<b>4E - 6E</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,286</b>	<b>895</b>	<b>362</b>	<b>134</b>	<b>2,677</b>

Tabla 16. Corrección factor TPDA.

Fuente: autoría propia.

- Corrección de tráfico observado en la intersección

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>SUMA</b>
<b>L</b>	17,036	12,319	4,111	2,769	<b>32,236</b>
<b>B</b>	31	10	113	98	<b>252</b>
<b>2E</b>	392	230	42	45	<b>710</b>
<b>3E</b>	16	2	2	0	<b>20</b>
<b>4E - 6E</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>17,476</b>	<b>12,561</b>	<b>4,268</b>	<b>2,913</b>	<b>37,218</b>

Tabla 17. Corrección de tráfico en la intersección.

Fuente: autoría propia.

- Consumo de combustibles provincia del Azuay 2022

<b>MES</b>	<b>87 OCTANOS</b>	<b>92 OCTANOS</b>	<b>DIESEL PREMIUM</b>	<b>SUMA</b>	<b>FACTOR</b>
Enero	5,041,034	426,907	3,821,603	9,289,543	<b>1.059592</b>
Febrero	4,880,836	433,298	3,541,383	8,855,516	<b>1.111524</b>
Marzo	5,355,979	453,869	3,841,103	9,650,951	<b>1.019912</b>
Abril	5,032,952	413,959	3,736,007	9,182,917	<b>1.071895</b>

Mayo	5,078,272	399,376		4,163,812	9,641,460	<b>1.020916</b>
Junio	5,196,709	387,913		4,223,877	9,808,499	<b>1.003530</b>
Julio	5,547,513	419,991		4,503,173	10,470,677	<b>0.940066</b>
Agosto	5,452,805	428,022		4,448,420	10,329,247	<b>0.952937</b>
Septiembre	5,349,559	389,638		4,417,146	10,156,342	<b>0.969160</b>
Octubre	5,258,978	392,703		4,126,129	9,777,810	<b>1.006680</b>
Noviembre	5,417,543	396,626		4,330,418	10,144,587	<b>0.970283</b>
Diciembre	5,907,968	444,561		4,457,393	10,809,921	<b>0.910564</b>
	<b>63,520,145</b>	<b>4,986,862</b>		<b>49,610,461</b>	<b>118,117,467</b>	
				<b>COSTO PROMEDIO MENSUAL</b>	<b>9,843,122</b>	

Tabla 18. Consumo de combustibles 2022.

Fuente: Elaboración autor (proyección).

Mediante los factores podemos determinar los picos de mayor afluencia de vehículos, en este caso del viernes con un factor horario menor en comparación al resto de días, Fh: 1

		conteo							
	No. día	HP	Hora Pico	día	Fh	F d	Fs	Fm	FTPDA
jueves, 1 de diciembre de 2022	Dia 1	07H15 08H15	2,469	31,753	1.1622800	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.1717000
viernes, 2 de diciembre de 2022	Dia 2	17H00 18H00	2,654	36,906	1.0000000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.0080000

sábado, 3 de diciembre de 2022	Dia 3	09H45 10H45	2,368	27,997	1.3180000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.3289000
domingo, 4 de diciembre de 2022	Dia 4	11H15 12H15	1,505	18,041	2.0456000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	2.0622000
lunes, 5 de diciembre de 2022	Dia 5	17H15 18H15	2,502	32,688	1.1290000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.1382000
martes, 6 de diciembre de 2022	Dia 6	12H45 13H45	2,332	31,445	1.1736000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.1832000
miércoles, 7 de diciembre de 2022	Dia 7	17H10 18H10	2,418	32,016	1.1527000	1.0000000	1.1071429	0.9105638	1.1621000

*Tabla 19. Factores vehiculares.*

*Fuente: autoría propia.*

<b>INTERSECCION: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba</b>			<b>Volumen</b>	<b>Q15</b>	<b>VHD</b>	<b>FMV</b>
Dia 1	jueves, 1 de diciembre de 2022	07H15 08H15	2,469	734	2936	0.841
Dia 2	viernes, 2 de diciembre de 2022	17H00 18H00	2,654	709	2836	0.936
Dia 3	sábado, 3 de diciembre de 2022	09H45 10H45	2,368	647	2588	0.915
Dia 4	domingo, 4 de diciembre de 2022	11H15 12H15	1,505	463	1852	0.813



Día						
5	lunes, 5 de diciembre de 2022	17H15 18H15	2,502	644	2576	0.971
Día						
6	martes, 6 de diciembre de 2022	12H45 13H45	2,332	772	3088	0.755
Día						
7	miércoles, 7 de diciembre de 2022	17H10 18H10	2,418	681	2724	0.888

*Tabla 20. Resumen factores vehiculares.*

*Fuente: autoría propia.*

En la estimación de crecimientos y proyecciones debemos considerar que no siempre va a cumplir con las ecuaciones

$$T_m = \text{Vehiculos} * 1000 / \text{población}$$

*Ecuación 6. Tasa de motorización.*

Donde:

- $T_m$ : Tasa de Motorización para un año  $k$  (vehículos/1000 habitantes)
- $T_s$ : Tasa de Saturación (vehículos/1000 habitantes)
- $E$ : Base del logaritmo natural
- $A$ : Constantes a determinar
- $T$ : Tiempo
- Tasas de crecimiento vehicular.

<b>TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR</b>				
	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>2023-2028</b>	1.81%	0.93%	0.93%	5
<b>2028-2033</b>	1.60%	0.98%	0.98%	5
<b>2033-2038</b>	1.83%	1.40%	1.40%	5
<b>2038-2043</b>	1.87%	1.58%	1.58%	5
<b>2043-2048</b>	1.79%	1.59%	1.59%	5
<b>2048-2053</b>	1.80%	1.67%	1.67%	5

*Tabla 21. Resumen tasa de crecimiento vehicular para vehículos livianos, buses y camiones.*

*Fuente: autoría propia.*

<b>TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR</b>				
	<b>LIVIANOS</b>	<b>BUSES</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>2022-2023</b>	3.22%	2.13%	2.13%	1

*Tabla 22. Resumen tasa de crecimiento vehicular livianos para el año de 2022 al 2023.*

*Fuente: autoría propia.*

- Tráfico proyectado en intersección evaluada de 00H00 a 24H00

Debemos tomar en cuenta la proyección para 20 años, por lo tanto, para los diferentes tipos de vehículos, es:

ESTACION	VEHICULOS	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA
		2023	2028	2033	2038	2043
E1	L	17,036	18,633	20,173	22,088	24,236
	B	31	33	34	37	40
	E2	392	411	431	463	500
	E3	16	17	18	19	21
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>17,476</b>	<b>19,094</b>	<b>20,657</b>	<b>22,607</b>	<b>24,796</b>
E2	L	12,319	13,474	14,588	15,972	17,525
	B	10	11	11	12	13
	E2	230	241	253	271	293
	E3	2	2	2	2	3
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>12,561</b>	<b>13,728</b>	<b>14,854</b>	<b>16,258</b>	<b>17,834</b>
E3	L	4,111	4,496	4,868	5,330	5,848
	B	113	118	124	133	144
	E2	42	44	47	50	54
	E3	2	2	2	2	3
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>4,268</b>	<b>4,661</b>	<b>5,041</b>	<b>5,515</b>	<b>6,049</b>
E4	L	2,769	3,029	3,279	3,591	3,940

	<b>B</b>	98	102	108	115	125
	<b>E2</b>	45	48	50	54	58
	<b>E3</b>	0	0	0	0	0
	<b>E4 - E6</b>	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>2,913</b>	<b>3,179</b>	<b>3,437</b>	<b>3,760</b>	<b>4,122</b>
<b>TOTAL</b>	<b>L</b>	36,236	39,633	42,908	46,981	51,549
	<b>B</b>	252	264	277	297	322
	<b>E2</b>	710	744	781	837	905
	<b>E3</b>	20	21	22	24	26
	<b>E4 - E6</b>	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>37,218</b>	<b>40,661</b>	<b>43,988</b>	<b>48,139</b>	<b>52,801</b>

Tabla 23. Tráfico vehicular de 00H00 a 24H00.

Fuente: autoría propia.

- Tráfico proyectado en hora pico de 7H00 a 8H00

ESTACION	VEHICULOS	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA
		2023	2028	2033	2038	2043
<b>E1</b>	<b>L</b>	1,259	1,377	1,490	1,632	1,791
	<b>B</b>	8	8	9	10	10
	<b>E2</b>	18	19	20	21	23
	<b>E3</b>	1	1	1	1	1
	<b>E4 - E6</b>	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>1,286</b>	<b>1,405</b>	<b>1,520</b>	<b>1,664</b>	<b>1,825</b>

E2	L	878	960	1,040	1,138	1,249
	B	0	0	0	0	0
	E2	9	9	10	11	11
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>887</b>	<b>970</b>	<b>1,050</b>	<b>1,149</b>	<b>1,261</b>
E3	L	352	385	417	456	501
	B	7	7	8	8	9
	E2	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>359</b>	<b>392</b>	<b>425</b>	<b>465</b>	<b>510</b>
E4	L	127	139	150	165	181
	B	6	6	7	7	8
	E2	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>145</b>	<b>157</b>	<b>172</b>	<b>188</b>
TOTAL	L	2,616	2,861	3,097	3,391	3,721
	B	21	22	23	25	27
	E2	27	28	30	32	35
	E3	1	1	1	1	1
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>2,654</b>	<b>2,912</b>	<b>3,151</b>	<b>3,449</b>	<b>3,784</b>

Tabla 24. Tráfico vehicular en hora pico 7H00 a 8H00.

Fuente: autoría propia.

### **Simulación**

El software empleado para el estudio de la intersección es el AIMSUN, dicho programa garantiza la simulación del flujo vehicular que se genera en el sector evaluado, el Aimsun tiene características específicas al momento de digitar varios elementos, como son las fases semafóricas, tipos de vehículos, pendientes, porcentajes de giros, señalización tanto horizontal como vertical para las intersecciones, destino y origen de los vehículos, entre otros aspectos considerables, la autonomía de corregir valores reales, ayuda a la obtención de un resultado basado en los hechos diarios de la intersección, así tomando el nivel servicio en las horas de mayor afluencia vehicular.

Lo más destacado de este software es lo siguiente

- Simulación tanto de lo peatonal como micro/meso/macro/demanda del transporte
- Proyectos de diseños de intersecciones o calles
- Proyecciones de tráfico para disminuir el DUE
- Modificaciones instantáneas para poder obtener una solución al congestionamiento vehicular generado

Tipos de análisis del programa AIMSUN

- Análisis Macroscópico

Este tipo de análisis se utiliza para proyectar áreas extensas ya que se la agrega como un flujo constante con comportamientos uniformes, aplicando velocidades, densidades, variantes de flujo, etc.

- Análisis Microscópicos

Este tipo de análisis se remite más al comportamiento vehicular individual en espacio y tiempo, esto quiere decir que en este tipo de análisis la interacción entre vehículos puede ocurrir, permitiendo obtener una proyección realista.

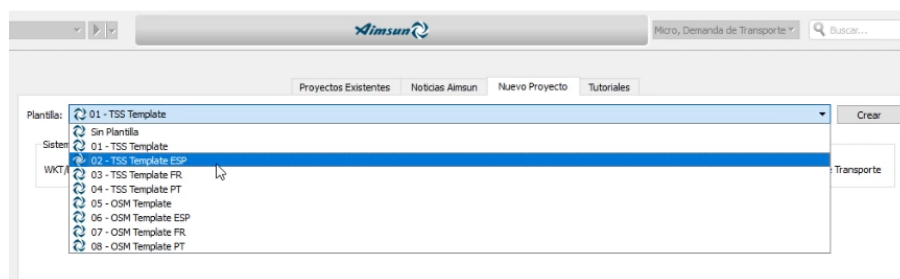
Para esta forma de modelación se debe determinar la velocidad, topografía del lugar, tipos de vehículos que ingresan y salen.

- Análisis Mesoscópico

Este tipo de análisis tiene características tanto del análisis mesoscópico y los análisis microscópicos, tomando en cuenta el comportamiento vehicular y como si fuera un flujo constante.

### Pasos para realizar la simulación

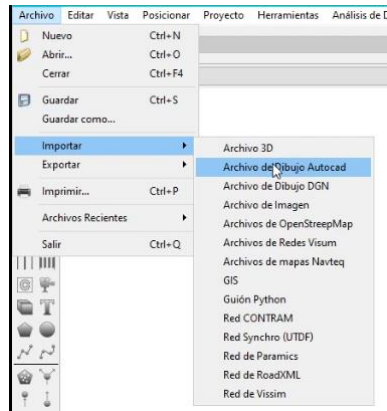
- Información general



*Ilustración 16. Elección de la plantilla.*

*Fuente: Autoría propia*

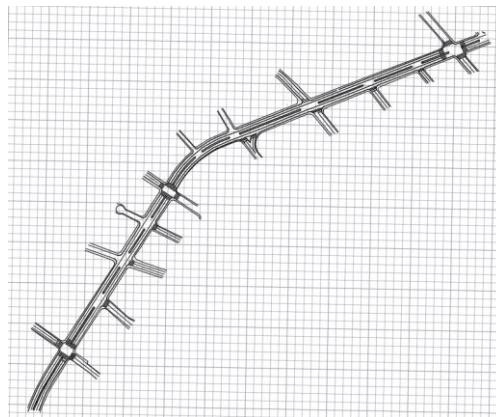
Se colocó la plantilla 02-TSS Template ESP para poder definir el sistema de información geográfica UTM, al encontrarse Ecuador pertenece al UTM 17.



*Ilustración 17. Importación de topografía.*

*Fuente: Autoría propia*

Se importa la topografía con el objetivo de tener las características fundamentales de las intersecciones a lo largo del corredor y así poder dibujarlas.



*Ilustración 18. Corredor de la Av. Paseo de los Cañaris*

*Fuente: Autoría propia*

Con la información topográfica es posible trazar las carreteras existentes con sus anchos correspondientes, al igual que las veredas que son de gran utilidad al momento de colocar en el programa.



- Carriles

Dentro de todo el corredor de la Avenida Paseo de los Cañaris cuenta con dos carriles tanto de ida como de vuelta con anchos que van desde los 6.70 metros hasta los 7.00 metros, además cuenta con una media de 2.15 metros a lo largo de toda el área estudiada. Todas estas características se pudieron obtener gracias al levantamiento topográfico que se realizó.

En las intersecciones se realizó el mismo procedimiento con la ayuda del levantamiento topográfico se colocaron las medidas correspondientes en el Aimsun.



*Ilustración 19. Características de la Avenida Paseo de los Cañaris*

*Fuente: Autoría propia*

Dentro del programa se le asignó al Paseo de los Cañaris los atributos que una avenida debe tener, la velocidad máxima a la que se puede desplazar es a 40 kilómetros por hora, además su capacidad máxima es de 1600 PCUs/h.



*Ilustración 20. Características de la intersección Viracochabamba*

*Fuente: Autoría propia*

Dentro del programa se le asignó a la Viracochabamba los atributos que una calle debe tener, la velocidad máxima a la que se puede desplazar es a 40 kilómetros por hora, además su capacidad máxima es de 800 PCUs/h.

Se asignó estas características a la intersección debido a que, dentro del plan de movilidad de la ciudad de Cuenca, se establece las velocidades máximas a las cuales se puede circular dentro de la intersección.



*Ilustración 21. Jerarquía vial de la ciudad de Cuenca.*

*Fuente: Movilidad y transporte de la ciudad de Cuenca*

### SIMBOLOGIA

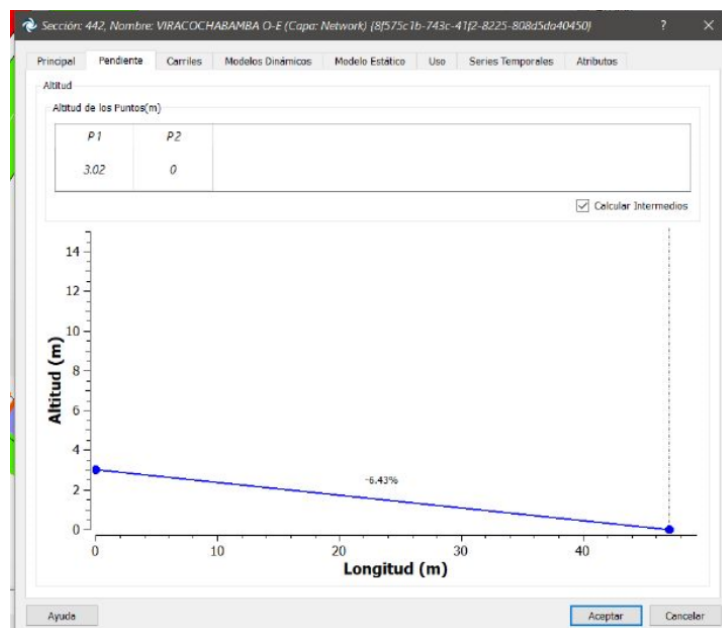
Unidades Funcionales

JERARQUÍA VIAL	Velocidad máxima km/h
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #8B4513; margin-right: 5px;"></span> Vías Colectoras	40 km/h
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #FF8C00; margin-right: 5px;"></span> Vías Locales	30 km/h
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; margin-right: 5px;"></span> Vías de Retorno	20 km/h
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #4682B4; margin-right: 5px;"></span> Preferencia no motorizada	10 km/h

*Ilustración 22. Velocidades máximas dentro de la Jerarquía Vial.*

*Fuente: Movilidad y transporte de la ciudad de Cuenca*

Para la colocación de las pendientes dentro de la Avenida Viracochabamba se obtuvieron las cotas del levantamiento topográfico, obteniendo una pendiente del 7.99%; para la Avenida Paseo de los Cañaris se obtuvo una pendiente mínima que es 1.00%.



*Ilustración 23. Pendiente de la Avenida Viracochabamba*

*Fuente: Autoría propia*

- Asignación de giros

Para asignar los giros que se realizan en cada intersección dentro del programa se realizó el estudio en campo y uniéndolo en el programa mediante nudos, siendo un total de 12 giros que se componen de la siguiente manera:

➤ Estación #1 Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Norte

- Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Viracochabamba de Oeste a Norte
- Recto en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Oeste a Este
- Giro a la derecha en dirección a la Avenida Viracochabamba de Oeste a Sur

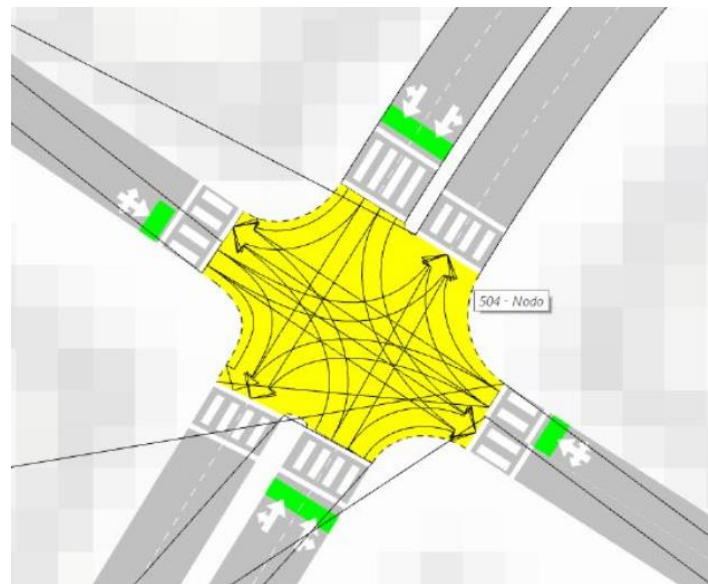
➤ Estación #2 Avenida Paseo de los Cañaris de Este a Sur

- Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Viracochabamba de Oeste a Sur
- Recto en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Este a Sur
- Giro a la derecha en dirección a la Avenida Viracochabamba de Este a Norte

➤ Estación #3 Avenida Viracochabamba de Sur a Norte

- Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Oeste
- Recto en dirección a la Avenida Viracochabamba de Sur a Norte
- Giro a la derecha en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Este

- Estación #4 Avenida Viracochabamba de Norte a Sur
- Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Norte a Este
  - Recto en dirección a la Avenida Viracochabamba de Norte a Sur
  - Giro a la derecha en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Norte a Oeste

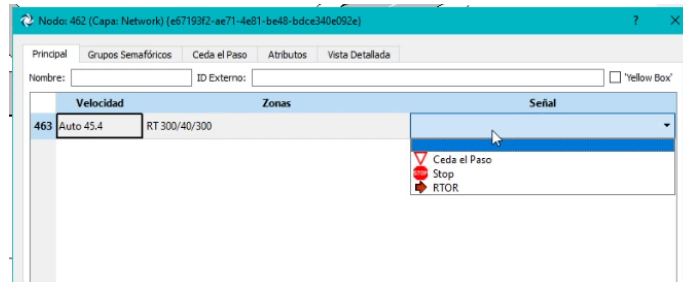


*Ilustración 24. Giros realizados de cada estación.*

*Fuente: Autoría propia*

- Asignación de señales de tránsito

Para asignar las señales de tránsito se observó en campo, que tipo de señal es y qué objetivo tiene para que brinde una correcta distribución de vehículos y un buen nivel de servicio.

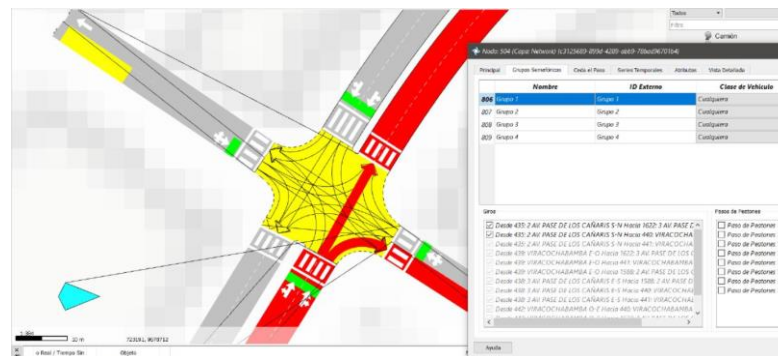


*Ilustración 25. Asignación de señales de tránsito*

*Fuente: Autoría propia*

- Plan maestro Semafórico

Cada uno de los semáforos tiene como objetivo distribuir los vehículos hacia los distintos destinos, por lo cual se ha realizado grupos semafóricos, que permite dirigir y organizar los vehículos.



*Ilustración 26. Grupo semafórico de la estación #1*

*Fuente: Autoría propia*

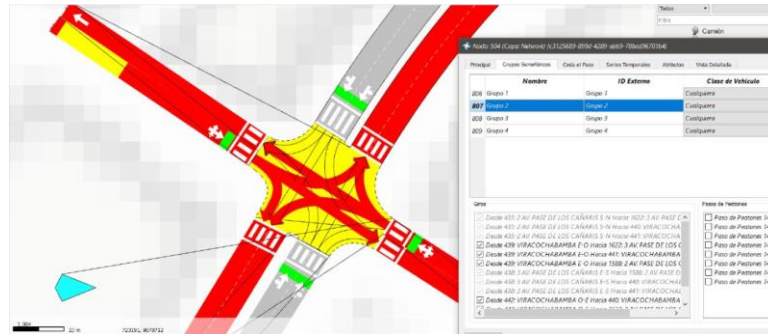


Ilustración 27. Grupo semafórico de la estación # 4 y #3

Fuente: Autoría propia

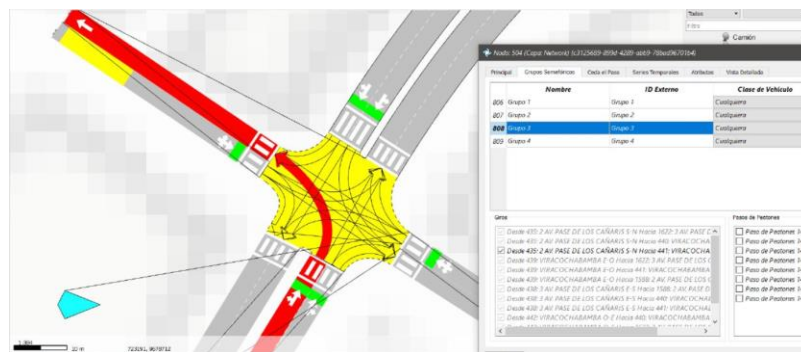


Ilustración 28. Grupo semafórico de la estación # 1, giro a la izquierda en dirección a la Avenida Viracochabamba.

Fuente: Autoría propia

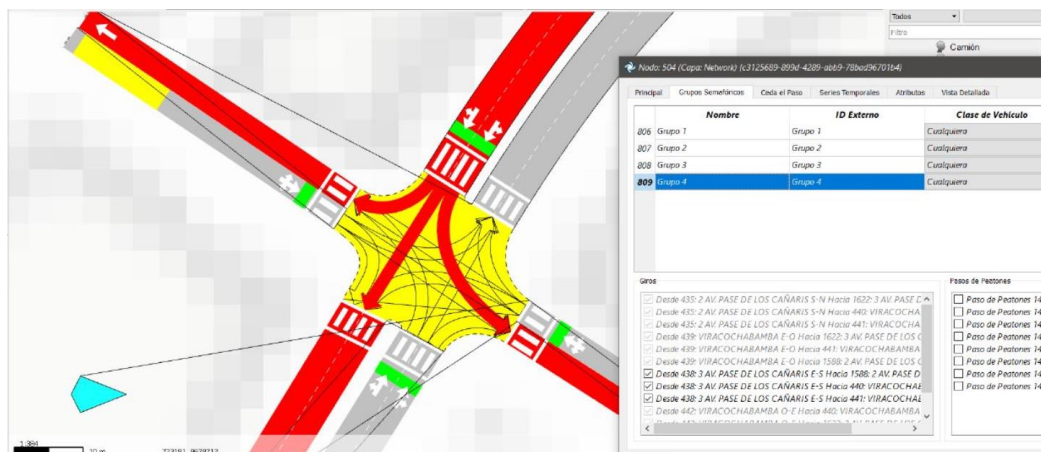


Ilustración 29. Grupo semafórico de la estación # 2

Fuente: Autoría propia

Se creó un plan maestro semafórico para la intersección ya que este permite regular el tráfico en la hora pico.

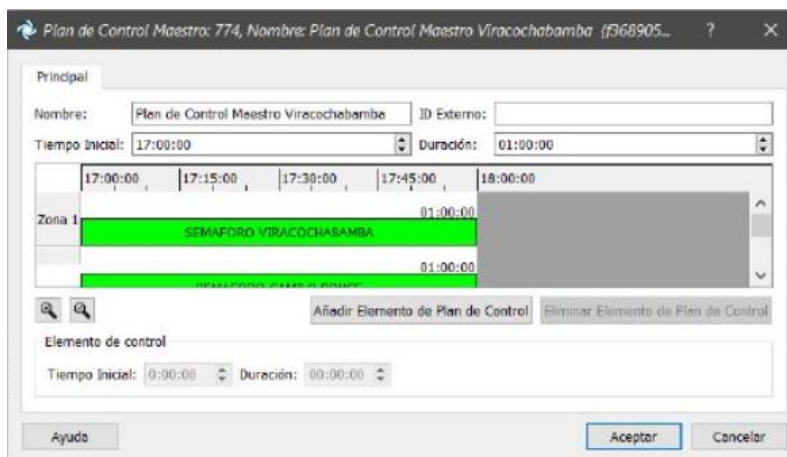


Ilustración 30. Asignación de plan maestro de semáforos.

Fuente: Autoría propia

Para el tiempo de semáforos nos ayudamos de datos obtenidos de la empresa pública EMOV EP, esta empresa es la que se encarga de dirigir y controlar los tiempos de semáforos.

VIERNES	
0:00:00	C
05:45:00	A
17:00:00	B

Tabla 25. Fases de semaforización.



Fuente: EMOV EP

Con los datos presentados por la EMOV EP, seleccionamos el horario que se conecte el día y la hora pico. Para la Avenida Viracochabamba se seleccionó el plan de la fase B.

	S1			
PLAN	F1	F2	F3	FT
A	20	25	30	75
<b>B</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>80</b>
C	15	15	15	45

Tabla 26. Plan de semáforos.

Fuente: EMOV EP

En la intersección estudiada cuenta con un total de 9 semáforos que distribuyen el tráfico a las distintas intersecciones del sector.

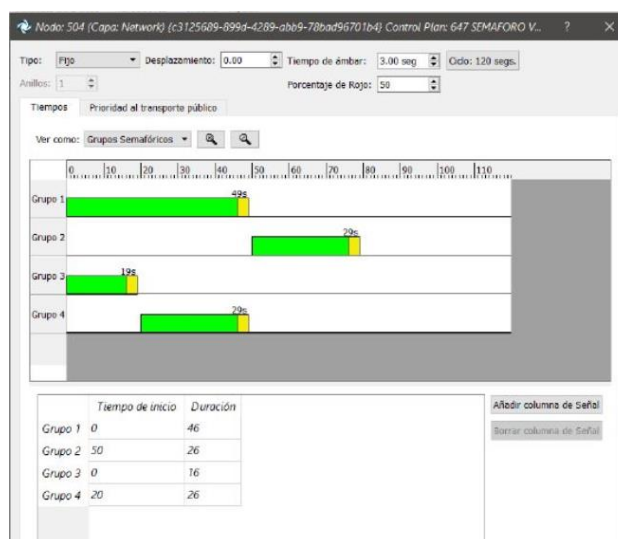


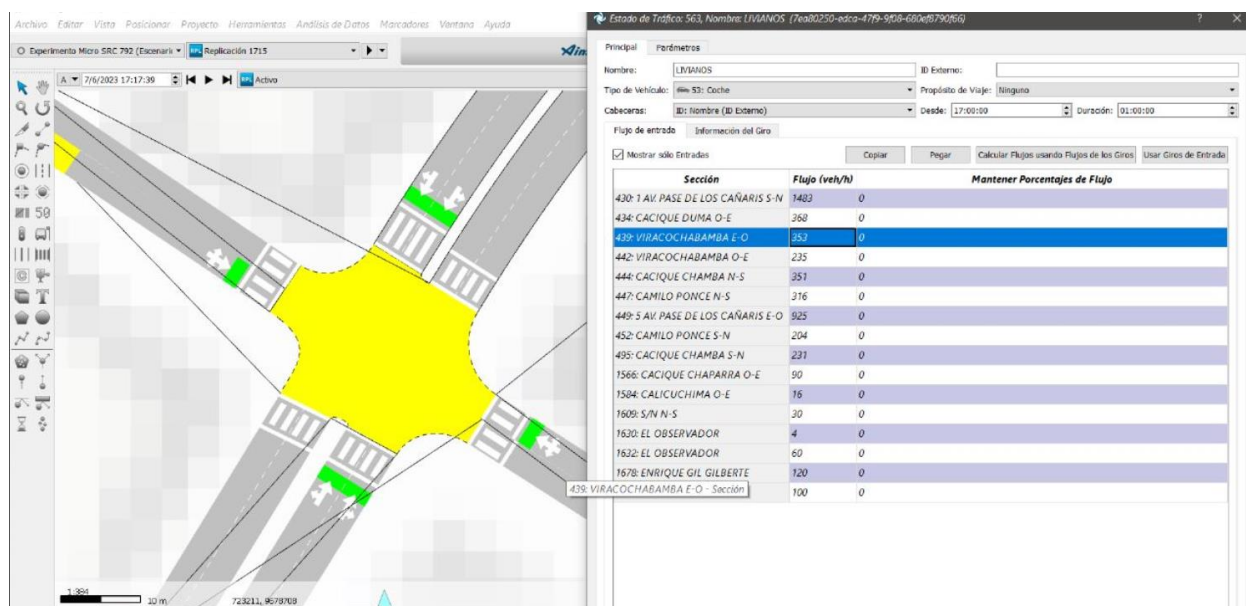
Ilustración 31. Plan de semáforos.

*Fuente: Autoría propia*

En la actualidad la programación de los semáforos se encuentra de la manera proyectada, teniendo como consecuencia el mal nivel de servicio.

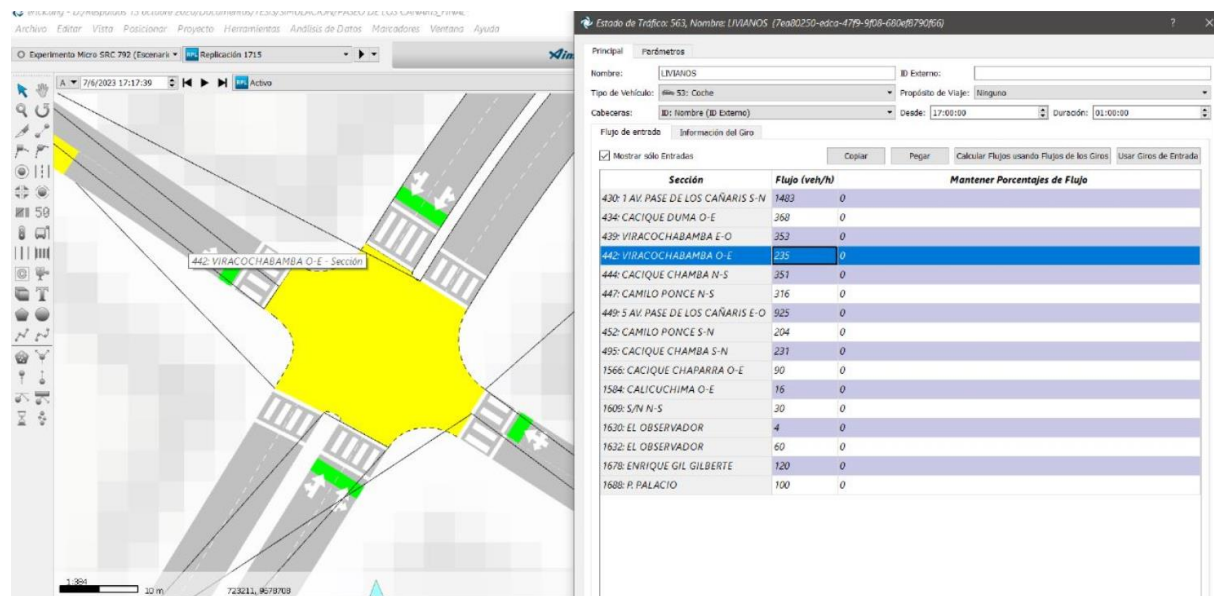
- Importación de datos

Para cargar los datos al sistema del AIMSUN fue necesario tener realizado el conteo de lunes a domingo desde las 00H00 hasta las 23H59, obteniendo así el viernes con mayor congestión, además de tener la hora pico desde las 17H00 hasta las 18H00. Se creó una sección para livianos, así mismo se lo realizó para pesados.



*Ilustración 32. Datos del corredor de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba de Este a Oeste.*

*Fuente: Autoría propia*



*Ilustración 33. Datos del corredor de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba de Oeste a Este.*

*Fuente: Autoría propia*

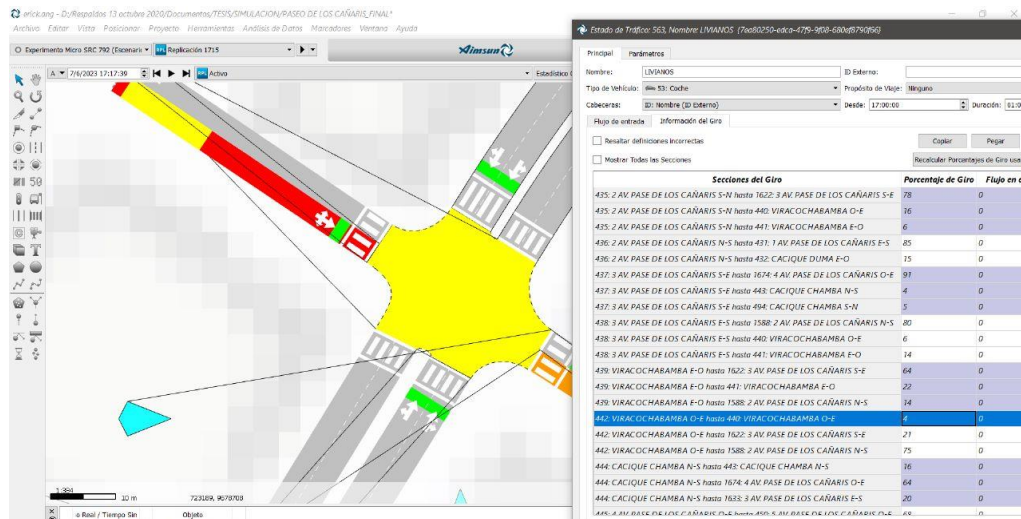
Para que el programa pueda realizar la simulación es necesario tener los porcentajes de giros, estos datos al igual que la demanda de tráfico diaria obtuvimos de campo, el porcentaje de giros se obtuvo de la siguiente manera.

<i>Secciones de Giro</i>	<i>Porcentaje de Giro</i>
<i>Recto en dirección a la Avenida Viracochabamba de Norte a Sur</i>	<i>4%</i>
<i>Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Norte a Este</i>	<i>75%</i>
<i>Giro a la derecha en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Norte a Oeste</i>	<i>21%</i>

<i>Total</i>	<i>100%</i>
--------------	-------------

*Tabla 27. Porcentajes de giros de la Estación #4 Avenida Viracochabamba de Norte a Sur*

*Fuente: Autoría propia*



*Ilustración 34. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba en dirección de Oeste a Este.*

*Fuente: Autoría propia*

<i>Secciones de Giro</i>	<i>Porcentaje de Giro</i>
<i>Recto en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Este a Sur</i>	<i>80%</i>
<i>Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Viracochabamba de Oeste a Sur</i>	<i>14%</i>
<i>Giro a la derecha en dirección a la Avenida Viracochabamba de Este a Norte</i>	<i>6%</i>
<i>Total</i>	<i>100%</i>

Tabla 28. Porcentajes de giros de la Estación #2 Avenida Paseo de los Cañaris de Este a Sur

Fuente: Autoría propia

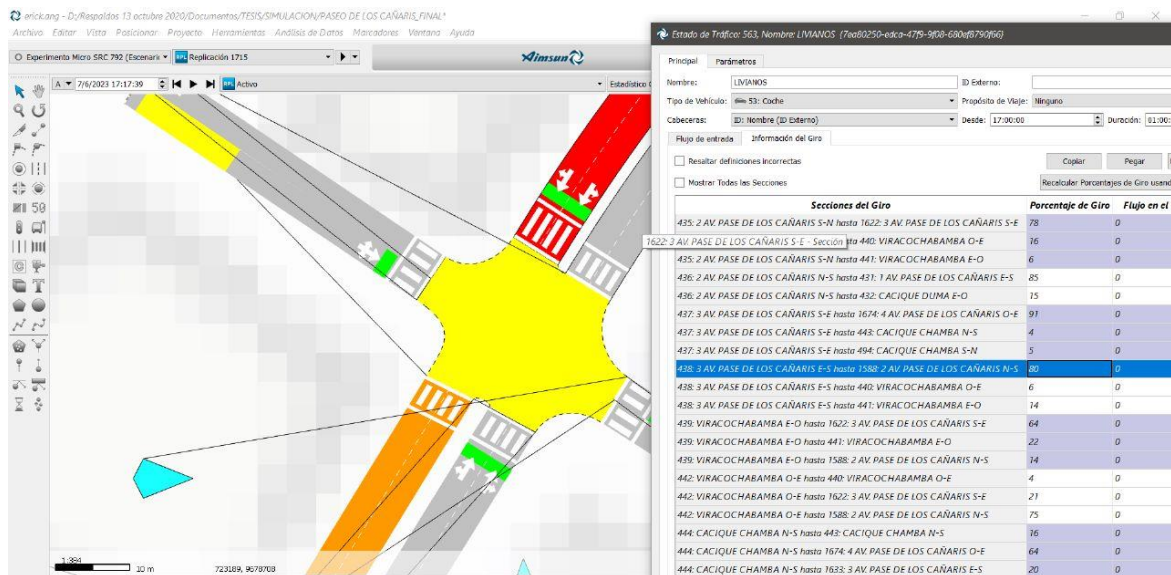


Ilustración 35. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Paseo de los Cañaris en dirección de Norte a Sur.

Fuente: Autoría propia

Secciones de Giro	Porcentaje de Giro
Recto en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Oeste a Este	78%
Giro a la derecha en dirección a la Avenida Viracochabamba de Oeste a Sur	16%
Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Viracochabamba de Oeste a Norte	6%
Total	100%

Tabla 29. Porcentajes de giros de la Estación #1 Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Norte.

Fuente: Autoría propia

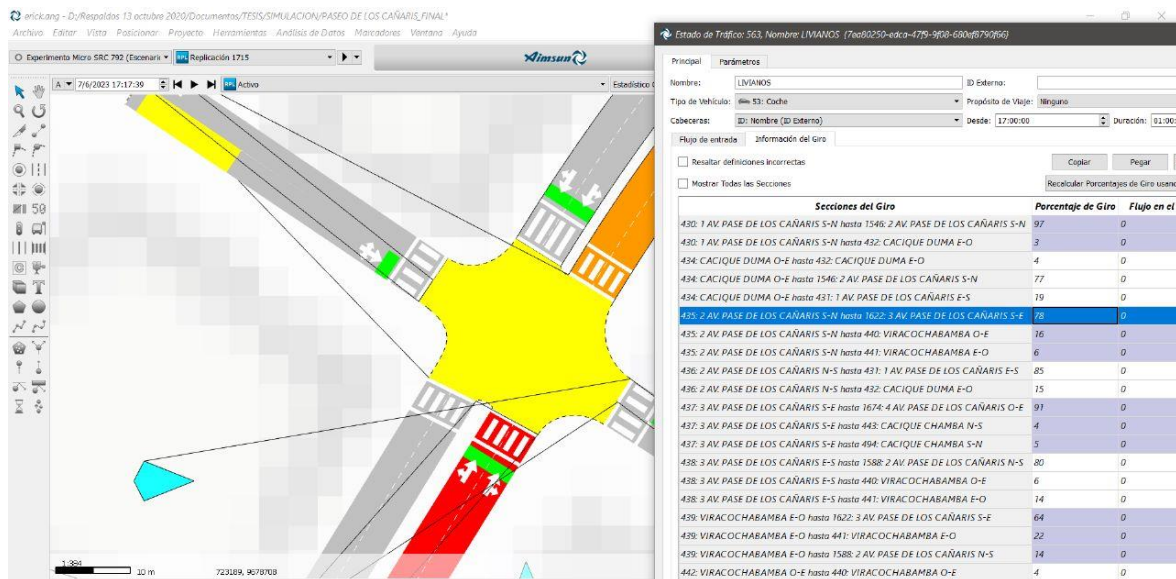


Ilustración 36. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Paseo de los Cañaris en dirección de Sur a Norte.

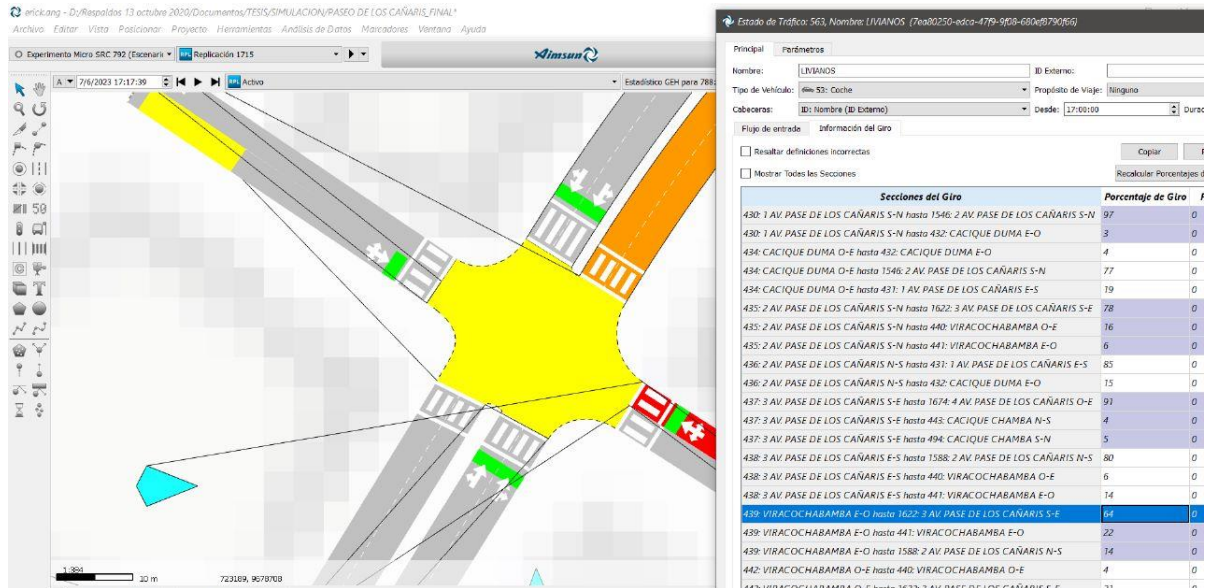
Fuente: Autoría propia

Secciones de Giro	Porcentaje de Giro
Recto en dirección a la Avenida Viracochabamba de Sur a Norte	22%
Giro a la izquierda en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Oeste	14%
Giro a la derecha en dirección a la Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Este	64%

<i>Total</i>	<i>100%</i>
--------------	-------------

*Tabla 30. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba en dirección de Sur a Norte*

*Fuente: Autoría propia*



*Ilustración 37. Datos de porcentajes de giros de vehículos livianos de la Avenida Viracochabamba en dirección de Sur a Este.*

*Fuente: Autoría propia*

Los datos de porcentajes de giros deben sumar el 100% entre ellas.

Estado de Tráfico: 627, Nombre: PESADOS (b03bb651-c1e5-4e79-a421-fd6d35f6af62)

Principal **Parámetros**

Nombre: PESADOS ID Externo:

Tipo de Vehículo:  Propósito de Viajes: Ninguno

Cabeceras: ID: Nombre (ID Externo) Desde: 17:00:00 Duración: 01:00:00

Flujo de entrada Información del Giro

Mostrar sólo Entradas

Sección	Flujo (veh/h)	Mantener Porcentajes de Flujo
430: 1 AV. PASE DE LOS CAÑARIS S-N	22	0
434: CACIQUE DUMA O-E	1	0
439: VIRACOCABAMBA E-O	0	0
442: VIRACOCABAMBA O-E	0	0
444: CACIQUE CHAMBA N-S	9	0
447: CAMILO PONCE N-S	6	0
449: 5 AV. PASE DE LOS CAÑARIS E-O	5	0
452: CAMILO PONCE S-N	2	0
495: CACIQUE CHAMBA S-N	8	0
1567		

*Ilustración 38. Datos del corredor de vehículos pesados de la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba.*

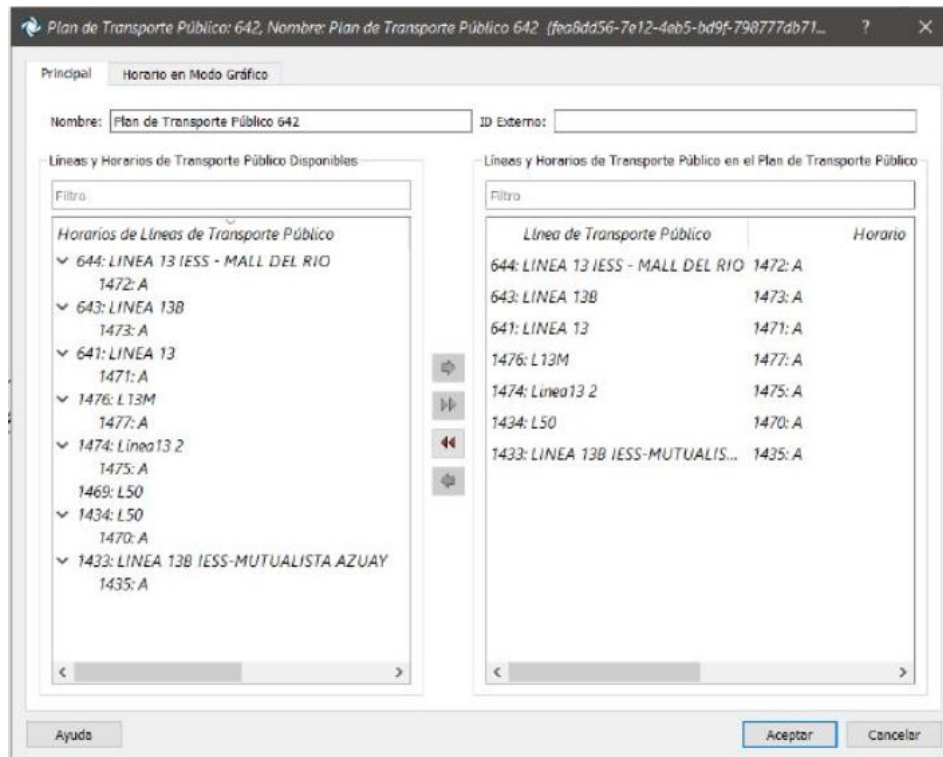
*Fuente: Autoría propia*

- Plan de transporte publico

Por la intersección de la avenida Viracochabamba y Avenida Paseo de los Cañaris, pasan las siguientes líneas de buses:

- Línea 13 del IESS a la Mutualista Azuay II
- Línea 13B del IESS al Mall del Rio
- Línea 50 Balzay al Hospital del Rio

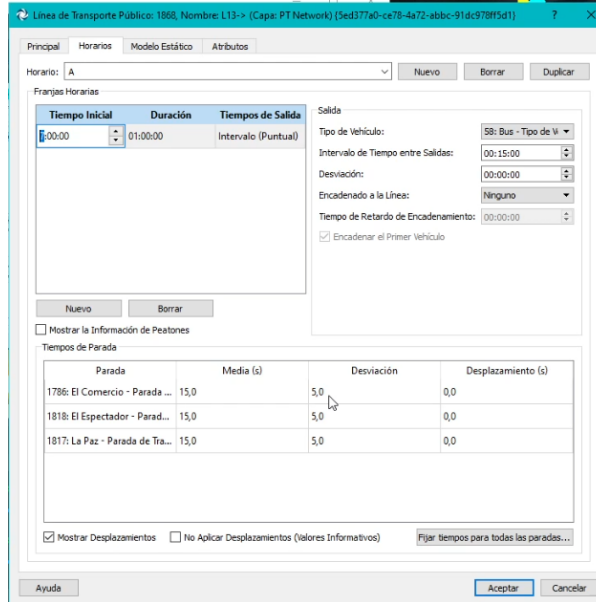




*Ilustración 39. Líneas de buses cargadas al programa para la ejecución*

*Fuente: Autoría propia*

Se proporcionaron datos generales de cada una de las paradas para obtener los tiempos de colas que se genera por tales acciones, para nuestra casa cada línea de transporte público pasa de forma periódica cada 15 min, obteniendo así una desviación de 5.0 y una media de 15



Principal Horarios Modelo Estático Atributos

Horario: A Nuevo Borrar Duplicar

Francias Horarias

Tiempo Inicial	Duración	Tiempos de Salida
00:00	01:00:00	Intervalo (Puntual)

Salida

Tipo de Vehículo: 58: Bus - Tipo de V

Intervalo de Tiempo entre Salidas: 00:15:00

Desviación: 00:00:00

Encadenado a la Línea: Ninguno

Tiempo de Retardo de Encadenamiento: 00:00:00

Encadenar el Primer Vehículo

Nuevo Borrar

Mostrar la Información de Peatones

Tiempos de Parada

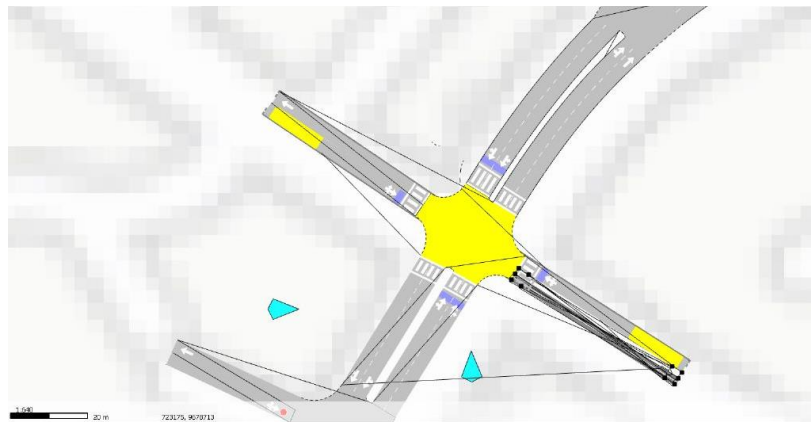
Parada	Media (s)	Desviación	Desplazamiento (s)
1786: El Comercio - Parada ...	15,0	5,0	0,0
1818: El Espectador - Parad...	15,0	5,0	0,0
1817: La Paz - Parada de Tra...	15,0	5,0	0,0

Mostrar Desplazamientos  No Aplicar Desplazamientos (valores Informativos) Fijar tiempos para todas las paradas...

Ayuda Aceptar Cancelar

*Ilustración 40. Líneas de buses características generales.*

*Fuente: Autoría propia*

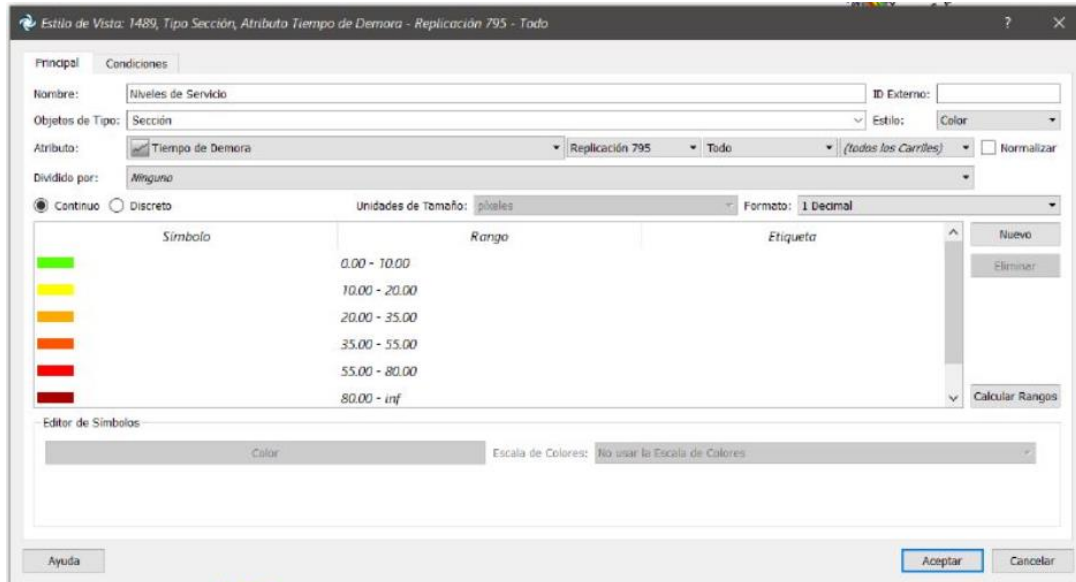


*Ilustración 41. Ubicación de las paradas de buses.*

*Fuente: Autoría propia*

- Niveles de servicio

Los niveles de servicio que encontramos en esta sección van de acuerdo con la normativa que se aplica dentro de la región ecuatoriana, colocamos de forma manual cada uno de los niveles y sus intervalos para el cual pertenece.



*Ilustración 42. Niveles de servicios impuestos por el AIMSUN.*

*Fuente: Autoría propia*

Una vez colocado los datos, los niveles de servicio, y aspectos fundamentales que requiere el programa para entregar en la actualidad de cómo se encuentra la intersección que problema está generando y como poder solucionarlo a largo plazo, antes que sus niveles de servicio lleguen a colapsar.

- Calibración del modelo de micro-simulación

Incorporado el flujo vehicular tanto de livianos y pesados, colocadas las paradas de buses. Porcentajes de giros, plan maestro se de semáforos, es importante calibrar el modelo, el programa

crea un escenario dinámico de tipo estocástico que en este caso se asignaron 5 replicaciones, donde los resultados se calibran con la media aritmética.

Para la confiabilidad del resultado, debemos colocar detectores dentro del programa, estos nos permitirán, conocer el tráfico faltante o el tráfico que sobrepasa; para la intersección de la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba, se asignaron un total de 4 detectores.

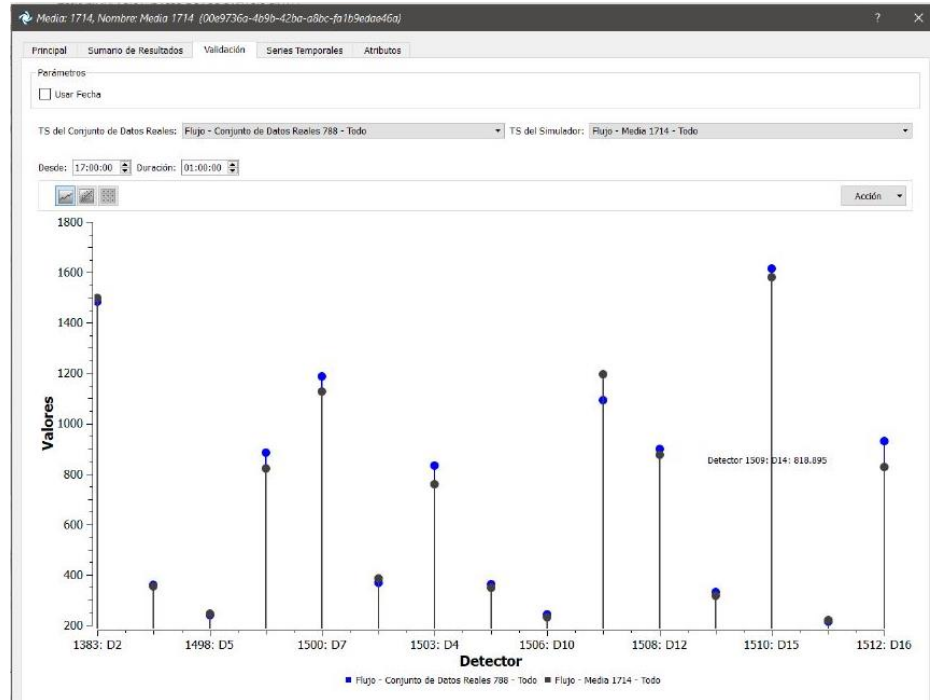
Detector	Ubicación
D7	Estación #1 Avenida Paseo de los Cañaris de Sur a Norte
D8	Estación #2 Avenida Paseo de los Cañaris de Este a Sur
D5	Estación #3 Avenida Viracochabamba de Sur a Norte
D6	Estación #4 Avenida Viracochabamba de Norte a Sur

*Tabla 31. Detectores*

*Fuente: Autoría propia*

- Calibración Grafica

Compara los datos reales contra los datos simulados

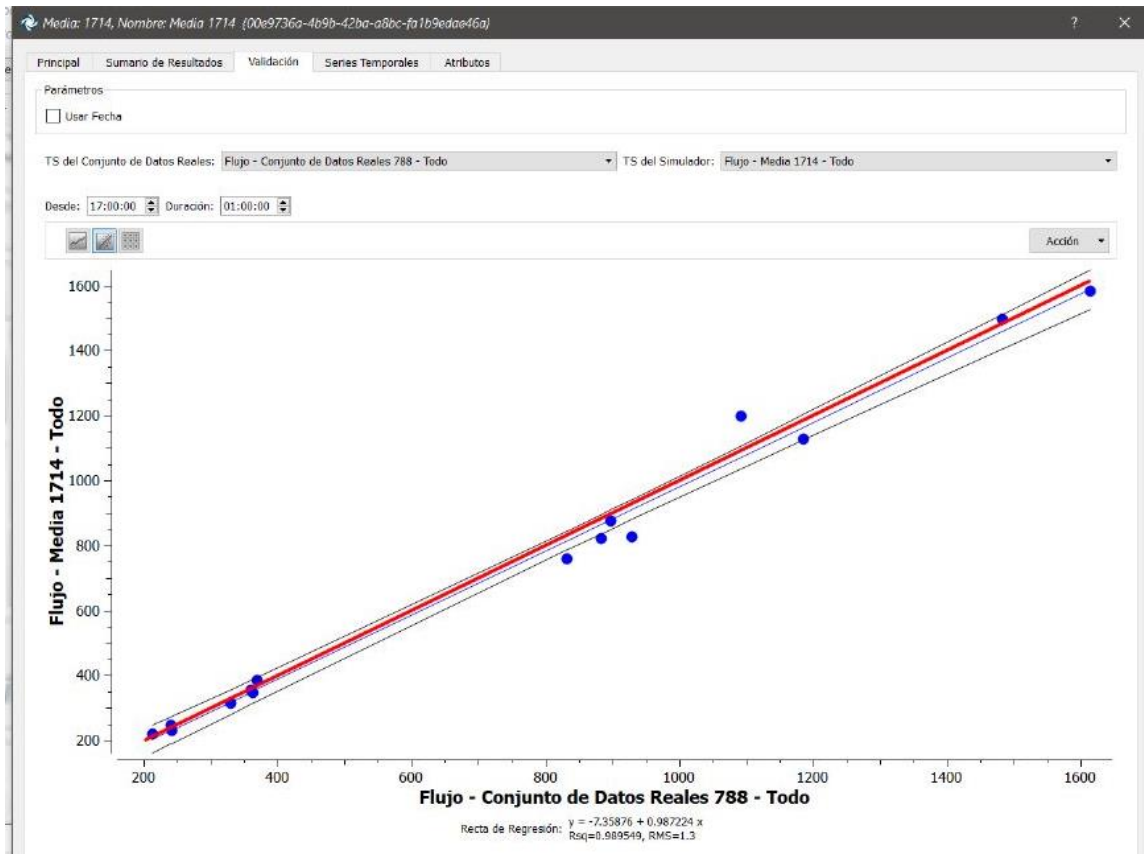


*Ilustración 43. Valores vs Detectores*

*Fuente: Autoría propia*

- Regresión Lineal

Se analiza de forma lineal los datos reales contra los datos simulados, para este tipo de calibración es importante que el coeficiente de ajuste no sea superior a 0.95.



*Ilustración 44. Regresión lineal para calibración de flujos*

*Fuente: Autoría propia*

El coeficiente de ajuste es de 0.98 por lo cual nos garantiza que la calibración es correcta.

- Estadísticas

Los datos reales y los datos de la simulación son analizados con el GEH, calculando la diferencia relativa y la diferencia absoluta, para poder analizar las desviaciones existentes en el modelo.

El GEH debe ser menor al 5%, en caso de que sea mayor se debe realizar un reajuste.

Media: 1714. Nombre: Media 1714 (00e9736a-4b9b-42ba-a8bc-fa1b9edae46a)

Principal Sumario de Resultados Validación Series Temporales Atributos

Parámetros  
 Usar Fecha

TS del Conjunto de Datos Reales: Flujo - Conjunto de Datos Reales 788 - Todo TS del Simulador: Flujo - Media 1714 - Todo

Desde: 17:00:00 Duración: 01:00:00

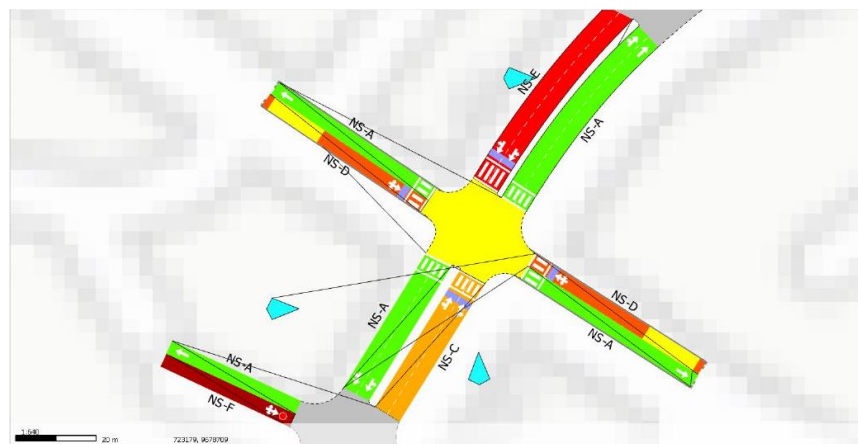
Objeto	Flujo - Conjunto de Datos Reales 788 - Todo	Flujo - Media 1714 - Todo	Diferencia Absoluta	Diferencia Relativa (%)	GEH
1512: D 16	930	827.4	-102.6	-11.0323	3.4612
1511: D 13	213	219.6	6.6	3.09659	0.448762
1510: D 15	1615	1581.8	-33.2	-2.05573	0.830415
1509: D 14	330	315.6	-14.4	-4.36364	0.801486
1508: D 12	898	876	-22	-2.44989	0.738688
1507: D 11	1092	1196.6	104.6	9.57875	3.09216
1506: D 10	242	231.2	-10.8	-4.46281	0.702128
1505: D 9	363	347.6	-15.4	-4.24242	0.817002
1503: D 4	832	760.2	-71.8	-8.62981	2.54472
1501: D 1	369	384	15	4.06504	0.773052
1500: D 7	1186	1127.6	-58.4	-4.92411	1.71705
1499: D 8	884	821.6	-62.4	-7.05882	2.13679
1498: D 5	241	246	5	2.07469	0.320421
1497: D 6	360	354.2	-5.8	-1.61111	0.306926
1383: D 2	1483	1497.2	14.2	0.957519	0.367858
Media	735.867	719.107	-16.76	-2.27759	1.27058

Sumario de GEH  
 Número de objetos: 15      Número de objetos con GEH < 5: 15 (100.00%)      Número de objetos con GEH < 10: 15 (100.00%)

Ilustración 45. Estadísticas de flujos simulados y reales (GEH)

Fuente: Autoría propia

Ningún valor es superior al 5%, por lo tanto, se garantiza que el reajuste realizado es correcto.



*Ilustración 46. Niveles de servicios en la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba impuestos por el AIMSUN*

*Fuente: Autoría propia*

### **Resultados (propuesta)**

Dada la simulación se evidencio, que los niveles de servicio son bajos en gran parte de la intersección, la ampliación de carriles es imposible por la ubicación de las edificaciones, al igual que la reducción de ancho del separador central de la vía debido a que cruza toda la Avenida estudiada.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto este documento busca plantear una solución que permita optimizar los niveles de servicio de cada vía y agilizar el flujo vehicular. Es importante recalcar que la manera más eficaz de lograr este objetivo es modificar las direcciones de las vías. Es por ello, que se planteará la siguiente alternativa:

- Alternativa

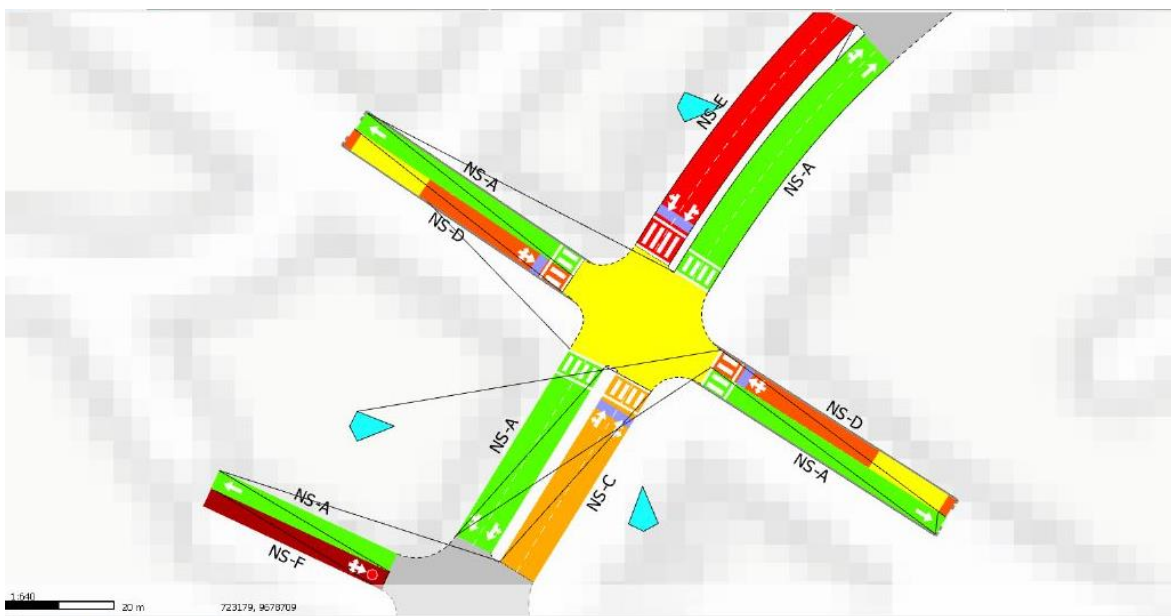
Se propone alternar las direcciones de la Avenida Viracochabamba, con el objetivo de disminuir el congestionamiento vehicular y mejorar los niveles de servicio.

Se realizó un análisis de cómo funcionará esta solución a partir del 2043, es decir con una proyección de 20 años. Obteniendo mejoras inmediatas, ya que para la Avenida Viracochabamba hubo una reducción del nivel de servicio, para el año 2023 se obtuvo un nivel de servicio de D y para el año 2043 sería un nivel de servicio de A; de igual manera para la Avenida Paseo de los Cañaris para el año 2023 se tiene un nivel de servicio de E y C, y para el año 2043 sería de A, B y C.



Avenida Paseo de los Cañaris se mantendría con sus dos carriles tanto de ida como de vuelta, con anchos y espesores de la calle; al igual que la Avenida Viracochabamba de SUR a ESTE se mantendrá con dos carriles, uno de ellos permitirá distribuir el tráfico proveniente de la Avenida Paseo de los Cañaris y el otro carril permitirá distribuir el tráfico de la Avenida Viracochabamba hacia la Avenida Paseo de los Cañaris.

Mientras que la avenida Viracochabamba de OESTE a ESTE cambiaria, convirtiéndose en una vía, dirigiendo los vehículos hacia el mercado 12 de abril, a la Clínica la Paz o a la Avenida Huayna Cápac, obteniendo un ancho de 6.70 m, teniendo dos carriles de 3.35m.



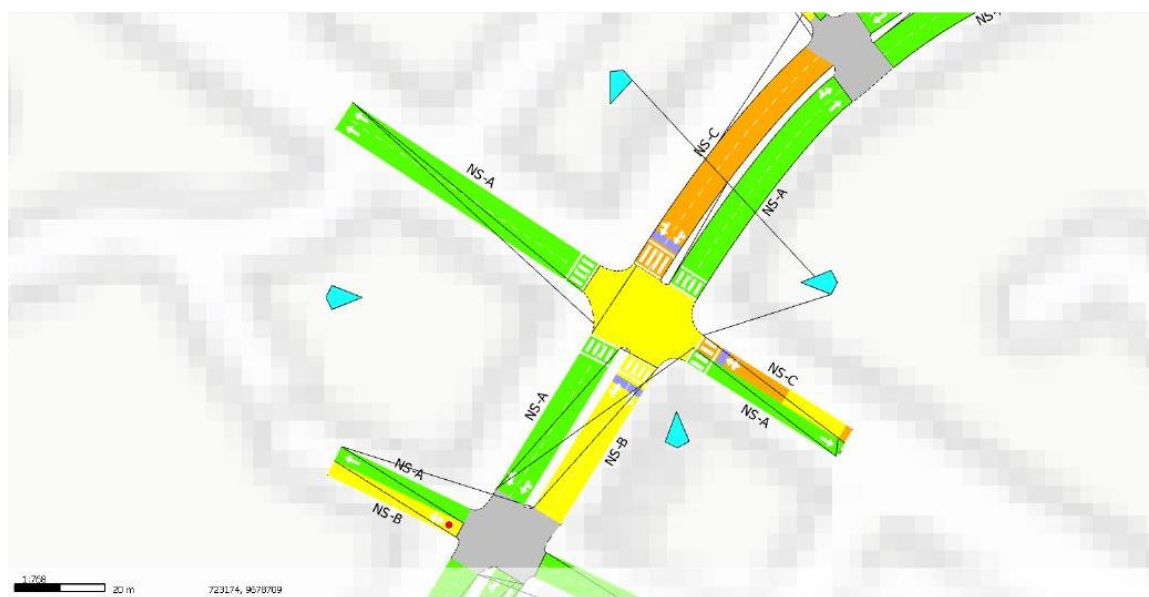
*Ilustración 47. Niveles de servicio de la Intersección Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba para el año de 2023*

*Fuente: Autoría propia*



*Ilustración 48. Niveles de servicio de la Intersección Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba para el año de 2043*

*Fuente: Autoría propia*



*Ilustración 49. Niveles de servicio para el año 2043, proyectada la solución.*

*Fuente: Autoría propia*

### Resolución Administrativa-Presupuesto

Basado en la propuesta de mejoramiento en la calidad de nivel de servicio de la intersección Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba, se debe considerar con remitente al departamento de la dirección de movilidad EMOV EP, para poner en consideración la alternativa de solución, con la intervención del manejo de cambio de sentido de la Av. Viracochabamba, convirtiéndola únicamente en una sola dirección de subida desde la Av. Paseo de los Cañaris hacia la Av. Huayna Cápac, cabe mencionar que en la Av Viracochabamba hacia la Av. Pumapungo no existirá cambio alguno, dado que la solución al problema comienza en sentido contrario a la Av. Pumapungo. El diagrama de distribución de dirección vial se ve evidenciada en Anexo *Ilustración 41* e *Ilustración 62*.

El presupuesto general para la aplicación de la solución viene intervenido de 2 rubros de señalización horizontal y vertical.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	550322	Señalización - Letrero tipo 2	u	7.00	120.58	844.06
4	551731	Marcas de pintura (pintura termoplástica, pasos cebra)	m2	51.20	16.37	838.14
<b>SUBTOTAL</b>						<b>1,682.20</b>
<b>IVA</b>					12 %	<b>201.86</b>
<b>TOTAL</b>						<b>1,884.07</b>

Son: UNO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE CON 02/100

DÓLARES

*Tabla 32. Presupuesto*

Fuente: Autoría propia.

## Conclusiones

El objetivo de este estudio fue presentar distintas soluciones que satisfaga el rendimiento del flujo vehicular en positivo con niveles de servicios aptos, siendo que se trata de una intersección donde existe flujo vehicular en diferentes sentidos de giro, y al provocar alguna variable que obligue a detener la circulación se generaría un incremento en el tiempo de viaje.

La intersección de la Avenida Paseo de los Cañaris y Avenida Viracochabamba, recibe y distribuye el tráfico proveniente del Centro de Salud Materno Infantil y Emergencias IEES, Comerciales y Departamentos Benavides, Clínica La Paz, El Mercado 12 de Abril y entre otros varios locales de comida y comerciales; convirtiéndose en un punto de encuentro de circulación; tomando en cuenta la solución propuesta de modificación del sentido de circulación en la parte de la Av. Viracochabamba, que dará como resultado a un mejoramiento de nivel de servicio en la Av. Paseo de los Cañaris entre nivel de servicio A, B y C, involucrando la intervención positiva en la Av. Viracochabamba a un nivel A.

La intersección estudiada se determinó mediante varias simulaciones con datos reales medidos en diferentes días y a distintas horas. El problema de congestionamiento se debe principalmente a una estimación de datos que arroja como resultado un incremento considerable de vehículos en la ciudad de Cuenca, lo que nos da como consecuencia las distintas variables que provocan malestar e inconformidad al usuario, además de que el tiempo de traslación de punto a punto aumente considerablemente.

La alternativa más factible es la antes mencionada de cambio de sentido de la Av. Viracochabamba, convirtiéndola únicamente en una sola dirección de subida desde la Av. Paseo de los Cañaris hacia la Av. Huayna Cápac, cabe mencionar que en la Av. Viracochabamba hacia la Av. Pumapungo no existirá cambio alguno, dado que la solución al problema radica en sentido

contrario a la Av. Pumapungo. Esperando así satisfacer la necesidad de fluidez vehicular de diseño apropiado reduciendo tiempo de espera para transcurrir hacia los diferentes puntos que ofrece la intersección, mejorando la calidad del nivel de servicio.

### **Recomendaciones**

- Una vez evaluada la intersección de la Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochabamba se obtuvo resultados y alternativas importantes, que deben ser consideradas por la entidad competente para emplear en dicha zona, ya que el presupuesto referencial de la intervención propuesta no es representativo frente a la comodidad de la población y seguridad en transitar o usar los pasos peatonales en la intersección.
- Se debe considerar el total seguimiento de la solución planteada para poder determinar rendimientos positivos, una señalización sumamente visible para evitar en un rango neutro de accidentes en la zona y así elevando la confiabilidad de la intersección por los usuarios.

## Referencias bibliográficas

- ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR. (2017). *Lotaip 5 - Ley Sistema Nacional De Infraestructura Vial Transporte Terrestre*. 14. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOTAIP\\_5\\_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOTAIP_5_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf)
- Bañón, L., & Bevia, J. F. (2000). Manual de carreteras Volumen 1. *Repositorio.Ua.Ua.Es/Dspace/*, 1, 409. <http://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/manuales/646-manual-de-carreteras>
- Cal y Mayor, R., & Cardenas, J. (2015). Ingeniería de transito: Fundamentos y Aplicaciones. In *Pengaruh Harga Diskon Dan Persepsi Produk Terhadap Nilai Belanja Serta Perilaku Pembelian Konsumen* (Vol. 9, Issue 9, pp. 27–44). <file:///C:/Users/inger/Downloads/INGENIERÍA DE TRANSITO- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES- Rafael Cal y Mayor Reyes + James Cardenas Grisales.pdf>
- NEVI-12-2B MTOP. (2013). Volumen N°2 – Libro B Norma Para Estudios Y Diseño Vial. *Ministerio De Transporte Y Obras Públicas Del Ecuador, N°2-LibroB*, 644.
- Uribe, S. (2003). *Manual DE DiSeño Geom Étrico Para ViaS E IntErSeCcioNeS UrBaNaS* *Uni VersiDad De Los Andes Facultad De I NgeniEria Civil*. 155. <https://repositorio.uniandes.edu.co>
- VÍCTOR GABRIEL VALENCIA ALAIX. (2000). *Principios sobre semáforos 1645*, 1–76.

**Anexos**

PERIODO HORAS	PERIODO 15 MIN	HACIA LA IZQUIERDA... MOV. 9											
		LIVIANOS					BUSES	CAMIONES			Motos	Bicis	Peatones
								2 EJES	3 EJES	TRAILER			
00H00-01H00	0-15	4					0	0	0	0	0	0	
	15-30	6					0	0	0	0	1	0	
	30-45	3					0	0	0	0	0	0	
	45-60	5					0	0	0	0	1	0	
01H00-02H00	0-15	2					0	0	0	0	0	0	
	15-30	2					0	0	0	0	0	0	
	30-45	2					0	0	0	0	0	0	
	45-60	2					0	0	0	0	0	0	
02H00-03H00	0-15	1					0	0	0	0	0	0	
	15-30	2					0	0	0	0	1	0	
	30-45	1					0	0	0	0	0	0	
	45-60	2					0	0	0	0	0	0	
03H00-04H00	0-15	0					0	0	0	0	0	0	
	15-30	0					0	0	0	0	0	0	
	30-45	0					0	0	0	0	0	0	
	45-60	0					0	0	0	0	0	0	
04H00-05H00	0-15	0					0	0	0	0	0	0	
	15-30	0					0	0	0	0	0	0	
	30-45	3					0	0	0	0	0	0	
	45-60	3					0	0	0	0	0	0	
05H00-06H00	0-15	2					0	0	0	0	0	0	
	15-30	1					0	0	0	0	0	0	
	30-45	3					0	0	0	0	0	0	
	45-60	7					0	0	0	0	1	0	
06H00-07H00	0-15	9					0	0	0	0	1	0	
	15-30	18					1	0	0	0	1	0	
	30-45	36					0	0	0	0	7	0	
	45-60	42					0	0	0	0	1	0	

Tabla 33. Cuento de tráfico estación 1, giro izquierdo.

Fuente: Autoría propia.






↑ DE FRENTE ...MOV. 1							
LIVIANOS 	BUSES 	CAMIONES			Motos	Bicis	Peatones
		2 EJES 	3 EJES 	TRAILER 			
26	0	0	0	0	4	0	
23	0	1	0	0	1	0	
21	0	0	0	0	1	0	
19	0	1	0	0	2	0	
19	0	0	0	0	3	0	
13	0	0	0	0	9	0	
8	0	0	0	0	2	0	
12	0	0	0	0	1	0	
9	0	0	0	0	2	1	
6	0	0	0	0	1	0	
3	0	0	0	0	1	0	
2	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	2	0	
7	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	
2	0	1	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	1	
5	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	1	1	
14	1	0	0	0	0	0	
32	3	3	0	0	3	0	
54	1	0	0	0	2	2	
117	0	1	0	0	12	2	
163	0	1	0	0	40	1	

Tabla 34. Conteo de tráfico estación 1, giro recto.

Fuente: Autoría propia.









 <b>HACIA LA DERECHA ...MOV. 5</b>							
L/VIANOS 	BUSES 	CAMIONES			Motos	Bicis	Peatonos
		2 EJES 	3 EJES 	TRAILER 			
2	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	
9	1	1	0	0	1	0	
17	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	

Tabla 35. Conteo de tráfico estación 1, giro derecho.

Fuente: Autoría propia.






REGRESA ...MOV. 13										
LIVIANOS					CAMIONES			Motos	Bicis	Peatonales
					BUSES	2 EJES	3 EJES			
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabla 36. Conteo de tráfico estación 1, giro en U.

Fuente: Autoría propia.

**RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS, MOTOS y BICIS)**

Interseccion: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochat ESTACION E1 - I 1

INICIO 00H00

FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022

FIN 24H00






Período de hora	LIVANOS				BUSES	CAMIONES			Motos	Bicis	Peatones	Total
						2 EJES	3 EJES	TRAILER				
00H00-01H00	117				0	2	0	0	10	0	0	129
01H00-02H00	62				0	0	0	0	15	0	0	77
02H00-03H00	29				0	0	0	0	5	1	0	35
03H00-04H00	33				0	0	0	0	2	1	0	36
04H00-05H00	21				0	1	0	0	0	0	0	22
05H00-06H00	56				1	0	0	0	2	2	0	61
06H00-07H00	513				6	6	0	0	68	5	0	598
07H00-08H00	1,248				8	18	1	0	116	5	0	1,396
08H00-09H00	1,154				1	25	1	0	114	2	0	1,297
09H00-10H00	925				5	20	3	0	127	5	0	1,085
10H00-11H00	977				0	34	0	0	181	0	0	1,192
11H00-12H00	895				0	33	0	0	157	0	0	1,085
12H00-13H00	1,041				0	29	3	0	159	2	0	1,234
13H00-14H00	1,164				3	32	3	0	190	3	0	1,395
14H00-15H00	990				2	37	2	0	152	4	0	1,187
15H00-16H00	1,025				2	40	0	0	113	0	0	1,180
16H00-17H00	1,040				1	29	0	0	147	9	0	1,226
17H00-18H00	1,171				1	29	0	0	198	3	0	1,402
18H00-19H00	1,074				1	27	2	0	185	12	0	1,301
19H00-20H00	1,066				0	11	1	0	243	5	0	1,326
20H00-21H00	820				0	8	0	0	126	4	0	958
21H00-22H00	617				0	4	0	0	73	0	0	694
22H00-23H00	427				0	3	0	0	53	7	0	490
23H00-24H00	427				0	1	0	0	47	0	0	475
<b>TOTAL</b>	16,892				31	389	16	0	2,483	70	0	19,881
<b>%</b>	84.97%				0.16%	1.96%	0.08%	0.00%	12.49%	0.35%		100.00%

Tabla 37. Resumen conteo de tráfico intersección vehículos, motos y bicicletas.

Fuente: Autoría propia.

Intersección: Av. Paseo de los Cañaris y Av. Viracochat ESTACION E1 - I 1 INICIO 00H00  
 FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022 FIN 24H00



Periodo de hora	LIVANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Bicis	Pestones	Total
			2 EJES	3 EJES	TRAILER				
00H00-01H00	117	0	2	0	0	10	0	0	119
01H00-02H00	62	0	0	0	0	15	0	0	62
02H00-03H00	29	0	0	0	0	5	1	0	29
03H00-04H00	33	0	0	0	0	2	1	0	33
04H00-05H00	21	0	1	0	0	0	0	0	22
05H00-06H00	56	1	0	0	0	2	2	0	57
06H00-07H00	513	6	6	0	0	68	5	0	525
07H00-08H00	1,248	8	18	1	0	116	5	0	1,275
08H00-09H00	1,154	1	25	1	0	114	2	0	1,181
09H00-10H00	925	5	20	3	0	127	5	0	953
10H00-11H00	977	0	34	0	0	181	0	0	1,011
11H00-12H00	895	0	33	0	0	157	0	0	928
12H00-13H00	1,041	0	29	3	0	159	2	0	1,073
13H00-14H00	1,164	3	32	3	0	190	3	0	1,202
14H00-15H00	990	2	37	2	0	152	4	0	1,031
15H00-16H00	1,025	2	40	0	0	113	0	0	1,067
16H00-17H00	1,040	1	29	0	0	147	9	0	1,070
17H00-18H00	1,171	1	29	0	0	198	3	0	1,201
18H00-19H00	1,074	1	27	2	0	185	12	0	1,104
19H00-20H00	1,066	0	11	1	0	243	5	0	1,078
20H00-21H00	820	0	8	0	0	126	4	0	828
21H00-22H00	617	0	4	0	0	73	0	0	621
22H00-23H00	427	0	3	0	0	53	7	0	430
23H00-24H00	427	0	1	0	0	47	0	0	428
<b>TOTAL</b>	16,892	31	389	16	0	2,483	70	0	17,328
<b>%</b>	84.97%	0.18%	2.24%	0.09%	0.00%				100.00%

Tabla 38. Resumen conteo de tráfico intersección vehículos.

Fuente: Autoría propia.



VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION	
32	119	1	16
32	108	5	16
28	92	5	11
27	75	5	8
21	62	1	5
16	52	0	8
11	45	2	10
14	38	2	10
11	29	4	9
9	26	2	6
4	25	2	5
5	37	1	12
8	33	1	11
8	30	1	12
16	26	9	11
1	17	0	3
5	22	2	4
4	25	0	3
7	27	1	6
6	35	1	9
8	57	1	14

6	97	3	27
15	176	4	68
28	332	6	147
48	525	14	239
85	811	44	300
171	1064	83	335
221	1221	98	306
334	1275	75	297
338	1242	79	278
328	1226	54	262
275	1185	89	277
301	1181	56	255
322	1153	63	258
287	1033	69	273
271	991	67	268
273	953	59	261
202	996	78	272
245	1015	64	262
233	1023	60	261
316	1011	70	262
221	919	68	254
253	990	63	247
221	926	61	242

224	928	62	235
292	930	61	238
189	953	58	242
223	1025	54	275
226	1073	65	336
315	1141	65	345
261	1152	91	356
271	1209	115	327
294	1202	74	295
326	1169	76	286
318	1081	62	277
264	1031	83	274
261	1031	65	246
238	1049	67	242
268	1103	59	231
264	1089	55	257
279	1067	61	268
292	1045	56	273
254	1025	85	304
242	1062	66	298
257	1070	66	282
272	1098	87	281
291	1120	79	268



250	1162	50	285
285	1201	65	306
294	1203	74	331
333	1169	96	348
289	1149	71	335
287	1104	90	321
260	1068	91	289
313	1151	83	267
244	1127	57	245
251	1078	58	253
343	1054	69	247
289	917	61	227
195	815	65	213
227	828	52	187
206	761	49	172
187	713	47	153
208	686	39	134
160	622	37	114
158	570	30	112
160	528	28	96
144	477	19	91
108	430	35	88
116	424	14	76



109	393	23	76
97	367	16	69
102	428	23	65
85	326	14	42
83	241	16	28
158	158	12	12
<b>17,329</b>		<b>4,369</b>	

Tabla 39. Resumen flujo vehicular estación 1.

Fuente: Autoría propia.

ESTACION 2			
 VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		 VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION	
21	73	6	21
19	69	2	19
18	64	8	19
15	59	5	14
17	51	4	9
14	40	2	6
13	30	3	5
7	21	0	3

6	17	1	6
4	22	1	8
4	20	1	8
3	26	3	7
11	27	3	4
2	19	1	1
10	25	0	1
4	26	0	1
3	28	0	1
8	33	1	2
11	34	0	2
6	41	0	6
8	58	1	16
9	84	1	22
18	159	4	41
23	359	10	72
34	567	7	175
84	735	20	214
218	855	35	246
231	881	113	254
202	887	46	227
204	871	52	233
244	858	43	224



237	814	86	234
186	785	52	196
191	775	43	195
200	747	53	186
208	745	48	178
176	718	51	180
163	691	34	191
198	669	45	203
181	652	50	199
149	659	62	182
141	682	46	152
181	691	41	152
188	673	33	148
172	641	32	152
150	630	46	171
163	671	37	170
156	706	37	180
161	775	51	194
191	838	45	210
198	843	47	247
225	806	51	250
224	743	67	259
196	702	82	252

161	673	50	212
162	690	60	213
183	730	60	189
167	765	42	175
178	775	51	172
202	762	36	174
218	727	46	190
177	720	39	202
165	710	53	216
167	737	52	205
211	764	58	201
167	783	53	194
192	833	42	187
194	868	48	207
230	912	51	227
217	872	46	253
227	847	62	272
238	817	68	273
190	758	77	259
192	753	65	245
197	725	63	243
179	687	54	246
185	798	63	249

164	782	63	233
159	775	66	207
290	764	57	172
169	619	47	148
157	599	37	135
148	556	31	129
145	528	33	118
149	497	34	111
114	450	31	99
120	429	20	78
114	399	26	65
102	361	22	54
93	322	10	50
90	303	7	52
76	279	15	53
63	262	18	50
74	199	12	32
66	125	8	20
59	59	12	12
<b>12,457</b>		<b>3,300</b>	

*Tabla 40. Resumen flujo vehicular estación 2.*

*Fuente: Autoría propia.*

ESTACION 3			
 VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		 VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION	
4	17	27	97
2	16	28	94
5	14	21	82
6	11	21	72
3	7	24	65
0	4	16	54
2	6	11	44
2	5	14	38
0	5	13	27
2	6	6	21
1	6	5	22
2	6	3	25
1	4	7	24
2	3	7	22
1	2	8	20
0	2	2	16
0	3	5	17
1	8	5	19

1	7	4	21
1	8	3	32
5	13	7	47
0	25	7	82
2	64	15	141
6	142	18	262
17	286	42	443
39	349	66	679
80	408	136	901
150	380	199	1016
80	359	278	1061
98	336	288	1033
52	304	251	1005
129	325	244	986
57	253	250	982
66	263	260	978
73	261	232	875
57	252	240	850
67	249	246	793
64	237	157	763
64	243	207	780
54	243	183	801
55	241	216	831

70	233	174	830
64	219	228	898
52	205	213	834
47	202	215	812
56	222	242	831
50	217	164	853
49	247	191	922
67	300	234	965
51	301	264	986
80	315	233	1003
102	289	234	1038
68	262	255	1012
65	262	281	969
54	261	268	876
75	263	208	825
68	242	212	792
64	232	188	824
56	220	217	854
54	239	175	829
58	254	244	852
52	268	218	829
75	298	192	845
69	308	198	903





72	295	221	915
82	281	234	940
85	255	250	972
56	249	210	1016
58	261	246	1065
56	275	266	1092
79	310	294	1081
68	305	259	1068
72	301	273	1022
91	276	255	963
74	239	281	1001
64	229	213	969
47	239	214	935
54	257	293	913
64	249	249	812
74	224	179	731
65	186	192	736
46	165	192	699
39	155	168	656
36	148	184	632
44	135	155	581
36	115	149	531
32	94	144	488

23	78	133	460
24	67	105	416
15	62	106	400
16	58	116	366
12	57	89	327
19	51	89	376
11	32	72	287
15	21	77	215
6	6	138	138
<b>4,232</b>		<b>14,866</b>	

Tabla 41. Resumen flujo vehicular estación 3.

Fuente: Autoría propia.

<b>ESTACION 4</b>			
 VEHICULOS QUE INGRESAN A LA INTERSECCION		 VEHICULOS QUE SALEN DE LA INTERSECCION	
2	14	25	89
3	16	21	80
6	14	23	72

3	11	20	62
4	8	16	49
1	7	13	35
3	6	13	28
0	5	7	18
3	6	2	15
0	4	6	23
2	4	3	20
1	2	4	27
1	1	10	26
0	0	3	17
0	0	10	21
0	0	3	25
0	0	1	31
0	0	7	42
0	4	14	43
0	11	9	48
0	16	12	67
4	23	8	98
7	34	19	183
5	53	28	405
7	113	43	634
15	138	93	840

26	147	241	992
65	156	257	1062
32	133	249	1069
24	139	245	1044
35	144	311	1041
42	146	264	973
38	144	224	930
29	141	242	901
37	154	243	861
40	152	221	844
35	152	195	838
42	173	202	871
35	172	226	854
40	167	215	824
56	160	228	796
41	143	185	741
30	142	196	745
33	150	187	730
39	155	173	727
40	164	189	706
38	175	181	751
38	188	184	789
48	211	152	864

51	238	234	977
51	270	219	974
61	270	259	959
75	260	265	901
83	227	231	853
51	169	204	819
51	157	201	829
42	134	217	910
25	129	197	934
39	152	214	993
28	162	282	992
37	168	241	906
48	162	256	891
49	172	213	840
34	152	196	853
31	149	226	880
58	170	205	917
29	172	226	953
31	213	223	984
52	251	263	1027
60	289	241	963
70	303	257	928
69	294	266	889

90	270	199	831
74	249	206	849
61	248	218	852
45	231	208	814
69	218	217	896
73	184	209	884
44	139	180	834
32	127	290	814
35	121	205	683
28	112	159	631
32	108	160	594
26	98	159	576
26	89	153	537
24	94	122	487
22	80	142	469
17	72	120	410
31	68	103	368
10	53	104	335
14	54	83	314
13	49	78	303
16	47	70	297
11	31	83	227
9	20	72	144

11	11	72	72
<b>2,888</b>		<b>14,371</b>	

Tabla 42. Resumen flujo vehicular estación 4.

Fuente: Autoría propia.



Ilustración 50. Giros vista planta de la estación #1

Fuente: Autoría propia.



*Ilustración 51. Visualización conteo por cámara.*

*Fuente: Autoría propia.*





Ilustración 52. Visualización conteo por cámara.

Fuente: Autoría propia.

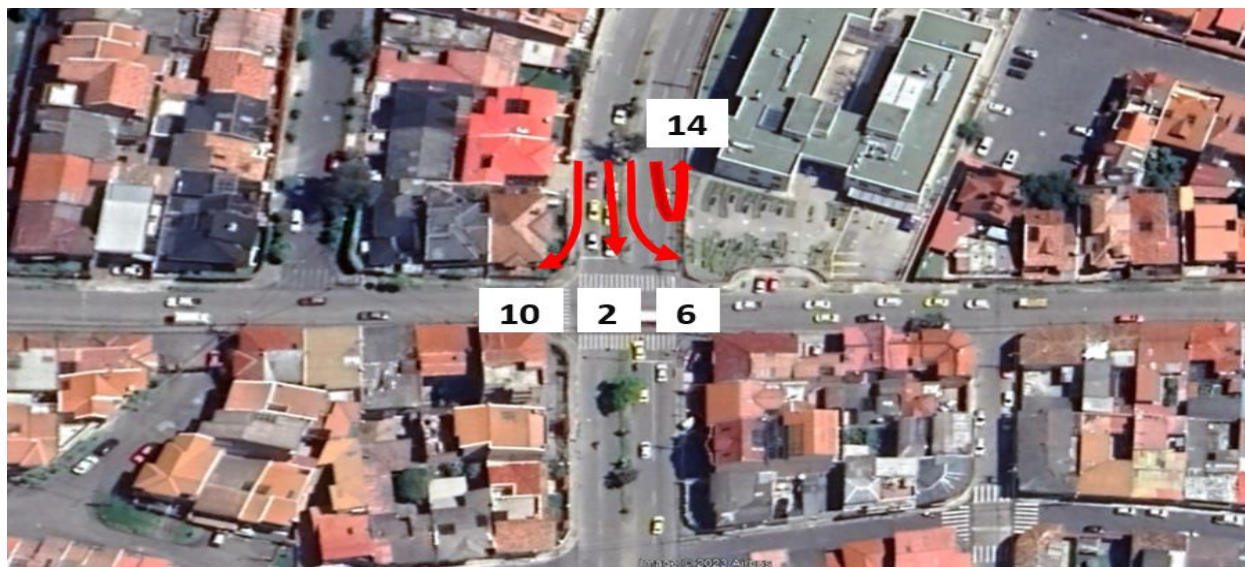


Ilustración 53. Giros vista planta de la estación #2

Fuente: Autoría propia.



Ilustración 54. Giros vista planta de la estación #3

Fuente: Autoría propia.



Ilustración 55. Giros vista planta de la estación #4

Fuente: Autoría propia.

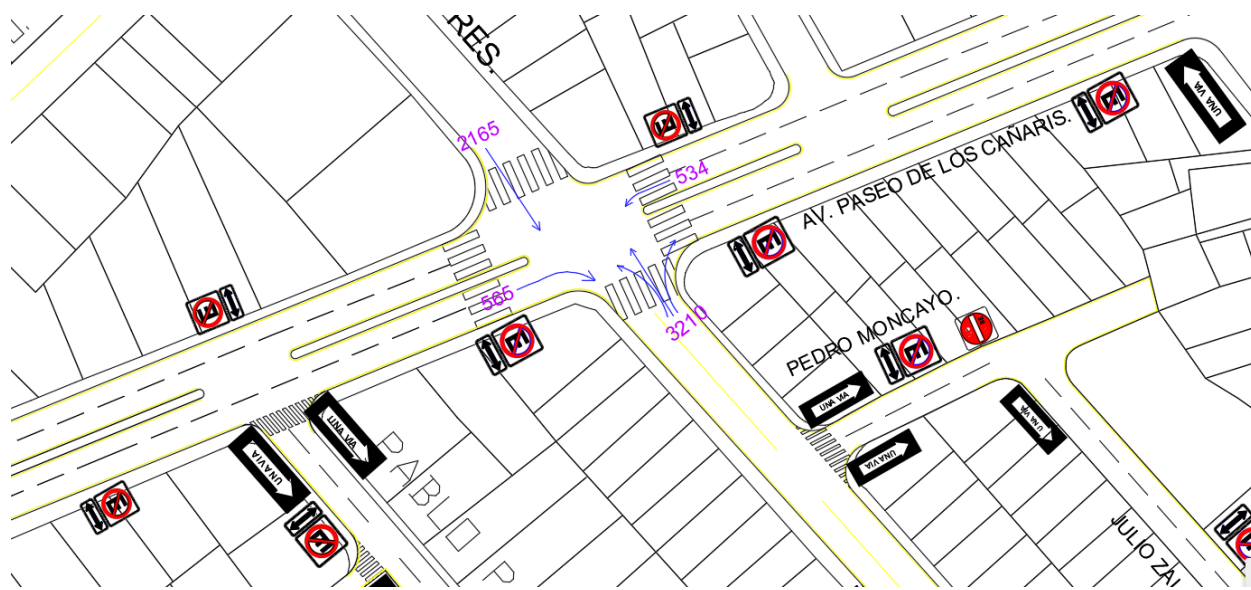
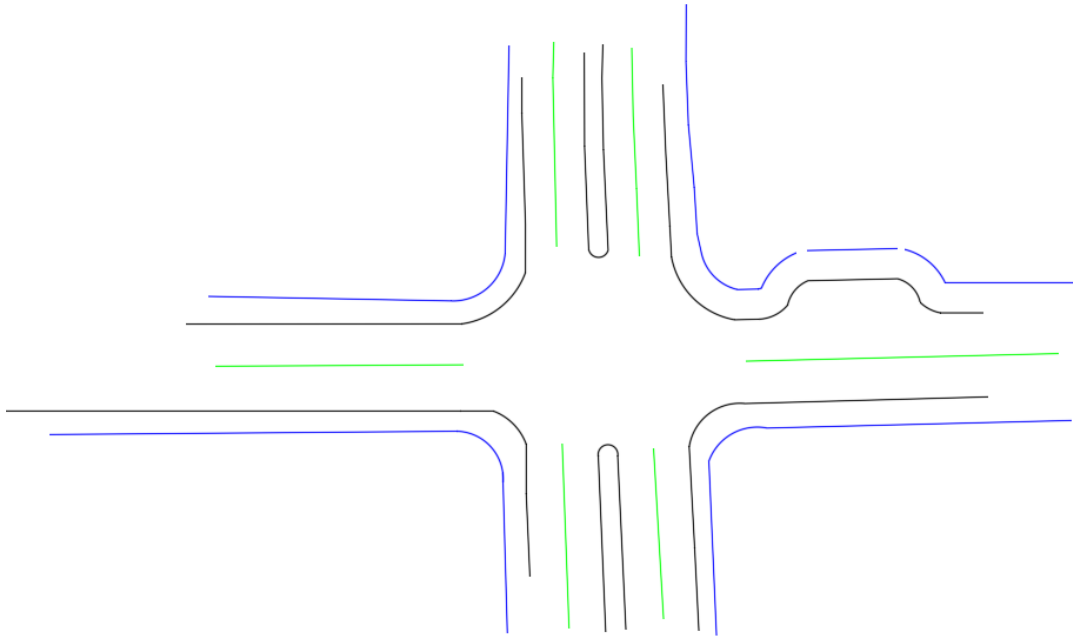


Ilustración 56. Plano vista planta señalización y giros.

Fuente: Autoría propia.



*Ilustración 57. Plano trazado calzada, vereda y bordillo.*

*Fuente: Autoría propia.*

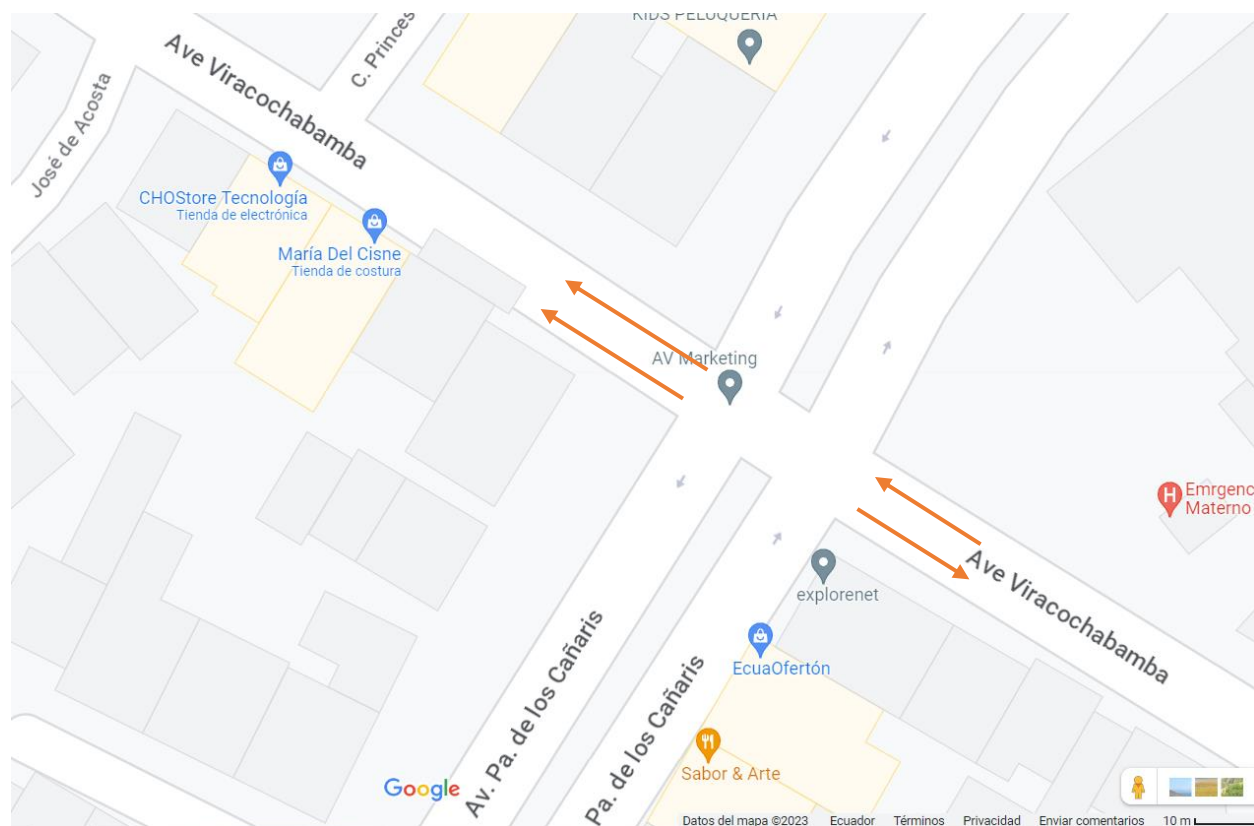


Ilustración 58. Dirección vial mediante solución integral

Fuente: Goole Maps.

Serie Temporal	Valor	Desviación Estándar	Unidades
Cola Media - Todo	123.63	23.42	veh
Cola Media - Coche	121.78	22.85	veh
Cola Media - Camión	1.43	0.61	veh
Cola Media - Bus	0.42	0.03	veh
Cola Virtual Máxima - Todo	206.8	39.58	veh
Cola Virtual Máxima - Coche	205.4	39.2	veh

Cola Virtual Máxima - Camión	2.8	0.45	veh
Cola Virtual Máxima - Bus	1	0	veh
Cola Virtual Media - Todo	139.52	33.86	veh
Cola Virtual Media - Coche	138.81	33.68	veh
Cola Virtual Media - Camión	0.7	0.25	veh
Cola Virtual Media - Bus	0.03	0.02	veh
Contaje de Entrada - Todo	4843	ND	veh
Contaje de Entrada - Coche	4759.8	ND	veh
Contaje de Entrada - Camión	58.2	ND	veh
Contaje de Entrada - Bus	25	ND	veh
Densidad - Todo	25.91	3.51	veh/km
Densidad - Coche	25.54	3.4	veh/km
Densidad - Camión	0.31	0.12	veh/km
Densidad - Bus	0.07	0	veh/km
Distancia Total de Viaje - Todo	2607.77	34.15	km
Distancia Total de Viaje - Coche	2583.08	35.95	km
Distancia Total de Viaje - Camión	20.85	4.01	km
Distancia Total de Viaje - Bus	3.83	0.2	km
Flujo - Todo	4789.6	67.08	veh/h
Flujo - Coche	4707.6	69.89	veh/h
Flujo - Camión	55.8	9.09	veh/h
Flujo - Bus	26.2	1.3	veh/h
Flujo de Entrada - Todo	4843	57	veh/h

Flujo de Entrada - Coche	4759.8	58.43	veh/h
Flujo de Entrada - Camión	58.2	6.22	veh/h
Flujo de Entrada - Bus	25	1.22	veh/h
Giros Perdidos - Todo	1.6	1.67	
Giros Perdidos - Coche	1.6	1.67	
Giros Perdidos - Camión	0	0	
Giros Perdidos - Bus	0	0	
Número de Cambios de Carril - Todo	591.15	8.68	#/km
Número de Cambios de Carril - Coche	587.24	8.34	#/km
Número de Cambios de Carril - Camión	3.9	1.2	#/km
Número de Cambios de Carril - Bus	0	0	#/km
Número de Paradas - Todo	0.55	0.03	#/veh/km
Número de Paradas - Coche	0.54	0.03	#/veh/km
Número de Paradas - Camión	0.58	0.07	#/veh/km
Número de Paradas - Bus	1.36	0.06	#/veh/km
Número Total de Cambios de Carril - Todo	4970.6	72.99	
Número Total de Cambios de Carril - Coche	4937.8	70.13	
Número Total de Cambios de Carril - Camión	32.8	10.11	
Número Total de Cambios de Carril - Bus	0	0	
Número Total de Paradas - Todo	22052.7	1331.76	
Número Total de Paradas - Coche	21480.6	1294.67	
Número Total de Paradas - Camión	273.25	66.64	

Número Total de Paradas - Bus	298.92	26.59	
Tiempo de Demora - Todo	204.23	23.01	seg/km
Tiempo de Demora - Coche	203.4	22.43	seg/km
Tiempo de Demora - Camión	253.83	81.28	seg/km
Tiempo de Demora - Bus	247.56	9.84	seg/km
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Todo	71.97	14.1	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Coche	72.75	14.21	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Camión	38.16	14.1	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Bus	3.92	2.95	sec
Tiempo de Parada - Todo	184	21.63	seg/km
Tiempo de Parada - Coche	183.3	21.07	seg/km
Tiempo de Parada - Camión	230.32	78.32	seg/km
Tiempo de Parada - Bus	211.08	7.58	seg/km
Tiempo de Viaje - Todo	289.55	23.06	seg/km
Tiempo de Viaje - Coche	287.39	22.51	seg/km
Tiempo de Viaje - Camión	345.76	81.2	seg/km
Tiempo de Viaje - Bus	558.95	12.33	seg/km
Tiempo Total de Viaje - Todo	206.58	21.17	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	203.83	20.53	h
Tiempo Total de Viaje - Camión	2.18	0.78	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	0.57	0.04	h
Vehículos Dentro - Todo	249.2	58.47	veh
Vehículos Dentro - Coche	245.2	57.82	veh

Vehículos Dentro - Camión	3.8	2.39	veh
Vehículos Dentro - Bus	0.2	0.45	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Todo	192.8	50.48	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Coche	191.6	50.17	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Camión	1.2	0.45	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Bus	0	0	veh
Vehículos Fuera - Todo	4789.6	67.08	veh
Vehículos Fuera - Coche	4707.6	69.89	veh
Vehículos Fuera - Camión	55.8	9.09	veh
Vehículos Fuera - Bus	26.2	1.3	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Todo	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Coche	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Camión	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Bus	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Todo	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Coche	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Camión	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Bus	0	0	veh
Velocidad - Todo	18.63	0.94	km/h
Velocidad - Coche	18.71	0.93	km/h
Velocidad - Camión	17.37	2.4	km/h
Velocidad - Bus	7.85	0.45	km/h
Velocidad Harmónica - Todo	12.43	0	km/h



Velocidad Harmónica - Coche	12.53	0	km/h
Velocidad Harmónica - Camión	10.41	0	km/h

Tabla 43. Resultados de modelación de la red vial 2023

Fuente: Autoría propia.

Serie Temporal	Valor	Desviación Estándar	Unidades
Cola Media - Todo	190.01	11.94	veh
Cola Media - Coche	186.37	11.05	veh
Cola Media - Camión	3.18	1.13	veh
Cola Media - Bus	0.47	0.03	veh
Cola Virtual Máxima - Todo	578.8	69.46	veh
Cola Virtual Máxima - Coche	570.2	68.87	veh
Cola Virtual Máxima - Camión	11.2	1.64	veh
Cola Virtual Máxima - Bus	1.6	0.55	veh
Cola Virtual Media - Todo	366.34	38.55	veh
Cola Virtual Media - Coche	361.08	37.21	veh
Cola Virtual Media - Camión	5.19	1.32	veh
Cola Virtual Media - Bus	0.2	0.16	veh
Contaje de Entrada - Todo	4915.4	ND	veh
Contaje de Entrada - Coche	4830	ND	veh
Contaje de Entrada - Camión	60.2	ND	veh
Contaje de Entrada - Bus	25.2	ND	veh

Densidad - Todo	39.69	1.83	veh/km
Densidad - Coche	38.99	1.66	veh/km
Densidad - Camión	0.63	0.2	veh/km
Densidad - Bus	0.08	0	veh/km
Distancia Total de Viaje - Todo	2406.97	32.38	km
Distancia Total de Viaje - Coche	2384.74	33.86	km
Distancia Total de Viaje - Camión	19.59	1.8	km
Distancia Total de Viaje - Bus	2.63	0.16	km
Flujo - Todo	4851.6	117.49	veh/h
Flujo - Coche	4767.8	118.68	veh/h
Flujo - Camión	57.8	2.95	veh/h
Flujo - Bus	26	1.58	veh/h
Flujo de Entrada - Todo	4915.4	88.82	veh/h
Flujo de Entrada - Coche	4830	92.49	veh/h
Flujo de Entrada - Camión	60.2	7.4	veh/h
Flujo de Entrada - Bus	25.2	1.64	veh/h
Giros Perdidos - Todo	1	0.71	
Giros Perdidos - Coche	1	0.71	
Giros Perdidos - Camión	0	0	
Giros Perdidos - Bus	0	0	
Número de Cambios de Carril - Todo	712.71	45.25	#/km
Número de Cambios de Carril - Coche	708.7	44.8	#/km
Número de Cambios de Carril - Camión	4.01	0.73	#/km

Número de Cambios de Carril - Bus	0	0	#/km
Número de Paradas - Todo	0.82	0.02	#/veh/km
Número de Paradas - Coche	0.81	0.02	#/veh/km
Número de Paradas - Camión	1.07	0.09	#/veh/km
Número de Paradas - Bus	2.14	0.06	#/veh/km
Número Total de Cambios de Carril - Todo	5257.6	333.77	
Número Total de Cambios de Carril - Coche	5228	330.51	
Número Total de Cambios de Carril - Camión	29.6	5.41	
Número Total de Cambios de Carril - Bus	0	0	
Número Total de Paradas - Todo	29186.8	817.72	
Número Total de Paradas - Coche	28321.1	818.27	
Número Total de Paradas - Camión	456.05	24.36	
Número Total de Paradas - Bus	409.62	26.13	
Tiempo de Demora - Todo	328.76	17.36	seg/km
Tiempo de Demora - Coche	323.94	17.8	seg/km
Tiempo de Demora - Camión	732.7	176.8	seg/km
Tiempo de Demora - Bus	315.44	32.83	seg/km
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Todo	178.37	17.81	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Coche	178.99	17.02	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Camión	196.3	99.68	sec
Tiempo de Espera en Cola Virtual - Bus	25.17	21.32	sec
Tiempo de Parada - Todo	301.25	16.72	seg/km

Tiempo de Parada - Coche	296.59	17.19	seg/km
Tiempo de Parada - Camión	697.48	175.99	seg/km
Tiempo de Parada - Bus	274.95	32.76	seg/km
Tiempo de Viaje - Todo	415.12	17.26	seg/km
Tiempo de Viaje - Coche	408.22	17.78	seg/km
Tiempo de Viaje - Camión	824.74	176.42	seg/km
Tiempo de Viaje - Bus	770.68	46.38	seg/km
Tiempo Total de Viaje - Todo	269.23	12.75	h
Tiempo Total de Viaje - Coche	264.91	12.77	h
Tiempo Total de Viaje - Camión	3.75	0.46	h
Tiempo Total de Viaje - Bus	0.56	0.04	h
Vehículos Dentro - Todo	319.6	41.62	veh
Vehículos Dentro - Coche	313.2	38.29	veh
Vehículos Dentro - Camión	5.6	3.85	veh
Vehículos Dentro - Bus	0.8	0.84	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Todo	571.4	69.22	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Coche	562.8	67.91	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Camión	8.2	3.42	veh
Vehículos Esperando para Entrar - Bus	0.4	0.55	veh
Vehículos Fuera - Todo	4851.6	117.49	veh
Vehículos Fuera - Coche	4767.8	118.68	veh
Vehículos Fuera - Camión	57.8	2.95	veh
Vehículos Fuera - Bus	26	1.58	veh

Vehículos Perdidos Dentro - Todo	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Coche	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Camión	0	0	veh
Vehículos Perdidos Dentro - Bus	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Todo	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Coche	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Camión	0	0	veh
Vehículos Perdidos Fuera - Bus	0	0	veh
Velocidad - Todo	14.11	0.45	km/h
Velocidad - Coche	14.21	0.45	km/h
Velocidad - Camión	9.79	1.16	km/h
Velocidad - Bus	5.51	0.36	km/h
Velocidad Harmónica - Todo	8.67	0	km/h
Velocidad Harmónica - Coche	8.82	0	km/h
Velocidad Harmónica - Camión	4.37	0	km/h

*Tabla 44. Resultados de modelación de la red vial 2043 con solución*

*Fuente: Autoría propia.*

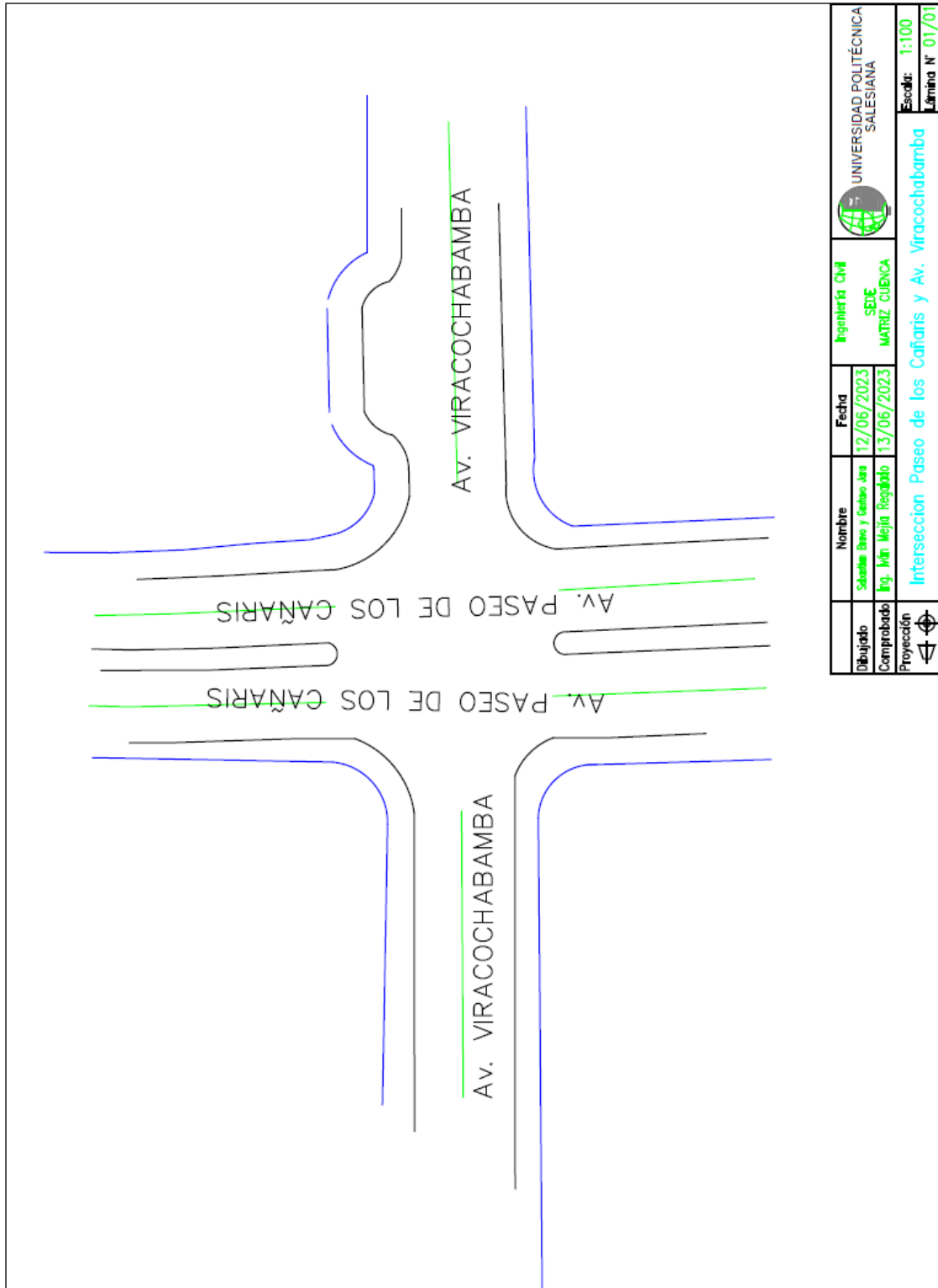


Ilustración 59. Plano geométrico intersección

Fuente: Autoría propia.

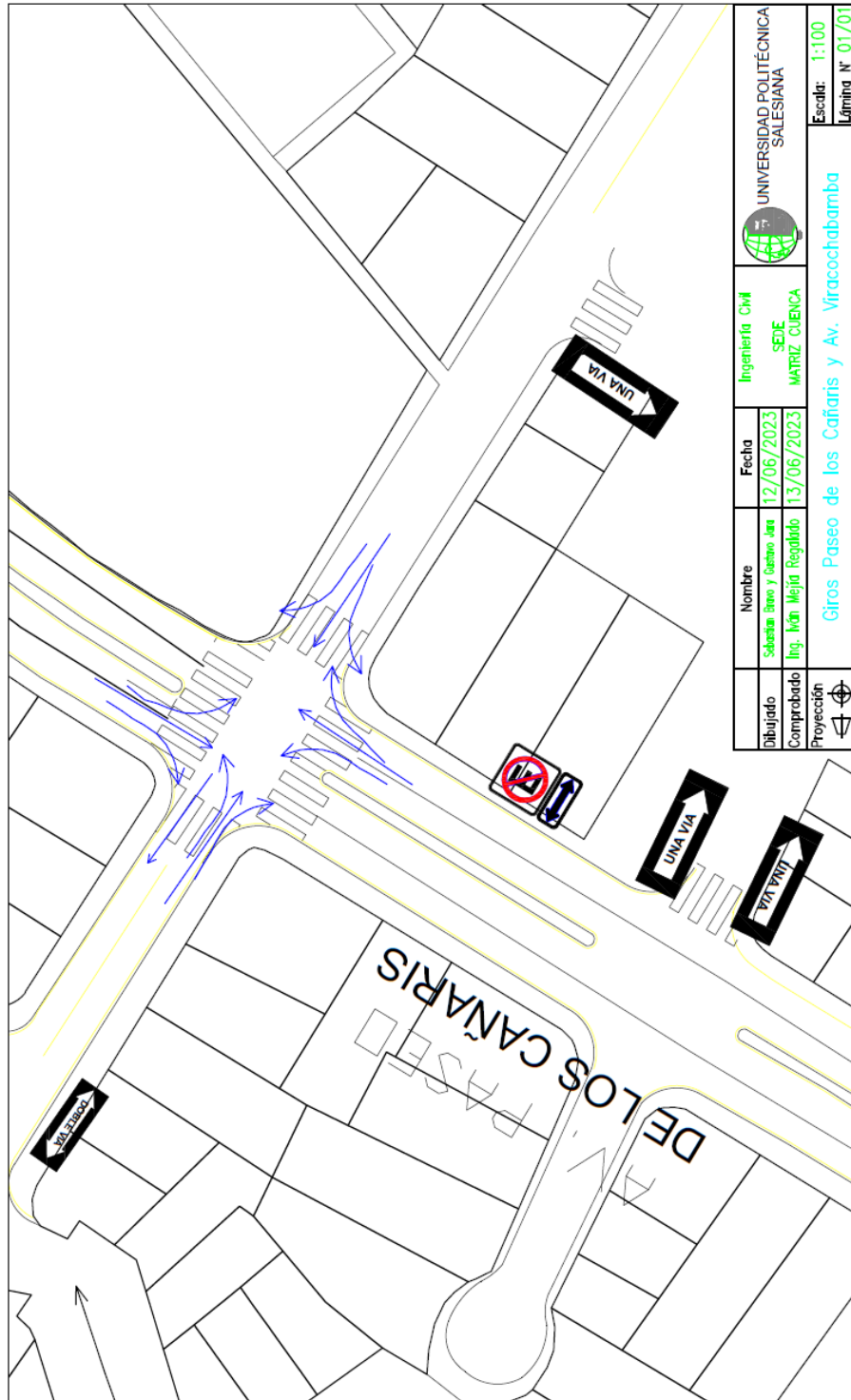


Ilustración 60. Plano giros en la intersección

Fuente: Autoría propia.

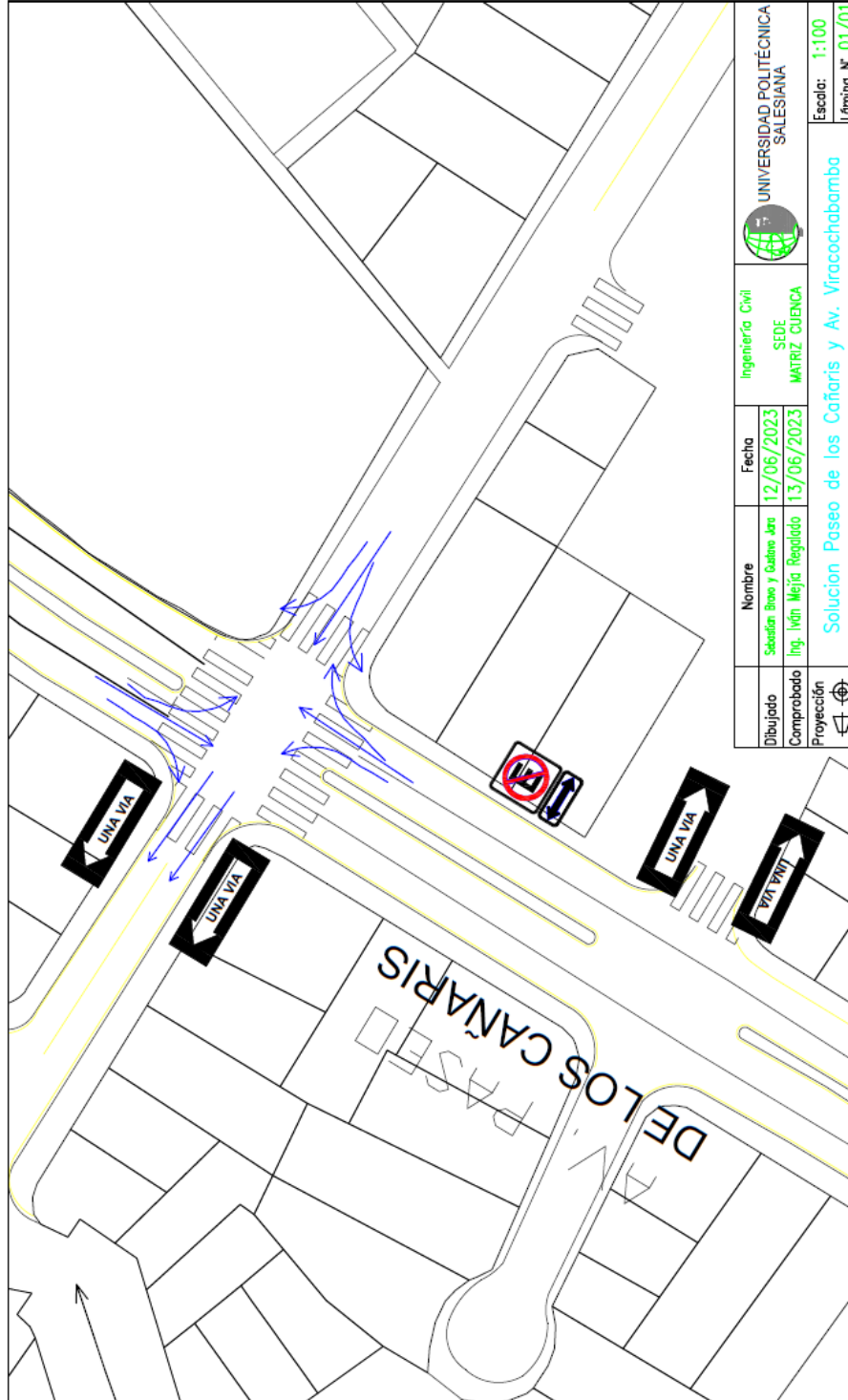


Ilustración 61. Plano alternativa de solución

Fuente: Autoría propia.