



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN INTEGRAL AL CONGESTIONAMIENTO
VEHICULAR QUE SE PRODUCE EN LA AV. 24 DE MAYO Y VÍA AL VALLE, DE LA
CIUDAD DE CUENCA.**

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

AUTORES: JONHATAN SEBASTIÁN CÓRDOVA JARA
DOUGLAS ARON TINOCO PERALTA
TUTOR: ING. IVÁN ALEJANDRO MEJÍA REGALADO, MSC.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jonhatan Sebastián Córdova Jara con documento de identificación N° 1727912667 y Douglas Aron Tinoco Peralta con documento de identificación N° 0106966377; 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, 13 de julio del 2023

Atentamente,



Jonhatan Sebastián Córdova Jara
1727912667



Douglas Aron Tinoco Peralta
0106966377

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

Nosotros, Jonhatan Sebastián Córdova Jara con documento de identificación N° 1727912667 y Douglas Aron Tinoco Peralta con documento de identificación N° 0106966377, 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 de investigación: “Análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular que se produce en la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca.”, 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, 13 de julio del 2023

Atentamente,

Jonhatan Sebastián Córdova Jara

1727912667

Douglas Aron Tinoco Peralta

0106966377

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: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN INTEGRAL AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR QUE SE PRODUCE EN LA AV. 24 DE MAYO Y VÍA AL VALLE, DE LA CIUDAD DE CUENCA., realizado por Jonhatan Sebastián Córdova Jara con documento de identificación N° 1727912667 y por Douglas Aron Tinoco Peralta con documento de identificación N° 0106966377, obteniendo como resultado final el proyecto de titulación bajo la opción de Proyecto de investigación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 13 de julio de 2023

Atentamente,



Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado, MSc.

0101883841

DEDICATORIA

A mis padres, Catalina y Fabián, por su gran apoyo y amor incondicional durante estos cinco años, por su ejemplo de trabajo duro que me apoyo siempre a cumplir mis metas.

A mis hermanos, Diego y Julián, por estar conmigo en los momentos que más los necesite.

A toda mi familia, por impulsarme a cumplir esta meta y siempre estar presentes a lo largo de este camino.

-Douglas Aron Tinoco Peralta

El siguiente proyecto va dedicado primeramente a mi madre Marcela, quien ha sido para mí la persona más importante de mi vida y gracias a su apoyo me ayudo a culminar esta meta, ya que a pesar de lo difícil que fue el camino y los tropiezos que hemos llegado a tener a lo largo de nuestra vida ella siempre fue el pilar fundamental para alcanzar mi desarrollo profesional y personal, este logro es gracias a mi madre.

A mis hermanos quienes han sido mi fuente de perseverancia y moral por su cariño y la gran confianza que han depositado en mí a lo largo de todo este trayecto.

A mis abuelos, Cesar e Isabel, quienes depositaron toda su fe en mí y nunca me desampararon desde el primer día en el que empezó esta carrera a pesar de las dificultades que pudieron presentarse a lo largo de todo el camino.

-Jonhatan Sebastián Córdova Jara

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía a lo largo de toda mi vida

A mi tutor de Tesis, el Ingeniero Iván Mejía Regalado, por su apoyo y guía en este trabajo.

A todos los docentes que conocí en la universidad, que sembraron en mí el conocimiento, pasión y amor por esta carrera.

-Douglas Aron Tinoco Peralta

Agradezco a mi madre por depositar toda su confianza en mí y que sin sus consejos y regaños no habría llegado hasta este punto de mi vida, gracias por enseñarme a nunca darme por vencido y a luchar por lo que quiero, sé que siempre estarás para apoyarme en cualquier decisión que tome y espero que este sea el primero de muchos logros de los cuales puedas sentirte orgullosa.

A nuestro director de tesis Ing. Iván Alejandro Mejía Regalado. MSc por guiarnos con todo su conocimiento a la culminación de este proyecto.

A mis profesores por impartirme los conocimientos necesarios para poder resolver de manera correcta todos aquellos inconvenientes que pudieron haberse presentado a lo largo de todo mi camino universitario.

A mis amigos y todos quienes supieron estar de mi lado a lo largo de todo este trayecto.

A mi novia, Andrea ya que ha sido un gran apoyo e inspiración para mí a lo largo de todo nuestro periodo juntos, tanto en nuestra vida universitaria como personal y me ha sabido brindar su ayuda y tiempo sin esperar nada a cambio para lograr la culminación de este proyecto.

-Jonhatan Sebastián Córdova Jara

RESUMEN

La presente investigación comprende el estudio del tránsito vial en la intersección entre las calles Avenida 24 de Mayo y Vía al Valle, al sureste de la ciudad de Cuenca, y una propuesta de solución integral para la congestión vehicular generada en dicha intersección, aplicando métodos de ingeniería de tránsito, civil y vial; además de la determinación de niveles de servicio, actual y futuro. Para el análisis de este fenómeno es necesario conocer las causas, siendo una de ellas principalmente la elevada cantidad de vehículos que forman largas colas para poder cruzar por la intersección, desencadenando consecuencias como: el tiempo perdido y el nivel de servicio bajo en el cruce. El interés de realizar este trabajo es aplicar conceptos integrales de ingeniería vial y de transporte, mediante la recopilación de información en campo, su correspondiente procesamiento y brindar una alternativa de solución viable y funcionalmente estable con el uso del software Aimsun, en el periodo de análisis, el cual consiste de 20 años a futuro. Los resultados obtenidos en el estudio actual evidencian la mejora de los niveles de servicio mediante una intervención geométrica cuyo objetivo radica principalmente en la mejora del flujo vehicular en la zona de estudio.

Palabras clave: Tráfico, Vialidad, Transporte, Congestionamiento Vehicular, Nivel de servicio.

ABSTRACT

This research includes the study of road traffic at the intersection between 24 de Mayo Avenue and Via al Valle, southeast of the city of Cuenca, and a proposal for a comprehensive solution to the traffic congestion generated at this intersection, applying methods of traffic, civil and road engineering, as well as the determination of current and future levels of service. For the analysis of this phenomenon it is necessary to know the causes, being one of them mainly the high number of vehicles that form long queues to cross the intersection, triggering consequences such as: lost time and low level of service at the intersection. The interest of this work is to apply integral concepts of road and transportation engineering, through the collection of information in the field, its corresponding processing and to provide a viable and functionally stable alternative solution with the use of Aimsun software, in the analysis period, which consists of 20 years in the future. The results obtained in the current study show the improvement of the levels of service through a geometric intervention whose objective is mainly to improve the vehicular flow in the study area.

Keywords: Traffic, Roads, Transportation, Vehicular Congestion, Level of service.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA.....	ii
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Problema de Estudio.....	1
1.2.1 Antecedentes.....	2
1.2.2 Importancia y Alcance.....	4
1.2.3 Delimitación.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Congestionamiento vehicular.....	6
2.2 Planificación vial y planeamiento	6
2.2.1 Redes urbanas	7
2.2.2 Etapas de la planificación viaria para redes urbanas.....	7
2.3 Capacidad vial.....	8
2.4. Nivel de servicio	8
2.4.1 Nivel de servicio A.	9
2.4.2 Nivel de servicio B.....	9
2.4.3 Nivel de servicio C.....	9
2.4.4 Nivel de servicio D	9
2.4.5 Nivel de servicio E.....	9
2.4.5 Nivel de servicio F	10
2.5 Elementos que generan fenómenos de tránsito.	10
2.5.1 Diferentes tipos de automóviles en la misma carretera.....	10

2.5.2 Tráfico en condiciones irregulares	10
2.5.3 Mala regularización vial.....	10
2.5.4 Desestimación de la necesidad vehicular	11
2.5.3 Inexistencia de planes de intervención por parte del gobierno y usuarios.	11
2.6 Corredores.....	11
2.7 Intersecciones.....	12
2.8 Señalización en intersecciones.....	13
2.9 Volúmenes de tránsito.....	14
2.10 Semáforos	14
2.10.1 Ventajas y desventajas de los semáforos	15
2.11 Software Aimsun	16
2.12 Métodos de predicción y problemas de aplicación local	16
CAPÍTULO III.....	18
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	18
3.1 Metodología	18
3.2 Ubicación	19
3.3 Área de estudio	19
3.4 Infraestructura actual	20
3.5 Tráfico vehicular en la intersección	21
3.6 Ubicación de las estaciones.....	21
3.7 Conteo.....	22
3.8 Tabulación de información recopilada.....	23
3.8.1 Ingreso de datos.....	23
3.8.2 Resumen horario de tráfico	23
3.8.3 Resumen de giros en la intersección	27
CAPÍTULO IV	29
CÁLCULOS	29
4.1 Introducción	29
4.2 Cálculo de factores.....	30
4.2.1 Factor horario	30
4.2.2 Factor diario	30
4.2.3 Factor semanal.....	31
4.2.4 Factor mensual.....	32
4.3 Cálculo del TPDA.....	32
4.4 Proyecciones de tráfico	34
4.4.1 Tasas de crecimiento vehicular	34

4.4.1.1 Modelo Logístico	34
4.4.1.2 Tabla de tasas de crecimiento vehicular.....	37
4.4.2 Proyecciones del TPDA para el periodo de diseño	38
CAPÍTULO V.....	41
SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO	41
5.1 Introducción	41
5.2 Datos necesarios para realizar la simulación en el software Aimsun Tm	41
5.3 Simulaciones de tráfico con el estado actual de la intersección, año 2023.....	51
5.4 Simulaciones de tráfico con el estado actual de la intersección, año 2043.....	53
5.5 Simulaciones de tráfico con la propuesta de solución, año 2043.....	54
5.5.1 Propuesta.....	54
5.5.2 Resultados de solución propuesta.....	56
CAPÍTULO VI.....	57
ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
6.1 Introducción	57
6.2 Análisis de la alternativa propuesta	58
6.3 Diseño geométrico	58
CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	59
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modalidad del transporte según el destino.....	4
Tabla 2. Niveles de servicio para segmentos básicos de vías	8
Tabla 3. Volúmenes de tránsito o totales	14
Tabla 4. Formato de posibles giros en cada estación	23
Tabla 5. Conteo de la Estación E1 en periodos de 15 minutos, día viernes 02 de diciembre de 2022 .	23
Tabla 6. Resumen horario del conteo de la Estación E1, día viernes 02 de diciembre de 2022	25
Tabla 7. Resumen horario del conteo de la Estación E2, día viernes 02 de diciembre de 2022	25
Tabla 8. Resumen horario del conteo de la Estación E3, día viernes 02 de diciembre de 2022	26
Tabla 9 . Resumen horario del conteo de la Estación E4, día viernes 02 de diciembre de 2022	26
Tabla 10. Resumen de giros de las 24 horas	27
Tabla 11. Resumen de giros de las 24 horas (en porcentajes).....	27

Tabla 12. Resumen de giros en la hora pico	27
Tabla 13. Resumen de giros en la hora pico (en porcentajes).....	28
Tabla 14. Datos en función de la hora pico de la intersección (semanal)	29
Tabla 15. Resumen del afóro vehicular de la semana por horas	30
Tabla 16. Factores semanales en función de los meses del año	31
Tabla 17. Consumo de combustibles en Ecuador, 2021.....	32
Tabla 18. Resumen del tráfico observado HORA PICO.....	33
Tabla 19. Resumen de los factores para todos los días de la semana de conteo	33
Tabla 20. Proyección de vehiculos, modelo logístico.....	35
Tabla 21. Tasas de crecimiento vehicular cada 5 años	38
Tabla 22. Proyecciones del TPDA cada cinco años correspondiente al conteo de 24 horas	38
Tabla 23. Proyecciones del TPDA cada cinco años correspondiente a la hora pico.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características de la redes urbanas.....	7
Figura 2. Tipos de intersecciones	12
Figura 3. Esquema del funcionamiento de una intersección con semáforos.....	15
Figura 4. Mapa conceptual de la metodología aplicada para la propuesta de solución al conestionamiento vehicular en la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca	18
Figura 5. Ubicación del área de estudio.....	19
Figura 6. Flujo en la intersección de estudio	19
Figura 7. Secciones y geometría de la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía a El Valle	20
Figura 8. Ubicación de las 4 estaciones de conteo.....	21
Figura 9. Ubicación de las cámaras de video.....	22
Figura 10. Ubicación de las cámaras de video, vista aérea.....	22
Figura 11. Clasificación según el tipo de vehículo	23
Figura 12. Resumen del afóro vehicular por horas	31
Figura 13. Zona horaria a ingresar en software Aimsun TM	41
Figura 14. Entradas dinámicas del software Aimsun TM	42
Figura 15. Configuración de parámetros en software Aimsun TM	43
Figura 16. Ingreso del plan de control maestro en software Aimsun TM	43
Figura 17. Ciclos semafóricos a ingresar en software Aimsun TM	44
Figura 18. Ingreso de flujo vehicular al software Aimsun TM	45
Figura 19. Clasificación de vehículos en función de porcentajes de giro de E2 en software Aimsun TM	45
Figura 20. Clasificación de vehículos en función de porcentajes de giro de E1 en software Aimsun TM	46
Figura 21. Clasificación de vehículos en función de porcentajes de giro de E3 en software Aimsun TM	46
Figura 22. Ingreso de datos de demanda para camiones en software Aimsun TM	47
Figura 23. Plan de transporte público ingresado en software Aimsun TM	47
Figura 24. Paradas de buse segregadas y no segregadas modeladas en software Aimsun TM	48
Figura 25. Intervalos de tiempo entre salidas de buses modeladas en software Aimsun TM	49
Figura 26. Detectores de control de vehículos modelados en software Aimsun TM	49
Figura 27. Vista general de los detectores de vehículos ubicados en la intersección modelaso en software Aimsun TM	50
Figura 28. Condiciones de nivel de servicio modelados en software Aimsun TM	50
Figura 29. Vista panorámica 2D y 3D de los resultados obtenidos en software Aimsun TM	51
Figura 30. Vista 3D de la simulación en perspectiva de un automóvil situado en la zona de análisis modelado en software Aimsun TM	52
Figura 31. Niveles de servicio en la intersección para el año 2023 (Estado actual de la geometría).....	53
Figura 32. Niveles de servicio en la intersección para el año 2043 (Estado actual de la geometría).....	53
Figura 33. Vista de la alternativa de incremento de un carril en Av. 24 de Mayo.....	54

Figura 34. Vista de la alternativa de incremento de un carril desde la Av. 24 de Mayo hacia la Vía a El Valle	55
Figura 35. Vista de la alternativa de incremento de un carril desde la Vía a El Valle hacia el Puente Max Uhle	56
Figura 36. Niveles de servicio en la intersección para el año 2043 (Propuesta de solución)	57
Figura 37. Diseño geométrico de la alternativa propuesta	58
Figura 38. Cronograma de ejecución de obra para la alternativa propuesta	59
Figura 39. Presupuesto de ejecución de obra para la alternativa propuesta	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Conteo de tráfico: Intersección 1, estación 1	66
Anexo 2. Conteo de tráfico: Intersección 1, estación 2	68
Anexo 3. Conteo de tráfico: Intersección 1, estación 3	69
Anexo 4. Conteo de tráfico: Intersección 1, estación 4	70
Anexo 5. Resumen de conteo total de la intersección	72
Anexo 6. Hojas de clasificación manual de datos de conteo obtenidos	73
Anexo 7. Levantamiento de información topográfica mediante RTK	76
Anexo 8. Equipos utilizados para realizar levantamientos topográficos	77
Anexo 9. Análisis de Precios Unitarios (APU's)	80
Anexo 10. Planos del levantamiento topográfico e intervención geométrica de la Av. 24 de Mayo y Camino al Valle	102

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Introducción

El presente estudio se refiere al análisis y propuesta a solución al tráfico vehicular generado al sur de la ciudad de Cuenca, Ecuador, concretamente entre las calles Avenida 24 de mayo y Vía al Valle. El tema de análisis es el del tráfico vehicular, el fenómeno del tráfico o congestión vehicular se puede definir como el excesivo flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

Dicha intersección presenta la característica de permitir el cruce de dos caminos. En el sentido Suroeste a Noreste la Av. 24 de Mayo y dirección Noreste a Este la vía a El Valle. Además, dichas vías son de suma importancia dentro de la zona urbana de la ciudad ya que permiten el acceso con las parroquias de El Valle, Santa Ana y Quingeo y de los cantones de Gualaceo, Sigüig y Chordeleg, además de la incorporación al Colegio Manuela Garaicoa de Calderón.

El interés de realizar el presente trabajo es aplicar conceptos integrales de ingeniería en transportes, vialidad y civil, mediante el levantamiento de información en campo, su correspondiente procesamiento y proporcionar una alternativa de solución viable y funcionalmente estable, cumpliendo con un nivel de servicio satisfactorio en la intersección en el periodo de análisis de la investigación el cual es 20 años. Entendiéndose como nivel de servicio un parámetro cualitativo para describir las condiciones del flujo vehicular (Mejía, 2017).

Para realizar el análisis de la problemática planteada es necesario conocer las causas, siendo principalmente una de ellas el alto número de vehículos que forman una larga fila con la finalidad de cruzar por la intersección, entre otras causas tenemos: los tiempos perdidos y el nivel de servicio en el cruce.

1.2 Problema de Estudio

El congestionamiento vehicular (tráfico) es un problema de desplazamiento vehicular presente en las grandes urbes (Solís et al, 2022). Este problema se ha ido intensificando a lo largo del tiempo en la ciudad de Cuenca debido a la deficiente planificación de movilidad y falta de políticas en la misma por parte del GAD Municipal de la Ciudad de Cuenca. Las largas colas de automóviles se deben a factores como: crecimiento poblacional, demanda de transporte, creación de centros de estudio, incorporación de empresas, entre otros. Cada uno de estos causales provoca que los vehículos avancen lenta e irregularmente. Por consecuencia, a muchas de las familias de la ciudad se les presenta molestias e inconvenientes al momento de dirigirse hacia sus destinos (Guofa et al, 2020).

La congestión se debe principalmente al uso desmedido del automóvil. Uno de los principales motivos por los que los usuarios optan por hacer uso del vehículo es la comodidad y confort al momento de dirigirse hacia su destino. Hoy en día resulta difícil movilizarse por la ciudad de Cuenca sin hacer uso de este medio de transporte; sin embargo, dicha acción podría ser la causante de generar la problemática del asunto debido al porcentaje de uso que demandan las distintas actividades del día a día como se expone en la Tabla 1. En consecuencia, las personas cada vez se ven en la necesidad de adquirir un automóvil para poder desplazarse. Además, el uso excesivo del automóvil genera daños sobre los pavimentos, provocando una experiencia costosa e inconfortable de tránsito para el vehículo y el usuario (Raffaniello et al, 2022).

La condición deteriorada de las vías apoya a la congestión. Al dar un paseo por la ciudad se puede notar la necesidad de una intervención por parte de la municipalidad o entidades encargadas en varias de las calles de la urbe. Esta observación indica que muchas de las vías ya han cumplido su vida útil en función del deterioro que se presenta en las mismas y los usuarios optan por rutas alternas para llegar a su destino. En vista de dichos factores podemos concluir que “un inadecuado diseño o mantenimiento de la vialidad es causa de una congestión innecesaria” (Muhammad et al, 2022).

En vista de todo lo planteado previamente, se propone realizar un análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular producido en la Av. 24 de mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Puesto que, se puede evidenciar gran acumulación de vehículos en horas pico los cuales a su vez desencadenan tiempos de espera muy alargados al momento de transitar por la intersección tanto en el trayecto de la Av. 24 de Mayo hacia el Hospital del IESS y de la Av. 24 de Mayo hacia el Camino a El Valle. También, esta intersección es un acceso a la ciudad de Cuenca para una gran cantidad de vehículos precedentes de las parroquias El Valle, Santa Ana, Quingeo y de los cantones de Gualaceo, Sigsig y Chordeleg, por lo cual, se genera un congestionamiento en distintos horarios del día, los cuales son ocupados por los usuarios para dirigirse a sus trabajos, centros educativos y de regreso a sus hogares. De ahí que, se ve necesaria la aplicación de conceptos de ingeniería de transportes y vialidad para la obtención de datos reales en campo, su procesamiento y posterior evaluación con la finalidad de mejorar el nivel de servicio, comprobar su eficiencia y correcto funcionamiento a través de una simulación mediante el Software AimsunTM (Pratelli et al, 2021).

1.2.1 Antecedentes

Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca, también conocida como la Atenas del Ecuador, ubicada en un valle interandino de la Sierra austral ecuatoriana y es la capital de la provincia del Azuay.

Según datos provenientes del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la población de Cuenca para el año 2022 es aproximadamente de 640 000 habitantes. Cabe mencionar que este dato fue obtenido a partir de una proyección realizada a partir del año 2010, debido a que, en el año 2020 el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC tenía como objetivo realizar un nuevo censo poblacional a nivel nacional. Sin embargo, dicho aforo poblacional no se pudo efectuar debido a la emergencia sanitaria suscitada en el año 2019 generada por el virus SARS-CoV-2 (OMS, 2023). Además, al momento de realizar el presente estudio no se exponen los resultados del censo realizado para el año 2022, debido a que solo se cuenta con las proyecciones hechas por el INEC para el año actual (INEC, 2023).

En otro ámbito importante, se exhibe el parque automotor de la ciudad, de acuerdo a los datos provenientes de la empresa EMOV, en el año 2011 se cuenta un valor de 79 424 automóviles registrados y para el año 2021 un número de vehículos matriculados en la ciudad de Cuenca de 95 632, presentándose un crecimiento progresivo del 20.41% durante esos 10 años. Sin embargo, este número aumenta teniendo en cuenta que otros cantones de la provincia son usados para la matriculación vehicular de automotores provenientes de Cuenca.

Tomando como fuente la información proporcionada por el Plan de Movilidad y Espacios Públicos (PMEP), la red viaria de la ciudad de Cuenca se compone de 4 590,25 Km de los cuales 3 493,25 km pertenecen al viario urbano y los 1 097,00 km restantes corresponden al viario urbano (Municipalidad de Cuenca, 2015).

Según (Mejía, 2017) el número total de vehículos que ingresan a la intersección es de 25 269 en 24 horas. Luego, se define que 3 021 automóviles circulan por la zona de estudio en la hora de mayor demanda (18H30 a 19H30). Además, cabe mencionar que no existe circulación de peatones o la misma es bastante escasa porque las paradas de buses están ubicadas en puntos alejados de la intersección, por lo cual, provoca un innecesario flujo de personas por la intersección. También, los pasos cebra para el cruce de individuos se encuentran localizados en acceso a la Unidad Educativa Manuela Garaicoa de Calderón, las viviendas al Oeste de la Av. 24 de Mayo hacen uso de la vereda Sur para su ingreso y en la zona Norte utilizan la caminera marginal del Río Yanuncay, provocando que no exista cruce de transeúntes en la intersección de estudio.

Se estimó que en el año 2016 el tráfico promedio diario anual (TPDA) de esta intersección es de 25 269 vehículos/día, dando así un total de 9 248 454 vehículos al año. De ahí que, El nivel de servicio en el año de estudio, para la zona de análisis, es de B. También, se proyectó que para el año 2021 el TPDA de la intersección es de 29 650 automóviles con tasas de crecimiento para vehículos livianos, buses y camiones de: 3.32%, 2.25% y 2.25% respectivamente (Mejía, 2017).

En base a los resultados de simulación de (Mejía, 2017) se estima que para el año 2021 el nivel de servicio en la intersección disminuya a C y para el año 2026 a F. De ahí que, podemos concluir que la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle llegaría a su colapso en el 2026, por lo cual llega a ser necesario la realización de un estudio que determine la intervención necesaria para mejorar la capacidad y niveles de servicio en la zona de estudio

1.2.2 Importancia y Alcance

El presente estudio y su importancia se basan en los problemas de saturación vehicular que se presentan y se presentaran a futuro, más aún si no se toman medidas de mitigación a esta problemática, incluso puede llegar a afectar la economía como la comodidad el uso de la carretera.

Este trabajo se enfocará principalmente en brindar una solución viable al problema de congestión en la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía a El Valle, optimizando la gestión del transporte y ofreciendo un adecuado estado funcional de la intersección hasta un periodo de diseño de 20 años en el futuro al año de realizado este trabajo.

1.2.3 Delimitación

Este estudio será aplicado en la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía a El Valle, ubicada al oeste del Colegio Manuela Garaicoa de Calderón, en el sureste de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay.

1.3 Justificación

El congestionamiento vehicular ha venido aumentando en todas las urbes alrededor del mundo y se predice este problema seguirá creciendo, por lo que conllevará diversos problemas a futuro, tales como: empeorar la calidad de vida de los usuarios viales, afectar la economía de la ciudad de Cuenca, incrementar el número de accidentes y reducir las demoras y niveles de servicio, afectando paralelamente al medio ambiente por el incremento del uso de combustibles.

Alrededor de la ciudad de Cuenca, cada vez es más común observar un flujo elevado de vehículos, los cuales seguidamente saturan las vías tanto principales como secundarias, y a su vez las intersecciones o nodos que estas componen, en la siguiente figura se observa la distribución del tipo de movilidad en Cuenca:

Tabla 1.

Modalidad del transporte según el destino.

FORMA DE MOVILIDAD RESPECTO AL DESTINO (PORCENTAJES)						
DESTINO	CAMINANDO	COMO CICLISTA	EN AUTO	EN BUS	EN TAXI	TOTAL
A trabajar	18%	1%	43%	36%	1%	100%
A estudiar	12%	5%	25%	57%	1%	100%
De compras	11%	1%	41%	42%	6%	100%
Ocio	31%	8%	32%	25%	4%	100%
Al Centro Histórico	17%	1%	33%	45%	3%	100%
A las afueras	1%	0,3%	49%	47%	3%	100%

Fuente: (Municipalidad de Cuenca, 2015)

Además del constante incremento del uso de automotores, la congestión vehicular aumenta en función de los límites de la geometría existente de la intersección, influyendo en esta el estado en el que se encuentra; sin embargo, otros factores que se suelen omitir es la manera de conducir de los usuarios y las faltas que estos cometen respecto a las señales de tránsito e incluso la ausencia de estas.

La intersección de estudio es de suma importancia ya que es una de las zonas de ingreso a la ciudad, desde Gualaceo, Sigsig y Chordeleg, pero especialmente de tráfico proveniente de las parroquias El Valle, Quingeo y Santa Ana, que concurren por la intersección todos los días de la semana durante las 24 horas del día. También, forma parte del corredor de la Av. 24 de Mayo por donde se movilizan los vehículos del Sureste al Noreste de la ciudad de Cuenca, por lo cual, es una zona de alta demanda vehicular teniendo en cuenta que los usuarios que transitan por esta intersección lo hacen con el objetivo de llegar a sus trabajos, centros educativos e ir de regreso a sus hogares.

Como se pudo evidenciar en los resultados obtenidos de (Mejía, 2017) el no realizar una intervención oportuna en la intersección de la Av.24 de Mayo y Vía al Valle generara problemas como: Tiempos de viaje largos, contaminación ambiental, contaminación sonora, estrés por parte de los usuarios, entre otros.

Es por estos motivos que se ve la necesidad de brindar una solución al congestionamiento de automotores de esta intersección.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer una solución viable e integral para el congestionamiento vehicular de la intersección entre las calles Av. 24 de mayo y Camino a El Valle con la finalidad de mejorar el nivel de servicio en la zona de estudio.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las causas y efectos del congestionamiento vehicular en la intersección.

- Estimar el nivel de servicio de la intersección cuyo propósito está centrado en las condiciones de operación de un flujo vehicular.
- Plantear una alternativa de intervención para reducir las demoras de tráfico.
- Presentar las posibles soluciones al fenómeno de congestión de tránsito en la intersección examinada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Congestionamiento vehicular

La principal causa del crecimiento del tráfico dentro de una urbe es el aumento del parque automotor en circulación (Velásquez, 2021). Debido a esto, las vías urbanas se encuentran sobrepasando su capacidad inicial de diseño y su nivel de servicio inicial. Además, El congestionamiento en las carreteras causado por esta problemática se produce al momento en el cual sobrepasan su capacidad vial. Según Cal y Mayor & Cárdenas: Uno de los principales indicadores de este fenómeno empieza es la deficiencia del flujo vehicular por pérdida de velocidades (2018, pág. 362). El correcto funcionamiento de una red de vías se basa en un conjunto de guías y normativas para asegurar su moderado y eficaz desarrollo (Bañón & Beviá, 2000).

Las demoras en flujo estable del tráfico generalmente son causadas por los mismos mecanismos destinados al control de la intersección. Los semáforos y señales de pare y ceda el paso pueden llegar a generar tardanza durante un viaje de origen – destino. Así mismo, se pueden llegar a producir los denominados “cuellos de botella” los cuales generan demoras periódicas que ocurren generalmente durante las mismas horas del día (hora pico). Además, pueden ocurrir siniestros de tránsito o cierres casuales de un carril o de la vía, este tipo de altercados se denominan demoras no periódicas.

2.2 Planificación vial y planeamiento

La planificación vial dicta una serie de instrucciones primordiales a las cuales se debe someter un conjunto de carreteras para satisfacer correctamente la función a la cual está destinada. También, dichos estudios deberán contener una serie de acciones para la intervención en el camino cuando este haya cumplido una vida útil estimada al momento de la realización de su diseño. Se deberá tener en cuenta a lo largo de la preparación los recursos fundamentales destinados para la realización del objetivo. Una correcta organización viaria dará prioridad y sintetizará los medios necesarios para

satisfacer la necesidad actual, generando un bajo efecto tanto ambiental, social y económico. Además, alcanzar estos objetivos correctamente tendría como consecuencias: impulsar el desarrollo de ciertos sectores turísticos o industriales, ayudar a la conectividad entre zonas aledañas y contribuir al correcto cumplimiento de la ley.

El planeamiento engloba todos los parámetros analizados durante la planificación precisando la estructura a la cual estará destinada la red de carreteras (Bañón & Beviá, 2000).

2.2.1 Redes urbanas

Este tipo de vías se encuentran restringidas por el espacio aledaño y se encuentran conformadas por calles que posibilitan el tránsito de automóviles y transeúntes. También, en esta categoría de red priman las intersecciones. Además, los viajes realizados por sus usuarios usualmente suelen ser cortos. Sus características se ven expuestas a continuación:

Figura 1

Características de las redes urbanas.

Redes urbanas
<ul style="list-style-type: none">- Condicionadas por el espacio- Dos tipos de circulación: peatonal y de vehículos- Abundancia de intersecciones, generalmente a nivel- Multitud de accesos desde el exterior- Redes de corta distancia

Nota. Las características presentes en la imagen son expuestas para redes viales urbanas. Fuente: Bañón & Beviá (2000)

2.2.2 Etapas de la planificación viaria para redes urbanas

- a) Estudio del entorno actual, llevando a cabo una categorización del estado presente de la vía.
- b) Estudio del entorno futuro, determinando a través de medios logísticos el comportamiento a lo largo del tiempo de la carretera y estableciendo soluciones probables para que continúe con su correcto funcionamiento.
- c) Alternativas viables, en base a los resultados generados por los medios logísticos para lograr la finalidad destinada para la calzada.
- d) Elección de la alternativa realizable, explicando los medios necesarios.
- e) Aplicación en campo de la mejor opción, a través de una simulación en software con el objetivo de evidenciar el comportamiento esperado.

2.3 Capacidad vial

Mide la eficacia que puede prestar una vía ante una demanda de tránsito actual o futura. Además, representa la cantidad máxima de automóviles que están destinados a cruzar una intersección en un determinado periodo de tiempo ante las condiciones geométricas, de tránsito, del medio ambiente y de regulación existentes (artefactos de control). El transcurso de tiempo que normalmente se utiliza en los análisis de capacidad es de 15 minutos, en vista de que es el intervalo más pequeño a partir del cual se puede manifestar un flujo estable. Luego, el volumen en 15 minutos se transforma en una tasa de tráfico horaria, por lo tanto, la capacidad vial es la tasa máxima de tránsito horario (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

Un sistema de vía urbanas puede clasificarse como caminos de circulación discontinua. Este tipo de calzadas se caracteriza por estar conformados de elementos que generan atascos en el correcto funcionamiento del tránsito, independientemente de su volumen vehicular. Entonces, los componentes que generan dichas interrupciones en este tipo de carreteras son: semáforos, intersecciones con prioridad de paso, señales de pare y ceda el paso, entre otros.

En base a lo expuesto anteriormente se puede concluir que, la razón principal de analizar la capacidad de una vía se basa en identificar la cantidad máxima de vehículos y personas que atraviesan por una determinada intersección en un periodo de tiempo establecido (por lo general 1 hora); además, en base a este análisis se determina el nivel de servicio de la calzada.

2.4. Nivel de servicio

El nivel de servicio de una bifurcación con semáforos nos permite saber su comportamiento mediante las demoras y cuanta capacidad extra está disponible para manejar las fluctuaciones e incidente de tráfico. Pues, se obtiene transformado el nivel de retardo de la intersección total y pasándolo a una escala que va desde A hasta F, siendo A un flujo excelente y F un flujo intransitable. Esto se logra a través de simulaciones en software mediante los datos de la relación volumen/capacidad (Transportation Research Board, 2010).

Tabla 2.

Niveles de servicio para segmentos básicos de vías

Nivel de servicio	Demora por control (segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	$> 10 - 20$
C	$> 20 - 35$
D	$> 35 - 55$

E	> 55 - 80
F	> 80

Nota. Se presentan los diferentes niveles de servicio en base a sus demoras (seg/veh). Fuente: TRB. (Highway Capacity Manual, 2010)

A continuación, se detallan cada uno de los niveles de servicio expuestos previamente según (Transportation Research Board, 2010)

2.4.1 Nivel de servicio A.

Describe principalmente una circulación libre. Los vehículos se encuentran completamente ininterrumpidos, arribando durante la fase verde del semáforo de la intersección para poder maniobrar cómodamente a través de ella, las demoras en el cruce son de 10 s/veh o menos. Además, brinda un nivel confort extraordinario al momento de transitar por la calzada. Los ciclos semafóricos cortos permiten la mínima demora de los automóviles durante el viaje

2.4.2 Nivel de servicio B.

Permite una circulación razonablemente libre, aunque se encuentra parcialmente limitada por otros automóviles o límites por otras intersecciones. También, la maniobrabilidad se ve un tanto reducida debido a que las demoras oscilan entre 10 y 20 s/veh. Además, el nivel de confort se ve reducido ligeramente debido a la presencia de otros automotores.

2.4.3 Nivel de servicio C.

Ofrece un tráfico estable, aun cuando la capacidad de maniobra se encuentra significativamente restringida en relación al nivel de servicio B por el encuentro con otros usuarios. Las demoras aumentan al rango entre 20 y 35 s/veh. También la cantidad de automotores que se detienen empieza a ser notoria sin embargo, la mayoría pasa por la intersección sin detenerse.

2.4.4 Nivel de servicio D

Representa un menor flujo por lo cual existe un incremento significativo de las demoras y una reducción en la velocidad de viaje. En consecuencia, la movilización se ve gravemente limitada lo que genera un bajo nivel de confort al momento de transitar por la calzada. Aparte de ello, se pueden evidenciar tiempos de semaforización inapropiados y pequeñas filas de tráfico. Las demoras en el cruce van desde 35 a 55 s/veh.

2.4.5 Nivel de servicio E

Está caracterizado por demoras significativas en la circulación por la intersección, en consecuencia, el lento movimiento por parte de los vehículos. Además, se evidencia una alta densidad de automóviles por lo cual resulta muy difícil transitar por la carretera. Naturalmente, los niveles de confort son casi nulos debido a la gran incomodidad de los choferes. En consecuencia, los ciclos semafóricos son inapropiados y las demoras pueden alcanzar rangos de entre el 55 y 80 s/veh.

2.4.5 Nivel de servicio F

Se manifiesta como una circulación forzada a través de la bifurcación. Por lo general, la velocidad de flujo es extremadamente lenta y es seguro que ocurra el congestionamiento a lo largo de la vía. Sin lugar a dudas, se producen altas demoras que sobrepasan los 80 s/veh por lo cual las colas de vehículos son muy largas. Por supuesto, Los volúmenes de circulación son excesivamente altos.

Para caracterizar el Nivel de servicio de una vía existen tres parámetros de eficiencia, los cuales son: la densidad de vehículos, la velocidad media de flujo y la relación volumen - capacidad (v/c). Cada uno de ellos evidencia el flujo automovilístico a través de la calzada. Siendo la densidad el indicador más utilizado comúnmente (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

2.5 Elementos que generan fenómenos de tránsito.

La función principal de una vía dentro de una urbe urbana es ofrecer un sistema de transporte eficaz y seguro para el usuario. Aunque, la mayor parte del tiempo dichos sistemas tienden a estar trabajando muy por encima de su capacidad con la finalidad de poder brindar a sus navegantes la suficiencia de movilización hacia sus destinos. Por lo tanto, se generan problemas de tráfico los cuales podrían ser cuantificables en relación de percances y congestionamiento. Según Cal y Mayor & Cárdenas: algunos de los factores a tener en cuenta al momento de plantear una solución a esta problemática son (2018, pág. 19):

2.5.1 Diferentes tipos de automóviles en la misma carretera

- Diferentes secciones, rapidez y aceleración.
- Variabilidad del parque automotor.
- Camiones y autobuses.
- Camiones pesados.
- Motos, bicicletas, vehículos de mano, entre otros.

2.5.2 Tráfico en condiciones irregulares

- Vías muy pequeñas y con grandes pendientes.
- Escaso número de veredas.
- Calzadas antiguas y sin mantenimiento.

2.5.3 Mala regularización vial

- Falta de actualizaciones en las normativas que rigen el riguroso diseño y clasificación de las características de vías, calles y puentes.
- Intersecciones mal planificadas, operando sin ningún tipo de justificación técnica.
- Falta de planificación y concientización sobre las regulaciones de tránsito en la calle, automóviles mal estacionados.

- Viviendas ubicadas dentro de zonas industriales o comerciales que entorpecen con el desarrollo de sus actividades.

2.5.4 Desestimación de la necesidad vehicular.

- No considerar las tasas de crecimiento debido al aumento de la población, lo que genera una mayor demanda de este medio de transporte.

2.5.3 Inexistencia de planes de intervención por parte del gobierno y usuarios.

- Escasa educación vial de los conductores, pasajeros y peatones que transitan por la vía.
- Normativas que no se adaptan a las necesidades de los navegantes.

2.6 Corredores

Un corredor es un área de gran extensión geográfica que es diseñada específicamente para la circulación de vehículos, cualquiera que estos sean (autos, camiones, buses, entre otros). Se emplean principalmente para conectar una urbe con otra, correspondiendo así a carreteras estatales, autopistas, vías rápidas y de acceso a las ciudades (Thomason, 2017).

Generalmente el término “Corredor” se emplea para espacios o calzadas de grandes dimensiones, por donde circula una masiva cantidad de vehículos diariamente, o bien entre 1200 a 1300 veh/hora, siendo un indicativo que en una intersección un valor mayor 1200 veh/hora debe tener dos o más carriles de salida para los vehículos (Transportation Research Board, 2010, pág. 377).

Para el caso de la Av. 24 de Mayo, hablamos específicamente de un corredor urbano, ya que este se encuentra dentro de la ciudad de Cuenca, y la atraviesa en un sentido horizontal de oeste a este. Este corredor se compone, aparte de la geometría vial (incluye veredas), de las casas o edificios que se encuentren a su alrededor, además de otras estructuras que puede estar presentes a su alrededor. La Av. 24 de Mayo presenta, a lo largo de toda su longitud, varias intersecciones que son importantes dentro de la ciudad en el sentido de que representan el ingreso a las partes centrales de la ciudad, entre estas intersecciones tenemos: el Redondel de los Tres Puentes, Redondel de la Calle Hernán Malo, Redondel de Gapal, la salida de la Av. 10 de Agosto, la Intersección con la calle Camino al Valle, el Redondel de la Av. Max Uhle y el redondel de la calle Rayoloma.

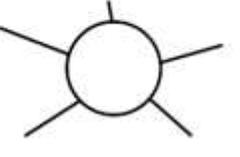
Por la influencia que presenta este corredor dentro de la ciudad, al momento de realizar la simulación en el software Aimsun™, se realizara conjuntamente con datos de las demás intersecciones, desde el cruce entre el redondel de la Av. 24 de Mayo y Hernán Malo hasta el redondel de la calle Rayoloma como un corredor.

2.7 Intersecciones

Las intersecciones son áreas en las cuales se encuentran conectadas dos o más vías y por las que se producen movimiento de vehículos que llevan distintas direcciones. La Intersección es, sin duda, la parte con mayor influencia dentro de la red vial urbana, debido a que permite: controlar la seguridad al momento de la circulación, el costo de operación, la eficiencia y la velocidad de circulación. Se clasifican de dos maneras distintas: por el número de ramales que cruzan y por la forma de la intersección, que puede ser de T o Y (para ramales de tres) y en cruz o X (para cuatro ramales), sin embargo, existen también intersecciones múltiples en las que existen más de 4 ramales que forman una sola unión o redondeles (glorietas). (Bañón & Beviá, 2000, págs. 4-16; 5-8)

Figura 2.

Tipos de intersecciones

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

Nota. Se presentan los tipos de intersecciones presentes en las redes urbanas viales. Fuente: (Bañón & Beviá, 2000)

El movimiento en intersecciones está controlado por semáforos o por prioridad de flujo; su nivel de servicio se mide mediante las demoras (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

La intersección del presente estudio es un tipo cruz, es decir, cuenta con cuatro ramales, tres de los cuales cuentan con un flujo de doble dirección, y un ramal de una sola dirección; está controlada mediante semaforización.

2.8 Señalización en intersecciones

En base a (INEN, 2011) la señalética o indicaciones de tráfico son uno de los parámetros más importantes dentro de la infraestructura vial, ya que cumplen la función de informar al usuario del vehículo sobre las características de la calle por la que se encuentra circulando y acerca del entorno de la misma, cumpliendo así los siguientes objetivos:

- Advertir peligros existentes en la vía.
- Informar de la normativa o reglamentación en tramos de la carretera.
- Orientar al conductor para que este sepa dónde está, hacia donde se dirige y las direcciones que debe tomar si desea cambiar de destino.

Sin embargo, es importante mencionar que, para cumplir con estos objetivos, las señalizaciones deben contar con ciertas características de eficiencia que son: claridad, sencillez, precisión, universalidad, entendiéndose esta última como la facilidad para ser interpretada correctamente sin importar la zona donde se ubique.

A continuación, se detallan cada uno de las señalizaciones las cuales pueden diferenciarse en tres tipos según (Bañón & Beviá, 2000, págs. 14-2 ; 14-10):

- a) Vertical: su ubicación es en el plano ortogonal al eje de la vía, estas señales están destinadas a informar, advertir y reglamentar con anterioridad determinados estados o circunstancias de la vía. Para diferenciar su significado las señales cuentan con formas, colores y simbología diferente; según la información que brindan se clasifican en:
 - a. Señales de peligro: Son señales triangulares con el borde rojo y el interior blanco, o amarillo en caso de corresponder a zonas en donde se está llevando a cabo una obra civil.
 - b. Señales de reglamentación: de forma circular y pueden ser de: prohibición (rojas), prioridad (verdes), fin de prohibición (azules), obligación (blancas) y de restricción de flujo; se usan generalmente para jerarquizar la preferencia y accesibilidad de las calles.
 - c. Señales de indicación: señales de forma rectangular, su función es la de brindar información correspondiente al estado de la vía y sus servicios.
- b) Horizontal: también conocidas como marcas viales, es la señalización ubicada en la superficie de la calzada, y en zonas urbanas, sobre los bordillos. Los tipos de marcas viales son:
 - a. Longitudinales: Paralelas al eje de la calzada, usadas esencialmente para separar los sentidos de circulación, demarcar los carriles y realizar la regulación del tráfico.
 - b. Transversales: perpendiculares a la dirección del flujo, delimitan zona de pasos peatonales, ciclistas y zonas de detención de vehículos.
 - c. Signos: Símbolos tales como flechas de dirección, palabras (Pare, carril de solo bus-taxi, velocidades máximas, entre otros).

- c) Señales de balizamiento: Sus principales funciones es la de restringir el paso de los automotores y direccionarlos (curvas); pueden ser: barreras, balizas o paneles direccionales, conos e hitos.

2.9 Volúmenes de tránsito

Cal y Mayor & Cárdenas (2018) define como volúmenes de tránsito al número de automóviles que transitan por un punto de interés durante un periodo de tiempo dado. Dependiendo de la duración del tiempo establecido, los volúmenes de tránsito absolutos se clasifican como:

Tabla 3.

Volúmenes de tránsito absolutos o totales

Volumen de Tránsito	Duración
Tránsito Anual (TA)	1 año
Tránsito Mensual (TM)	1 mes
Tránsito Semanal (TS)	1 semana
Tránsito Diario (TD)	1 día
Tránsito Horario (TH)	1 hora
<u>Tránsito en un periodo menor a una hora (Q)</u>	<u><1 hora</u>

Nota. En la tabla se pueden identificar los volúmenes de tránsito absolutos o totales descritos en el libro de (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018). Fuente: Elaboración propia.

2.10 Semáforos

Usualmente los semáforos son usados como elementos de regulación de tránsito en zonas urbanas e intersecciones cercanas a zonas densamente pobladas. Estos implementos son colocados en cada acceso a la intersección, contienen en su estructura tres luces: verde, naranja y roja, que se encienden siguiendo una secuencia ordenada y sucesiva. Es importante recalcar dos conceptos que se derivan de las combinaciones de luces encendidas simultáneamente en la intersección: fase y ciclo.

Se define como fase al tiempo donde un número específico de semáforos dentro de la intersección tienen la luz verde encendida simultáneamente, siendo posible realizar un movimiento determinado. Este concepto es directamente proporcional a la intensidad y esta indirectamente relacionado con el ancho de la vía estudiada.

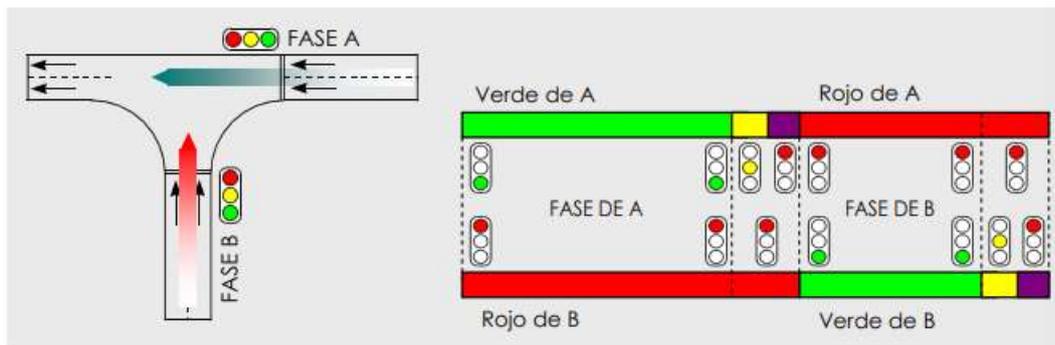
La suma de las fases, los tiempos de encendido de la luz naranja y de los periodos de despeje donde todos los semáforos se encuentran en rojo da como resultado el tiempo que tarda en repetirse dentro de la intersección las condiciones de regulación.

El tiempo que permanece funcional la luz naranja se denomina periodo de transición que usualmente suele tardar 3 segundos, a diferencia del periodo de despeje que cuenta con un intervalo de tiempo entre 2 y 3 segundos donde los semáforos permanecen en rojo brindando seguridad. El ciclo no debe durar menos de 50 segundos ni exceder los 100 segundos. El tiempo de mínimo de fase será de 10

segundos, permitiendo el vaciado de la intersección. Para evitar que conductores intenten evadir la luz roja, el tiempo en que la luz roja permanezca encendida no deberá ser mayor a 90 segundos (Bañón & Beviá, 2000).

Figura 3.

Esquema del funcionamiento de una intersección con semáforos



Nota. En la figura se puede observar el funcionamiento básico de una intersección regulada por semáforos. Fuente: (Bañón & Beviá, 2000)

2.10.1 Ventajas y desventajas de los semáforos

Previo a la instalación de semáforos es importante realizar estudios de tránsito y de las condiciones de la intersección, ya que la instalación de semáforos deficientes puede provocar un entorpecimiento del flujo vehicular y de peatones. Luego de su implementación es necesario realizar un seguimiento para corroborar el correcto funcionamiento de semáforos y el cumplimiento de su principal objetivo: Ayudar con el descongestionamiento vehicular.

Cal y Mayor & Cárdenas (2018) establece que un sistema de semáforos correctamente instalado presenta las siguientes ventajas:

- Mejora la organización de la circulación vehicular, además puede incrementar la capacidad de la vía, mediante asignaciones adicionales.
- Minora la probabilidad y frecuencia de accidentes automovilísticos.
- Puede permitir la circulación a velocidad constante en una ruta establecida.
- Permite el paso de vehículos y peatones a calles transversales mediante la interrupción periódica de volúmenes de tráfico intensos.
- Representa un ahorro económico a comparación de señales de tránsito y agentes.

Como consecuencia de un sistema deficiente de semáforos pueden comparecer las siguientes desventajas:

- Desperdiciar recursos en la instalación de semáforos, a pesar de soluciones más económicas.

- En volúmenes de tráfico pequeños causan demoras innecesarias por excesiva duración de periodos de luz roja o duración total del ciclo.
- Causa sentimiento de inconformidad en los usuarios y mal prestigio de las autoridades encargadas.
- Al existir cambios rápidos de color se pueden producir accidentes por alcance con mayor frecuencia.
- Al disminuir los volúmenes de tránsito y no necesitar regulación por semáforos significan una pérdida importante de tiempo.
- Al existir interrupción de energía eléctrica puede producir accidentes de mayor gravedad al no contar con el correcto funcionamiento del semáforo, esto también se puede dar por la falta de mantenimiento a estos implementos causando una operación deficiente.
- La instalación sorpresiva de estos implementos mayoritariamente en zonas rurales puede ser causal de accidentes por la falta de previsión.

2.11 Software Aimsun

Es una herramienta informática de simulación de tráfico a pequeña y gran escala, además facilita la planificación de la movilidad vehicular y la gestión de transporte. Su principal uso es el de desarrollar y probar sistemas de control de congestionamiento vehicular, sin embargo, sus aplicaciones en la ingeniería de tránsito son muy amplias, a continuación, se mencionan las más destacadas:

- Probar reglas de gestión del tráfico.
- Análisis de impacto por modificaciones en la infraestructura vial.
- Evaluar los peajes y su ubicación.
- Seguridad
- Movilidad peatonal

El software emplea varias metodologías de análisis: microscópico (incluye peatones y bicicletas), macroscópico, demoscópico y una asignación estática y dinámica de tráfico (Transport Simulation System, 2014).

Para realizar una modelación en el Software Aimsun, es necesario previamente calcular valores tales como: TPDA, números de giros en cada sentido de la intersección, los ciclos semafóricos, las líneas de transporte público que transita por el cruce en caso de existir, y las características geométricas de la infraestructura vial.

2.12 Métodos de predicción y problemas de aplicación local

Los métodos de predicción y solución a los embotellamientos han ido evolucionando a lo largo de los años. Por ende, una variedad de artículos se ha centrado en el desarrollo de un sistema que permita facilitar el pronóstico de este fenómeno (Ravish & Swamy, 2021), (Ramesh et al, 2020). Los sistemas de transporte inteligente (ITS) ocupan información en tiempo real actuando de manera oportuna para evitar la congestión, a la mano de vialidades ecológicas (Ravish & Swamy, 2021), (Tišljarić et al, 2021); Sin embargo, resulta difícil implementar una de estas metodologías a nuestra ciudad debido a que no cuenta con un desarrollo tecnológico a la altura de las propuestas. Otras de las propuestas se basan en comunicaciones vehículo a vehículo (V2V) los cuales intercambian información en tiempo real acerca del estado de una vía en congestiónamiento y brinda soluciones para evitarlo (Hadi et al, 2022). La transferencia de imágenes aéreas también ha generado gran impacto en respuesta a los atascos vehiculares (Meena et al, 2020), (Arman et al, 2022). Hablar de soluciones conlleva a la aplicación de métodos económicos lo cual es sinónimo de mínima intervención posible, debido a ello, el uso de semáforos inteligentes, sensores y señales de tránsito resulta un desenlace llamativo (Desmira et al, 2022), (Mohamed & Radwan, 2022), (Usikalu et al, 2019), (Alkhatib et al, 2021), (Alkhatib, 2020).

El problema de la aplicación de los métodos de predicción del atasco de vehicular mencionados anteriormente conlleva a una variedad de factores complejos. Ante una revisión a la literatura previamente expuesta nos encontramos con que para una correcta predicción la ciudad se vería en la necesidad de contar con automóviles inteligentes los cuales no están al alcance de la mayoría de familias. También, asumir parámetros de congestiónamiento vía celular a través de imágenes aéreas recae en la necesidad de contar con celulares de última tecnología y acceso a internet en todo momento, por lo cual, no sería una opción viable en nuestra ciudad. Métodos como (Gao et al, 2022) son aplicables a grandes ciudades con autopistas urbanas, nuestro caso de análisis es una intersección dentro de la urbe. Además, algunas propuestas son planteadas en base a un correcto análisis y predicción del tráfico, pero sin embargo no son puestas en marcha, lo que genera el colapso de la intersección (Tarek et al, 2022), (Mejía, 2017), (Delgado et al, 2020).

La metodología para el conteo de vehículos que transitan por la intersección de la Av. 24 de mayo y Vía al Valle en (Mejía, 2017) fue realizada de manera manual, es decir, un conteo en campo, sin embargo, un análisis de dicha manera puede llegar a ser erróneo debido principalmente a las imprecisiones o errores que el ser humano comete. Realizar un conteo de esta manera también puede conllevar a molestias por parte de los aforadores de tráfico debido a los cambios climáticos. Además, el personal de campo no siempre será capaz de registrar con exactitud el número exacto de vehículos ya que pueden existir descuidos o un aforo de tráfico con circulación muy alta; Es por esta razón que para realizar un conteo de tráfico vehicular más preciso, en nuestro proceso optaremos por la colocación de dos cámaras de vigilancia que abarquen una zona de observación de toda la intersección.

La finalidad de realizar los conteos vehiculares es obtener el factor Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en la hora pico de la intersección. Con este factor es posible calcular la proyección de vehículos para los años futuros de acuerdo a su categorización. Por ende, se puede calcular el nivel de servicio actual, futuro y sobre todo el nivel de servicio que se dará con las alternativas de solución propuestas.

CAPÍTULO III

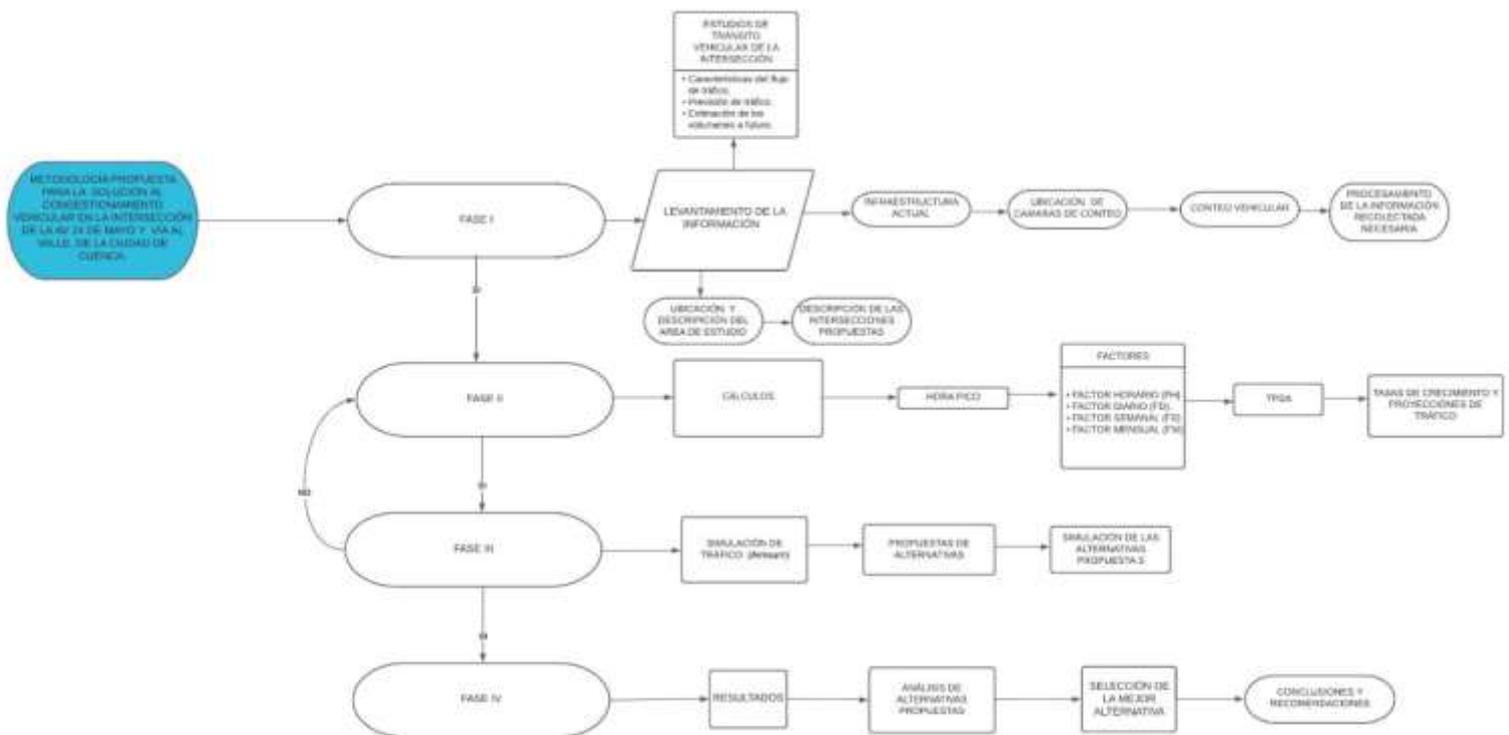
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.1 Metodología

La metodología establecida para cumplir con los objetivos planteados en el presente estudio se detalla a continuación mediante un diagrama de flujo:

Figura 4

Mapa conceptual de la metodología aplicada para la propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca.



Fuente: Elaboración Propia.

3.2 Ubicación

El área de estudio se ubica en la zona sur-este de la ciudad de Cuenca, precisamente en la entrada a la parroquia El Valle, la intersección a ser estudiada consta de las calles Av. 24 de Mayo y Vía a El Valle, que se encuentra en la parte oeste de la Unidad Educativa Manuela Garaicoa de Calderón:

Figura 5

Ubicación del área de estudio



Fuente: Google Earth Pro (2023).

3.3 Área de estudio

La intersección de estudio es una de tipo múltiple (*Figura 2*), en la cual existen dos secciones que son de doble sentido de circulación y dos secciones de un solo sentido de circulación, por ende, existen tramos de las calles que sirven como acceso a la intersección, pero no como salida de la misma, este es el caso de la parte oeste de la Av. 24 de Mayo; o a su vez, un tramo que sirve como salida pero no como entrada a la intersección, el tramo que se dirige hacia la calle Paseo Río Yanuncay. A continuación, se indica el flujo y los giros que se dan en la intersección:

Figura 6

Flujo en la intersección de estudio



Fuente: Google Earth Pro (2023).

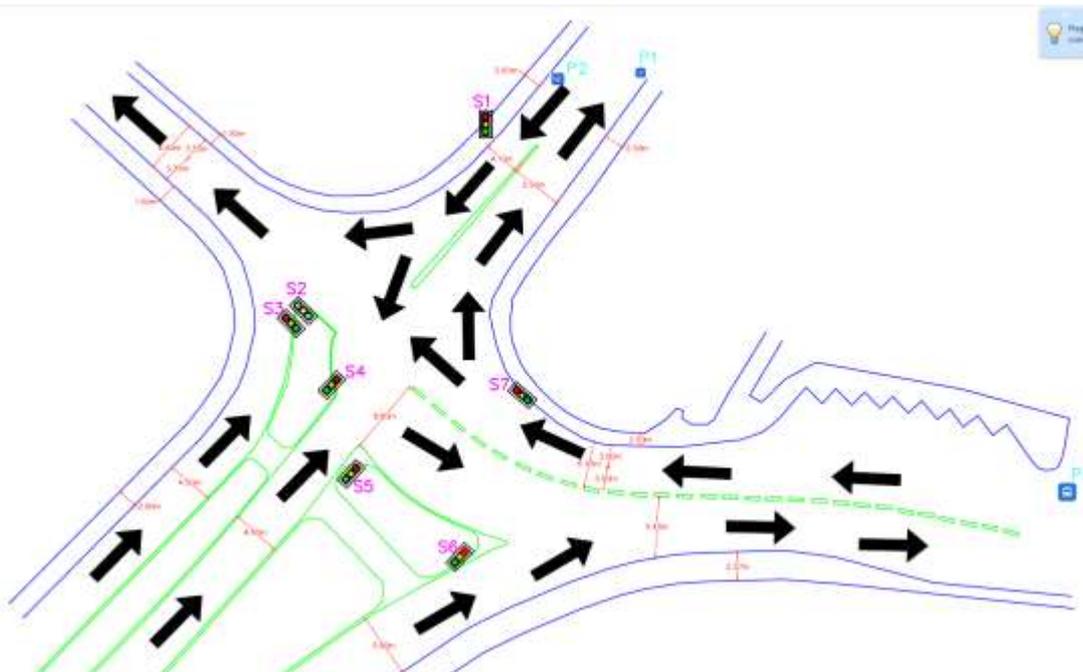
3.4 Infraestructura actual

Con la finalidad de conocer las características geométricas del área de estudio, se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico de la intersección, con la utilización de un Sistema de Posicionamiento en tiempo real o RTK por sus siglas en inglés.

A continuación, se presenta la geometría vial de las calles que conforman la intersección

Figura 7

Secciones y geometría de la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía a El Valle



Fuente: Elaboración propia.

3.5 Tráfico vehicular en la intersección

El estudio del tráfico vehicular en una intersección está determinado por el número de vehículos que pasan por las estaciones en un periodo de tiempo determinado (Mejía, 2017).

Los datos acerca del tráfico actual en la intersección constan de volúmenes y tipos de vehículos y, en base a estos datos se realizan los estudios a futuro, es decir, proyecciones; además, es con esta información que se basan los diseños de intersecciones (Rivera, 2007).

Existen diversas metodologías para la obtención del flujo y volúmenes de tránsito, estos dependen de diversos factores tales como las horas del día, la semana, el mes en que se realiza el estudio

Para conocer el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se realiza un conteo volumétrico de manera manual, se lo hace en periodos de 15 minutos y contemplando los distintos tipos de vehículos que circulan por la intersección.

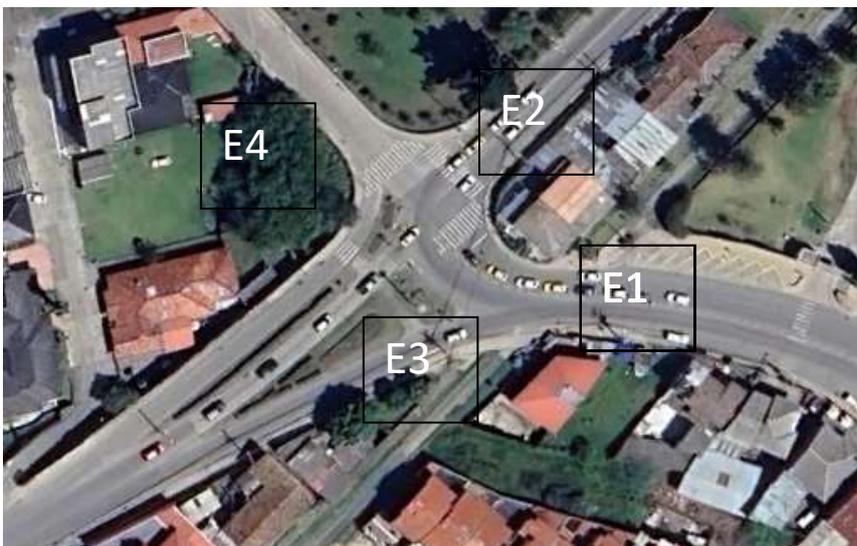
3.6 Ubicación de las estaciones

Las estaciones de aforo o conteo, son los lugares donde se ubicara el aforador de vehículos para realizar el respectivo conteo en los giros determinados.

Para nuestro interés, se optó por la colocación de 4 estaciones, las cuales cubren estratégicamente los 7 giros que se pueden realizar en el cruce y la recolección de información del flujo vehicular sea lo más precisa posible, en la figura 6 se muestra la ubicación correspondiente a cada estación de conteo:

Figura 8

Ubicación de las 4 estaciones de conteo



Fuente: Google Earth Pro (2023).

3.7 Conteo

Como se indicó al final del apartado 2.11, para realizar un conteo con más exactitud, se optó la colocación de dos cámaras de video en un punto estratégico de la intersección, de manera que sea posible la completa visualización de todos los giros que se llevan a cabo, en las siguientes figuras se muestran la ubicación de las cámaras colocadas:

Figura 9

Ubicación de las cámaras de video.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10.

Ubicación de las cámaras de video, vista aérea.



Fuente: Google Earth Pro (2023).

Una vez obtenidas las grabaciones, se procedió con el conteo, diferenciando el sentido de circulación de los automotores y la clase de vehículo que realiza el giro; este fue llevado a cabo durante 7 días seguidos, entre el 26 de noviembre y el 02 de diciembre de 2022, los días comprendidos entre el

lunes y jueves se realizó el conteo desde las 06:00 hasta las 20:00 (14 horas), mientras que para los días: viernes, sábado y domingo, el conteo fue de las 24 horas, esto para que sea posible realizar la respectiva corrección del factor semanal.

3.8 Tabulación de información recopilada

3.8.1 Ingreso de datos

Tal y como se indicó en incisos anteriores, debe realizarse una categorización vehicular según su tipo y sentido de flujo; además de dividir cada periodo en 15 minutos (Mejía, 2017), el formato empleado para el ingreso de datos en una hoja de cálculo electrónica es el siguiente:

Tabla 4.

Formato de posibles giros en cada estación

PERIODO DE HORARIO	HACIA LA IZQUIERDA						DE FRENTE						HACIA LA DERECHA								
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		Motos	Bicis	Peatones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		Motos	Bicis	Peatones	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		Motos	Bicis	Peatones
0-15																					
15-30																					
30-45																					
45-60																					
0-15																					
15-30																					
30-45																					
45-60																					
0-15																					
15-30																					
30-45																					
45-60																					
0-15																					
15-30																					
30-45																					
45-60																					
0-15																					
15-30																					
30-45																					
45-60																					

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11.

Clasificación según el tipo de vehículo

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			Motos	Bicis	Peatones
		2 EJES	3 EJES	TRAILER			

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 Resumen horario de tráfico

Se procede al ingreso de valores provenientes de los conteos en los formatos indicados, para cada día de la semana; a continuación, se indica en periodos de 15 minutos el conteo de una estación y un resumen del conteo en horas de cada estación correspondiente al día viernes 02 de diciembre de 2022:

Tabla 5.

Tabla 6.

Resumen horario del conteo de la estación E1, día viernes 02 de diciembre de 2022.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS Y MOTOS Y BICICLETAS)

Intersección: Av. 24 de mayo y vía al valle ESTACION: E1 - I 1 INICIO: 00H00
 FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022 FIN: 24H00

Periodo de hora	LIVANOS				CAMIONES			Motos	Bicicletas	Total
	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	2 EJE	3 EJE	TRAILER			
00H00-01H00	46	0	1	0	0	0	1	0	48	
01H00-02H00	22	1	0	0	0	0	3	0	26	
02H00-03H00	19	1	0	0	0	0	1	0	21	
03H00-04H00	20	0	5	0	0	0	2	0	27	
04H00-05H00	52	0	5	0	0	0	2	0	59	
05H00-06H00	170	10	7	0	0	0	10	0	197	
06H00-07H00	328	45	24	0	0	0	89	6	1092	
07H00-08H00	829	46	30	0	0	0	110	0	1015	
08H00-09H00	675	25	23	0	0	0	74	2	799	
09H00-10H00	472	27	24	4	0	0	36	3	566	
10H00-11H00	431	29	18	0	0	0	46	1	525	
11H00-12H00	440	18	12	1	0	0	39	2	512	
12H00-13H00	538	28	27	1	0	0	51	3	648	
13H00-14H00	508	27	20	1	0	0	66	0	622	
14H00-15H00	497	33	28	1	0	0	76	0	635	
15H00-16H00	507	21	27	0	0	0	45	1	601	
16H00-17H00	528	25	28	2	0	0	145	1	729	
17H00-18H00	567	29	20	1	0	0	55	1	673	
18H00-19H00	560	28	14	0	0	0	58	1	661	
19H00-20H00	418	13	19	4	0	0	44	0	488	
20H00-21H00	353	11	10	0	0	0	29	4	407	
21H00-22H00	310	5	0	0	0	0	22	2	339	
22H00-23H00	293	6	3	0	0	0	16	0	318	
23H00-24H00	124	5	4	0	0	0	4	0	137	
TOTAL	9307	433	349	15	0	0	1024	27	11155	
%	83.43%	3.88%	3.13%	0.13%	0.00%	0.00%	9.18%	0.24%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.

Resumen horario del conteo de la estación E2, día viernes 02 de diciembre de 2022.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS Y MOTOS Y BICICLETAS)

Intersección: Av. 24 de mayo y vía al valle ESTACION: E2 - I 1 INICIO: 00H00
 FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022 FIN: 24H00

Periodo de hora	LIVANOS				CAMIONES			Motos	Bicicletas	Total
	OTRO	OTRO	OTRO	OTRO	2 EJE	3 EJE	TRAILER			
00H00-01H00	38	1	0	0	0	0	5	0	44	
01H00-02H00	12	0	0	0	0	0	3	0	15	
02H00-03H00	3	0	0	0	0	0	6	0	9	
03H00-04H00	6	0	0	0	0	0	4	0	10	
04H00-05H00	13	0	0	0	0	0	2	0	15	
05H00-06H00	37	3	0	1	0	0	3	0	45	
06H00-07H00	127	4	7	0	0	0	9	0	147	
07H00-08H00	156	3	6	7	1	2	28	0	201	
08H00-09H00	195	0	12	2	1	2	24	0	234	
09H00-10H00	155	1	13	1	0	2	21	0	191	
10H00-11H00	159	0	11	1	2	2	26	0	191	
11H00-12H00	174	1	19	0	1	1	32	0	227	
12H00-13H00	222	2	10	1	0	1	31	1	267	
13H00-14H00	217	1	7	2	0	2	27	0	254	
14H00-15H00	191	1	11	2	0	1	31	1	237	
15H00-16H00	204	0	13	1	0	2	31	1	249	
16H00-17H00	214	1	6	2	0	1	31	1	256	
17H00-18H00	258	1	10	2	0	1	38	0	309	
18H00-19H00	236	1	9	0	0	1	38	0	285	
19H00-20H00	273	0	5	2	0	1	39	0	319	
20H00-21H00	287	1	6	0	2	2	28	0	324	
21H00-22H00	208	1	5	0	0	2	24	0	239	
22H00-23H00	187	1	1	0	0	1	19	0	209	
23H00-24H00	92	1	2	1	0	1	9	0	107	
TOTAL	3494	33	154	27	7	13	488	4	4407	
%	83.82%	0.75%	3.49%	0.61%	0.16%	0.30%	11.07%	0.09%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.

Resumen horario del conteo de la estación E3, día viernes 02 de diciembre de 2022.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS Y MOTOS Y BICICLETAS)									
Interseccion: Av. 24 de mayo y via al valle		ESTACION: E3 - I1		INICIO		00H00			
FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022		FIN		00H00		24H00			
Periodo (o de hora)	ENTRADA				SALIDA		Motos	Bicicletas	Total
	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO			
00H00-01H00	134	0	0	2	0	22	0	158	
01H00-02H00	85	0	1	0	0	2	0	88	
02H00-03H00	40	0	0	0	0	4	0	44	
03H00-04H00	29	0	1	0	0	0	0	30	
04H00-05H00	47	0	3	0	0	2	0	52	
05H00-06H00	142	10	7	0	0	3	1	163	
06H00-07H00	879	30	10	2	0	53	4	978	
07H00-08H00	1257	42	26	0	0	118	5	1448	
08H00-09H00	1317	33	55	4	0	114	2	1525	
09H00-10H00	1096	28	38	8	1	98	7	1276	
10H00-11H00	1260	25	47	7	0	91	6	1496	
11H00-12H00	1321	28	37	10	1	99	2	1498	
12H00-13H00	1200	34	37	3	0	142	4	1420	
13H00-14H00	1568	33	47	2	1	140	5	1796	
14H00-15H00	1293	42	33	9	2	98	6	1483	
15H00-16H00	1273	31	50	4	1	89	0	1448	
16H00-17H00	1481	33	48	4	0	139	4	1709	
17H00-18H00	1390	33	35	9	0	164	6	1637	
18H00-19H00	1422	49	27	3	0	169	2	1672	
19H00-20H00	1306	39	20	0	0	153	1	1519	
20H00-21H00	1313	14	20	4	0	109	3	1463	
21H00-22H00	1090	10	15	3	0	88	4	1210	
22H00-23H00	767	4	8	3	0	50	2	834	
23H00-24H00	488	0	4	2	0	38	1	533	
TOTAL	22218	518	569	79	6	1985	65	25440	
%	87.33%	2.04%	2.24%	0.31%	0.02%	7.80%	0.26%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.

Resumen horario del conteo de la estación E4, día viernes 02 de diciembre de 2022.

RESUMEN DIARIO DE CONTEO DE TRAFICO POR INTERSECCION (VEHICULOS Y MOTOS Y BICICLETAS)									
Interseccion: Av. 24 de mayo y via al valle		ESTACION: E4 - I1		INICIO		00H00			
FECHA: viernes, 2 de diciembre de 2022		FIN		00H00		24H00			
Periodo (o de hora)	ENTRADA				SALIDA		Motos	Bicicletas	Total
	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO	AV. 24 DE MAYO			
00H00-01H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
01H00-02H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
02H00-03H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
03H00-04H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
04H00-05H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
05H00-06H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
06H00-07H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
07H00-08H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
08H00-09H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
09H00-10H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
10H00-11H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
11H00-12H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
12H00-13H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
13H00-14H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
14H00-15H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
15H00-16H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
16H00-17H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
17H00-18H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18H00-19H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
19H00-20H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
20H00-21H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
21H00-22H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
22H00-23H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
23H00-24H00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	
%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3 Resumen de giros en la intersección

Tabla 10.

Resumen de giros de las 24 horas.

RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 24H00)						
INTERSECCION: Av. 24 de mayo y vía al valle						
viernes, 2 de diciembre de 2022						
					INTERSECCION: I1	
D	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1			3 970	0	6 134	10 104
E2		3 751		0	164	3 915
E3		11 842	10 383		1 165	23 390
E4		0	0	0		0
		15 593	14 353	0	7 463	37 409

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.

Resumen de giros de las 24 horas (en porcentajes).

RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 00H00 - 24H00)						
INTERSECCION: Av. 24 de mayo y vía al valle						
viernes, 2 de diciembre de 2022						
					INTERSECCION: I1	
D	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1			39.29%	0.00%	60.71%	100.00%
E2		95.81%		0.00%	4.19%	100.00%
E3		50.63%	44.39%		4.98%	100.00%
E4		0.00%	0.00%	0.00%		0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Resumen de giros en la hora pico.

RESUMEN DE GIROS HORA PICO (Vehiculos 06H30 - 7H30)						
INTERSECCION: Av. 24 de mayo y vía al valle						
viernes, 2 de diciembre de 2022						
					INTERSECCION: I1	
D	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1			452	0	790	1 242
E2		198		0	5	203
E3		791	763		110	1 664
E4		0	0	0		0
		989	1 215	0	905	3 109

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Resumen de giros en la hora pico (en porcentajes).

RESUMEN DE GIROS HORA PICO (Vehiculos 06H30 - 7H30)						
INTERSECCION: Av. 24 de mayo y vía al valle						
viernes, 2 de diciembre de 2022				INTERSECCION: I1		
D	D	S1	S2	S3	S4	Total
E1			36.39%	0.00%	63.61%	100.00%
E2		97.54%		0.00%	2.46%	100.00%
E3		47.54%	45.85%		6.61%	100.00%
E4		0.00%	0.00%	0.00%		0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, una vez ingresados los datos de todos los aforos de los siete días (26 de noviembre al 02 de diciembre del 2022), es posible obtener una tabla resumen de las horas picos correspondientes a cada día, entendiéndose esta como la hora en donde existe mayor demanda del uso de la vía según los aforos realizados; además, con el objetivo de obtener los valores de diseño, se debe calcular otros valores en función de la hora pico, los cuales son:

Volumen: máximo número de vehículos que salen de la intersección en la hora pico.

Q15: Volumen máximo en un periodo de 15 minutos.

VHD: es el volumen máximo de diseño, se lo calcula con la siguiente expresión:

$$VHD = Q15 \times 4 \quad [1]$$

FHV: representa un coeficiente o factor por corrección de vehículos pesados, es decir una corrección en función del espacio adicional ocupado por los vehículos pesados (Transportation Research Board, 2010). Se lo calcula con la siguiente expresión:

$$Fhv = \frac{100}{100 + Pt(Et - 1) + Pb(Eb - 1) + Pr(Er - 1)} \quad [2]$$

En donde:

Fhv: Factor de ajuste por efecto de los vehículos pesados.

Pt: % de camiones en la corriente vehicular.

Et: automóviles equivalentes a un camión.

Pb: % de autobuses en la corriente vehicular.

Eb: Automóviles equivalente a un bus.

Pr: % de vehículos recreativos en la corriente vehicular

Er: automóviles equivalentes a un vehículo recreativo.

Se procede a obtener una tabla en donde se indiquen estos valores correspondientes para cada día:

Tabla 14.

Datos en función de la hora pico de la intersección (Semanal).

Día	Hora	Volumen	Q15	VHD	FHV
sábado, 26 de noviembre de 2022	12H15 13H15	2 384	660	2640	0.9030
domingo, 27 de noviembre de 2022	12H15 13H15	2 290	623	2492	0.9189
lunes, 28 de noviembre de 2022	6H30 7H30	3 014	824	3296	0.9144
martes, 29 de noviembre de 2022	6H30 7H30	3 063	849	3396	0.9019
miércoles, 30 de noviembre de 2022	6H30 7H30	3 086	834	3336	0.9251
jueves, 1 de diciembre de 2022	6H30 7H30	3 298	893	3572	0.9233
viernes, 2 de diciembre de 2022	6H30 7H30	3 143	825	3300	0.9524

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

CÁLCULOS

4.1 Introducción

El presente capítulo se centra principalmente en la realización de cálculos necesarios para la obtención de: hora pico, los distintos factores de tránsito, tráfico promedio diario anual (TPDA), tasas de crecimiento y proyecciones de tránsito necesarios para guiar el camino a la mejor solución vial necesaria para la intersección.

La hora pico determinara el periodo exacto del día en el cual ocurre la mayor aglomeración de vehículos en la intersección. Posteriormente, se calculan los siguientes factores:

- Horario (Fh), Lleva el tráfico de las 24 horas de conteo a las 24 horas del día de encuesta.
- Diario (Fd), Guía el tránsito de un día determinado a un promedio semanal.
- Semanal (Fs), Conduce un promedio semanal del mes.
- Mensual (Fm), Lleva el conteo a un mes promedio debido a las variaciones de cada uno de los meses del año (MTOP, 2013)

El tráfico promedio diario anual (TPDA) acreditará el diseño, catalogará la vía y nos servirá para la realización de los diferentes estudios técnicos-económicos. Los factores posibilitaran el cálculo del indicador numérico de diseño (TPDA). Así pues, se realizará una proyección de tráfico para 20 años,

desde el año de estudio (2023) hasta el final de la etapa de diseño (2043) o Volumen Horario de Diseño (VHD) (Mejía, 2017).

Posteriormente, para garantizar las diferentes predicciones se calculará las tasas de crecimiento a las cuales se deben someter las variadas categorizaciones de automóviles en vista de que ningún miembro del parque automotor (livianos, pesados, buses, etc.) aumenta de la misma manera utilizando un modelo logístico descrito en la normativa MTOP, 2013, por último, se hallara las proyecciones del TPDA hasta el final del periodo de diseño.

4.2 Cálculo de factores

Ya que el conteo fue realizado durante los siete días de la semana y durante 14 horas, es necesario que uno de estos días sea contado durante 24 horas, en nuestro caso se escogió realizarlo los días viernes, sábado y domingo y verificar cuál de estos días cuenta con el mayor aforo vehicular y realizar las correcciones necesarios en el cálculo de factores.

A continuación, se indican los cálculos realizados para el día viernes 02 de diciembre del 2022:

4.2.1 Factor horario

Debido a que el día viernes 02 de diciembre de 2022 se contó durante las 24 horas, el factor horario será:

$$F_h = 1$$

4.2.2 Factor diario

Para facilitar el cálculo del factor diario se elabora una tabla en donde se muestra el conteo semanal por horas:

Tabla 15.

Resumen del aforo vehicular de la semana por horas.

Resumen horario del aforo en la semana (Vehículos)							
Intersección: Av. 24 de mayo y vía al valle	ESTACIONES: E1+E2+E3+E4			INICIO	00H00		
FECHAS:	26-11 HASTA 02-12			FIN	24H00		
Hora	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
00H00-01H00	485	544	0	0	0	0	222
01H00-02H00	376	387	0	0	0	0	121
02H00-03H00	263	302	0	0	0	0	63
03H00-04H00	205	226	0	0	0	0	61
04H00-05H00	192	156	0	0	0	0	120
05H00-06H00	422	211	0	0	0	0	389
06H00-07H00	998	598	1 896	1 987	2 073	1 971	2 056
07H00-08H00	1 156	1 007	2 355	2 381	2 412	2 386	2 403
08H00-09H00	1 241	1 146	2 164	2 126	2 205	2 232	2 342
09H00-10H00	1 373	1 310	2 055	2 221	1 960	1 976	1 868
10H00-11H00	1 689	1 662	1 948	1 358	1 834	1 929	2 011
11H00-12H00	1 853	1 742	1 875	1 026	1 978	1 762	2 063
12H00-13H00	1 958	1 871	1 943	2 224	2 250	2 213	2 103
13H00-14H00	1 973	1 872	2 485	2 316	2 649	2 437	2 434
14H00-15H00	1 610	1 551	2 000	2 031	2 194	2 226	2 144
15H00-16H00	1 587	1 574	1 999	2 006	2 148	2 173	2 132
16H00-17H00	1 678	1 618	2 217	2 148	2 303	2 038	2 373
17H00-18H00	1 710	1 666	2 300	2 243	2 281	2 085	2 356
18H00-19H00	1 730	1 655	2 105	2 287	2 182	2 345	2 401
19H00-20H00	1 784	1 719	1 939	1 893	1 900	2 009	2 099
20H00-21H00	1 491	1 402	0	0	0	0	2 001
21H00-22H00	1 069	1 006	0	0	0	0	1 648
22H00-23H00	633	606	0	0	0	0	1 274
23H00-24H00	431	233	0	0	0	0	725
TOTAL	27 907	26 064	29 281	28 247	30 367	29 780	37 409

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12.

Resumen del aforo vehicular de la semana por horas.



Fuente: Elaboración propia.

Gracias a que el conteo se realizó durante los 7 días de la semana, no es necesario que sea corregido, y será:

$$F_d = 1$$

4.2.3 Factor semanal

Este factor se calcula en función del número de semanas del mes en el que fue realizado el conteo:

Tabla 16.

Factores semanales en función de los meses del año.

MES	No DIAS	No SEMANAS	Fs
Enero	31	4.428571429	1.107142857
Febrero	28	4	1
Marzo	31	4.428571429	1.107142857
Abril	30	4.285714286	1.071428571
Mayo	31	4.428571429	1.107142857
Junio	30	4.285714286	1.071428571
Julio	31	4.428571429	1.107142857
Agosto	31	4.428571429	1.107142857
Septiembre	30	4.285714286	1.071428571
Octubre	31	4.428571429	1.107142857
Noviembre	30	4.285714286	1.071428571
Diciembre	31	4.428571429	1.107142857

Total	365		
-------	-----	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Entonces tenemos que el factor semanal es:

$$F_s = 1,1071$$

4.2.4 Factor mensual

Para el cálculo del factor mensual es necesario conocer el consumo de combustibles de la provincia en donde se ubica el área de estudio, es decir, Azuay, para el año 2021:

Tabla 17.

Consumo de combustibles en Ecuador, 2021.

TABLA DE CONSUMO PROMEDIO DE COMBUSTIBLES 2021.-AZUAY

Mes	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA	FACTOR
Enero	4 675 844	399 077	3 480 425	8 555 346	1.13848751
Febrero	4 648 490	412 440	3 304 785	8 365 715	1.16429434
Marzo	5 170 699	404 948	3 767 804	9 343 451	1.04245793
Abril	4 574 423	326 243	3 465 984	8 366 650	1.16416422
Mayo	4 420 854	299 164	4 178 804	8 898 822	1.09454426
Junio	5 055 097	362 108	4 614 578	10 031 783	0.97092955
Julio	5 421 990	411 595	4 827 320	10 660 905	0.913633
Agosto	5 291 276	393 056	4 713 002	10 397 334	0.93679347
Septiembre	5 237 703	372 716	4 743 268	10 353 687	0.94074262
Octubre	5 379 903	402 645	4 704 750	10 487 298	0.9287573
Noviembre	5 266 828	371 575	4 597 030	10 235 433	0.95161139
Diciembre	5 912 326	419 071	4 854 034	11 185 431	0.87078939
	61 055 433	4 574 638	51 251 784	116 881 855	
			COSTO PROMEDIO MENSUAL	9 740 155	

Fm	0.8708
----	--------

Fuente: Recursos y Energía, Ecuador.

Entonces:

$$F_m = 0.8708$$

4.3 Cálculo del TPDA

Este valor permite justificar el diseño de la solución integral a ser escogido, además de clasificar la vía y validar los estudios técnicos de la intersección.

Una vez obtenidos los factores de mayoración, se procede con el cálculo la Tránsito promedio diaria anual o TPDA, utilizando la siguiente expresión:

$$TPDA_{2022} = T_o \times F_h \times F_d \times F_s \times F_m \quad [3]$$

En donde:

To: Tránsito aforado en un periodo de horas de un día determinado.

Fh: Factor horario

Fd: Factor diario

Fs: Factor semanal

Fm: Factor mensual

Reemplazando los valores calculados en la expresión tenemos que:

$$TPDA_{2022} = To \times 1 \times 1 \times 1.10714285714286 \times 0.87078938516838$$

$$TPDA_{2022} = To \times \mathbf{0.964088248}$$

El día viernes 02 de diciembre se contó un total de 37409 vehículos, entonces, al año pasarían por la intersección un total de 13 654 285 vehículos. A continuación, se muestra una tabla resumen del tránsito contado en la hora pico y clasificado por tipo de vehículo en la intersección:

Tabla 18.

Resumen de tráfico observado HORA PICO

6H30 7H30

viernes, 2 de diciembre de 2022

INTERSECCION: Av. 24 de mayo y vía al valle
E1 + E2 + E3 + E4

	E1	E2	E3	E4	SUMA
L	917	153	1 281	0	2 351
B	43	3	34	0	80
2E	31	9	21	0	61
3E	0	3	0	0	3
4E - 6E	0	0	0	0	0
TOTAL	991	168	1 336	0	2 495

Fuente: Elaboración propia.

Como resumen tenemos que:

Tabla 19

Resumen de factores para todos los días de la semana de conteo.

	Día #	Hora Pico	Hora Pico	día	Fh	Fd	Fs	Fm	FTPDA
Sábado, 26 de noviembre de 2022	1	12H15 13H15	2 384	27 907	1.34048805	1	1.07142857	0.95161139	1.36673967
Domingo, 27 de noviembre de 2022	2	12H15 13H15	2 290	26 064	1.43527471	1	1.07142857	0.95161139	1.46338259
Lunes, 28 de noviembre de 2022	3	6H30 7H30	3 014	29 281	1.27758615	1	1.07142857	0.95161139	1.30260592
Martes, 29 de noviembre de 2022	4	6H30 7H30	3 063	28 247	1.32435303	1	1.07142857	0.95161139	1.35028867
Miércoles, 30 de noviembre de 2022	5	6H30 7H30	3 086	30 367	1.23189647	1	1.07142857	0.95161139	1.25602147
Jueves, 01 de diciembre de 2022	6	6H30 7H30	3 298	29 780	1.25617864	1	1.10714286	0.87078939	1.21106707
Viernes, 02 de diciembre de 2022	7	6H30 7H30	3 143	37 409	1	1	1.10714286	0.87078939	0.96408825

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Proyecciones de tráfico

El TPDA es un indicador de la cantidad de vehículos según su tipología y funciones, las proyecciones de tránsito en la intersección se constituyen llevando el valor del TPDA y el calculado en el 2023, al final del periodo de diseño, es decir, 2043; para encontrar estas proyecciones es necesario encontrar las tasas de crecimiento vehicular que se indicara en los siguientes incisos.

4.4.1 Tasas de crecimiento vehicular

4.4.1.1 Modelo Logístico

Este modelo será empleado para encontrar las tasas de crecimiento de los vehículos livianos, dicho modelo tiene como fundamento la Tasa de motorización o T_m , la cual indica el número de vehículos por cada mil habitantes de la ciudad para un año k determinado; con este valor se procede a calcular la Tasa de saturación o T_s , que tiende a ser constante, es decir, la población continuara creciendo al igual que el número de vehículos livianos; el valor de la Tasa de saturación provocara que el coeficiente de regresión sea el máximo para el óptimo ajuste de la ecuación:

$$T_m = \frac{T_s}{1+e^{(a+bt)}} \quad [4]$$

En donde:

T_m : Tasa de motorización en un año k (vehículos/1000 habitante).

T_s : Tasa de saturación (vehículos/1000 habitante).

e : Base de logaritmo natural.

a, b : Constantes a ser determinas

t : Tiempo.

Aplicando conceptos matemáticos, y ya que la anterior expresión cuenta con tres variables, en posible llegar a la siguiente ecuación:

$$(a + bt) = \ln\left(\frac{T_s}{T_m} - 1\right) \quad [5]$$

Ya que T_s es un valor a ser impuesto y T_m es un dato para cada año del periodo de diseño, la anterior ecuación tiene la forma de una recta y es posible aplicar regresión lineal para hallar los valores de la variable a como ordenada y b como la pendiente de la recta:

$$Y = a + bt \quad [6]$$

Entonces, se arma la siguiente tabla que da como resultado el número de vehículos livianos hasta el final del periodo de diseño:

Tabla 20.

Proyección de vehículos, modelo logístico.

PROYECCION DE TRAFICO
PROYECCIONES DE VEHICULOS LIVIANOS SEGÚN EL MODELO LOGISTICO

AÑO	POBLACION CUENCA	VEHICULOS LIVIANOS	Tm	Y=Ln(Ts/Tm -1)	Tm AJUSTADO	VEH. AJUSTADO. LIVIANOS
1969	183 862	1 935	10.52	2.87	17.08	3 141
1970	189 695	2 435	12.84	2.66	18.35	3 481
1971	195 528	3 173	16.23	2.41	19.70	3 853
1972	201 361	3 529	17.53	2.33	21.14	4 258
1973	207 194	3 921	18.92	2.24	22.68	4 698
1974	213 027	4 638	21.77	2.09	24.30	5 177
1975	220 782	5 710	25.86	1.89	26.03	5 747
1976	228 538	6 588	28.83	1.76	27.86	6 367
1977	236 293	8 106	34.30	1.56	29.79	7 040
1978	244 049	8 877	36.37	1.49	31.84	7 770
1979	251 804	11 193	44.45	1.23	33.99	8 560
1980	259 559	11 632	44.81	1.22	36.26	9 413
1981	267 315	12 070	45.15	1.21	38.65	10 332
1982	275 070	13 383	48.65	1.11	41.15	11 320
1983	282 065	14 695	52.10	1.02	43.77	12 347
1984	289 060	15 453	53.46	0.99	46.51	13 444
1985	296 054	16 113	54.43	0.96	49.36	14 614
1986	303 049	18 887	62.32	0.77	52.33	15 859
1987	310 044	18 847	60.79	0.81	55.41	17 179
1988	317 039	18 806	59.32	0.84	58.60	18 577
1989	324 033	23 028	71.07	0.57	61.88	20 053
1990	331 028	20 648	62.38	0.77	65.27	21 607
1991	338 901	22 202	65.51	0.70	68.75	23 299
1992	346 774	22 353	64.46	0.72	72.31	25 076
1993	354 647	22 504	63.45	0.74	75.95	26 935
1994	362 520	21 940	60.52	0.81	79.65	28 875
1995	370 393	25 658	69.27	0.61	83.41	30 895

1996	378 267	27 067	71.56	0.56	87.22	32 991
1997	386 140	30 957	80.17	0.38	91.05	35 160
1998	394 013	31 006	78.69	0.41	94.92	37 399
1999	401 886	35 703	88.84	0.20	98.79	39 702
2000	409 759	42 924	104.75	-0.13	102.66	42 067
2001	417 632	44 586	106.76	-0.17	106.52	44 487
2002	427 405	45 513	106.49	-0.16	110.36	47 167
2003	437 177	49 245	112.64	-0.29	114.16	49 906
2004	446 950	58 775	131.50	-0.70	117.91	52 698
2005	456 722	66 601	145.82	-1.05	121.60	55 538
2006	466 495	74 657	160.04	-1.47	125.23	58 418
2007	476 268	67 353	141.42	-0.93	128.78	61 332
2008	486 040	74 846	153.99	-1.28	132.24	64 275
2009	495 813	68 302	137.76	-0.84	135.61	67 239
2010	505 585	73 703	145.78	-1.05	138.89	70 220
2011	517 085	79 424	153.60	-1.26	142.06	73 457
2012	528 585	83 675	158.30	-1.41	145.12	76 709
2013	540 085	84 929	157.25	-1.38	148.07	79 971
2014	551 585	84 644	153.46	-1.26	150.91	83 238
2015	563 085	89 864	159.59	-1.45	153.63	86 505
2016	574 585	85 961	149.61	-1.15	156.23	89 767
2017	586 085	86 966	148.38	-1.12	158.71	93 020
2018	597 585	92 906	155.47	-1.32	161.08	96 261
2019	609 085	93 825	154.04	-1.28	163.34	99 486
2020	620 585	94 125	151.67	-1.21	165.48	102 692
2021	632 085	95 632	151.30	-1.20	167.50	105 876
2022	643 585	99 890	155.21	-1.31	169.42	109 038
2023	657 285	a = 2.354 b = -0.079 r = 0.9713 r² = 0.94345900 Ts = 197			171.24	112 551
2024	664 627				172.95	114 946
2025	671 231				174.56	117 170
2026	677 297				176.08	119 257
2027	682 961				177.50	121 228
2028	688 328				178.84	123 103
2029	692 712				180.10	124 757
2030	699 262				181.28	126 759
2031	706 320				182.38	128 816
2032	714 174				183.41	130 984

2033	722 877
2034	732 288
2035	742 292
2036	752 794
2037	763 716
2038	774 993
2039	786 581
2040	798 432
2041	812 971
2042	825 571
2043	838 117

$$Y = a+bt$$

$$Y = 2.354 -0.079 t$$

184.37	133 276
185.27	135 670
186.11	138 145
186.89	140 689
187.62	143 286
188.30	145 928
188.93	148 607
189.51	151 315
190.06	154 514
190.57	157 328
191.04	160 115

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se indica además el valor de Tm ajustado para obtener el valor del número de vehículos en cada año k, se ha empleado además la información censal de la población de Cuenca y los registros del parque automotor desde el año 1969.

Paralelamente, la tasa de saturación Ts con la que se acomoda de mejor manera el coeficiente de correlación es de Ts =198 vehículos/1000 habitantes.

4.4.1.2 Tabla de tasas de crecimiento vehicular

Con los datos de proyección obtenidos previamente hasta el año 2043, se calcula las tasas crecimiento vehicular en periodos cada cinco años con la siguiente expresión:

$$i = \sqrt[n]{\frac{Tf}{Ta}} - 1 \quad [7]$$

En donde:

i: Tasa de crecimiento para los cinco años.

n: Número de años entre Ta y Tf (n+5-n=5).

Tf: Tráfico futuro para el año n+5.

Ta: Tráfico futuro para el año n.

Para hallar las tasas de crecimiento correspondientes a buses y camiones, se empleará la hipótesis de que la demanda de buses y camiones se da en relación directa con el crecimiento poblacional de la ciudad, es decir, crecerán con la misma tasa que la población y se puede

emplear la anterior ecuación para su cálculo reemplazando Tf por Pf o Población final y Ta por Pa o Población actual, a continuación, la tabla de crecimiento obtenida:

Tabla 21.

Tasas de crecimiento vehicular cada 5 años.

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2023-2028	1.81%	0.00%	0.93%
2028-2033	1.60%	0.00%	0.98%
2033-2038	1.83%	0.00%	1.40%
2038-2043	1.87%	0.00%	1.58%

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que como se observa en la anterior tabla, las tasas de crecimiento para el caso de buses son de 0.00%, en base al plan de movilidad establecido por le GAD Municipal de Cuenca el cual determino que el número total de unidades es de 475 y no ha variado ni existirá variación hasta la fecha de realizado este estudio (MUNICIPALIDAD DE CUENCA, 2015).

4.4.2 Proyecciones del TPDA para el periodo de diseño

Con la tabla anterior se puede estimar el volumen del TPDA a futuro cada cinco años, en la siguiente tabla se muestra los resultados de las proyecciones hasta el año 2043 por estaciones y por tipos de vehículos:

Tabla 22.

Proyecciones del TPDA cada cinco años correspondiente al conteo de 24 horas.

ESTACION	VEHICULOS	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA
		2023	2028	2033	2038	2043
		L	8 973	9 814	10 625	11 634
E1	B	417	417	417	417	417
	E2	336	352	370	397	429
	E3	14	15	16	17	18
	E4 - E6	0	0	0	0	0

Tráfico de 00H00 a

	TOTAL	9 741	10 599	11 428	12 465	13 630
E2	L	3 561	3 895	4 217	4 617	5 066
	B	32	32	32	32	32
	E2	148	155	163	175	189
	E3	26	27	29	31	33
	E4 - E6	7	7	7	8	9
	TOTAL	3 774	4 117	4 448	4 863	5 329
E3	L	21 420	23 428	25 364	27 772	30 472
	B	499	499	499	499	499
	E2	549	574	603	647	699
	E3	76	80	84	90	97
	E4 - E6	6	6	6	7	7
	TOTAL	22 550	24 588	26 557	29 015	31 776
E4	L	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	0	0	0	0	0
TOTAL	L	33 954	37 137	40 207	44 023	48 303
	B	949	949	949	949	949
	E2	1 034	1 082	1 137	1 219	1 318
	E3	117	122	128	138	149
	E4 - E6	13	13	14	15	16
	TOTAL	36 066	39 304	42 434	46 343	50 734

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23

Proyecciones del TPDA cada cinco años correspondiente a la hora pico.

: Tráfico de hora pico 6H30 7H30

ESTACION	VEHICULOS	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA	TPDA
		2023	2028	2033	2038	2043
E1	L	884	967	1 047	1 146	1 258
	B	41	41	41	41	41
	E2	30	31	33	35	38
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	955	1 040	1 121	1 223	1 337
E2	L	148	161	175	191	210
	B	3	3	3	3	3
	E2	9	9	10	10	11
	E3	3	3	3	3	4
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	162	176	190	208	227
E3	L	1 235	1 351	1 462	1 601	1 757
	B	33	33	33	33	33
	E2	20	21	22	24	26
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	1 288	1 405	1 517	1 658	1 815
E4	L	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0

	E2	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	0	0	0	0	0
TOTAL	L	2 267	2 479	2 684	2 939	3 224
	B	77	77	77	77	77
	E2	59	62	65	69	75
	E3	3	3	3	3	4
	E4 - E6	0	0	0	0	0
	TOTAL	2 405	2 621	2 829	3 089	3 380

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO

5.1 Introducción

Este capítulo contempla la simulación de tráfico actual y futuro mediante software. Se lo realiza con el objetivo de encontrar la solución que hará frente a la problemática de congestión vehicular en la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle de la ciudad de Cuenca. En función de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se ejecutará a través del software Aimsun[™] una simulación de las alternativas expuestas.

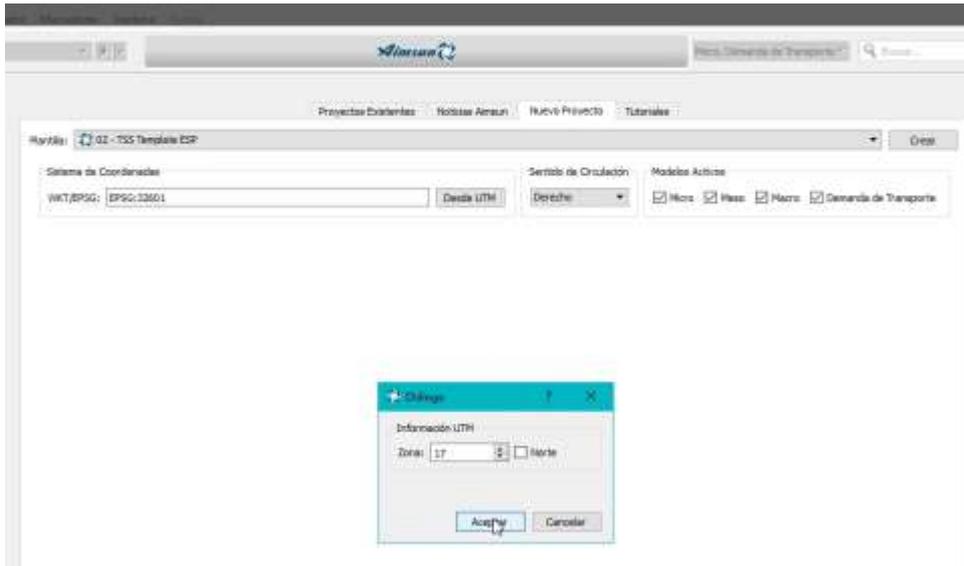
5.2 Datos necesarios para realizar la simulación en el software Aimsun[™]

La información necesaria para empezar la simulación es principalmente:

1. Configuración de la zona horaria en UTM WGS84 zona 17S.

Figura 13.

Zona horaria a ingresar en software Aimsun[™].



Fuente: Elaboración propia.

2. Se carga el plano en formato .DWG y con la información geodésica correspondiente, mencionado en el punto 1 de este apartado. Este punto es importante debido a que nos servirá como plantilla de fondo para trazar las vías y carriles dentro del software
3. En el apartado de la esquina superior izquierda encontraremos entradas dinámicas directas que nos permitirán acciones como: creación de secciones de vía, creación de redondeles, creación de detectores de vehículos, ubicar paradas de buses, ubicar semáforos, creación de pasos cebra, etc.

Figura 14.

Entradas dinámicas del software AimsunTM.

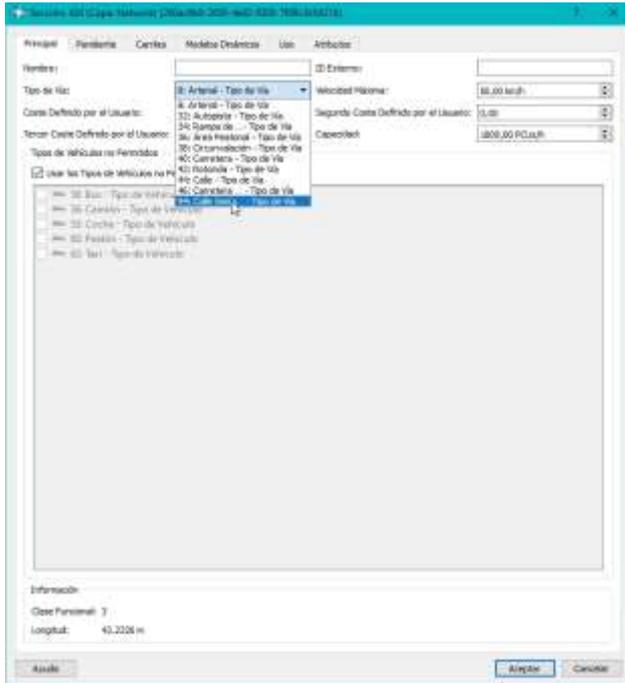


Fuente: Elaboración propia.

4. Se empieza el trazado de vías y carriles en dirección del flujo vehicular.
5. Configuración de parámetros como: tipo de vía, pendiente y número de carriles. El programa utilizara la normativa vigente según la AASHTO para la asignación de velocidades y capacidades máximas.

Figura 15.

Configuración de parámetros en software Aimsun™

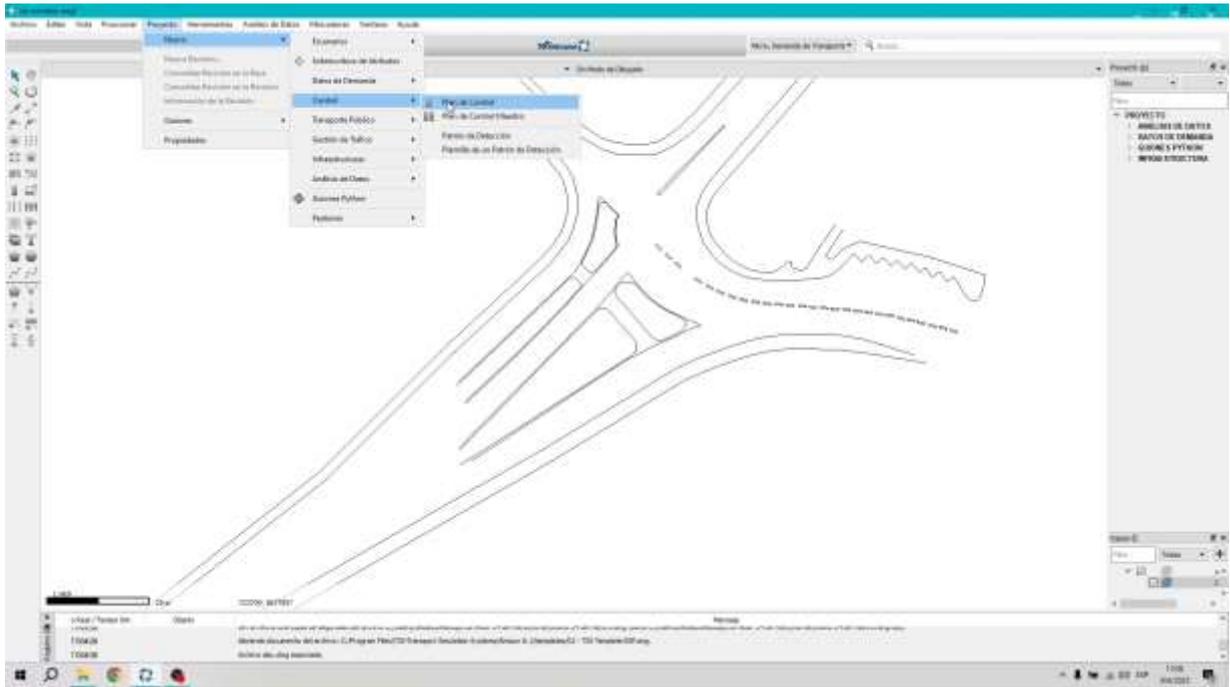


Fuente: Elaboración propia.

6. En intersecciones semafóricas como en el caso de nuestro estudio es necesario ingresar el plan de control de tráfico donde básicamente se introducen los ciclos semafóricos brindados por la empresa EMOV EP, encargada de la elaboración, implementación y la gestión correcta del controlar para el cumplimiento de acciones en el ámbito del sistema de movilidad para el mejoramiento de la calidad de vida, seguridad ciudadana, salud pública, y la mitigación de los efectos ambientales constantes en el eje de movilidad del plan de ordenamiento territorial del cantón (EMOV, 2023).

Figura 16.

Ingreso del plan de control maestro en software Aimsun™

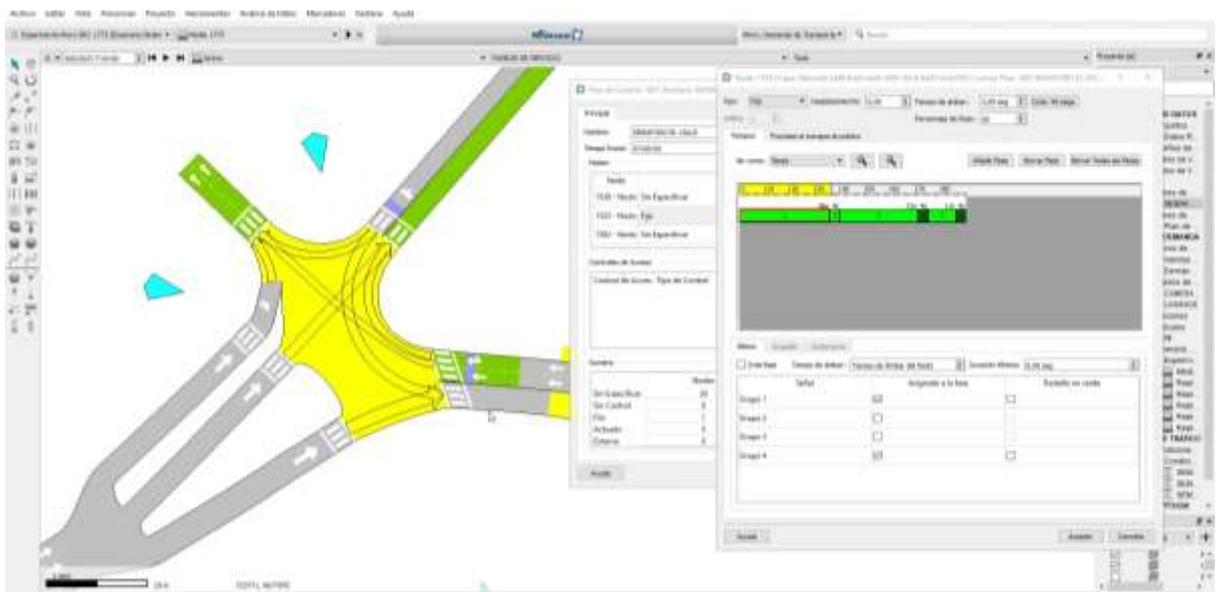


Fuente: Elaboración propia.

Los ciclos semafóricos se ingresan por fases. La intersección cuenta con 4 grupos de semáforos para la regulación de tránsito los cuales se contemplan en la figura Los semáforos S2, S3 y S7 regulan E1, 2 semáforos más (S4, S5 y S6) son los encargados de controlar el flujo en E3 y en E2 el semáforo S1.

Figura 17.

Ciclos semafóricos a ingresar en software Aimsun™



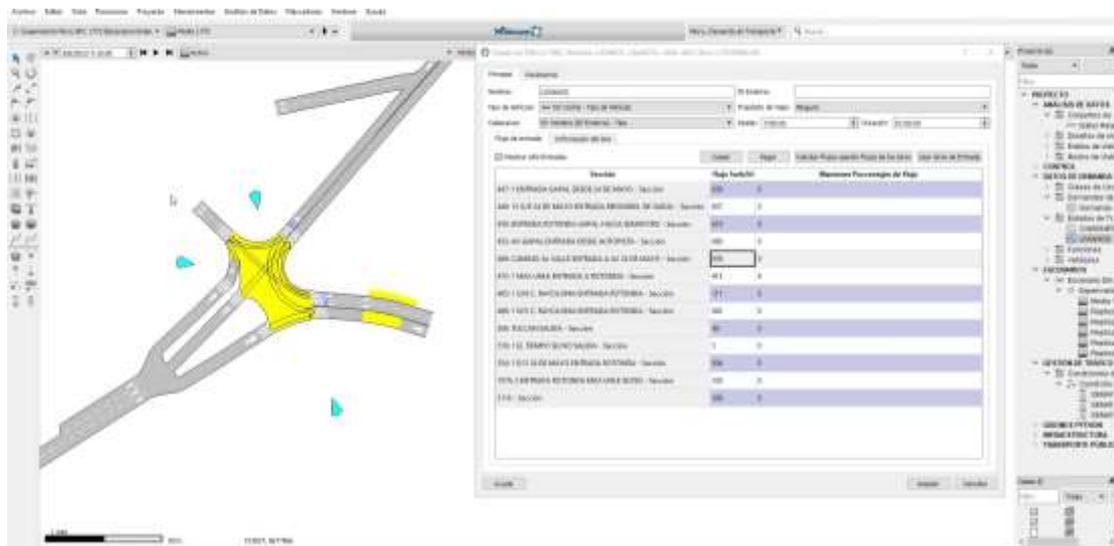


Fuente: Elaboración propia.

- Configuración del flujo vehicular en la hora de mayor demanda u hora pico (veh/h) que entra a la intersección, Tabla 12. Se debe tomar en cuenta que las motos también deben ocupar un carril, según la Ley orgánica de tránsito, para avanzar por lo cual también se consideraron como vehículos livianos para la simulación.

Figura 18.

Ingreso del flujo vehicular al software Aimsun™



Fuente: Elaboración propia.

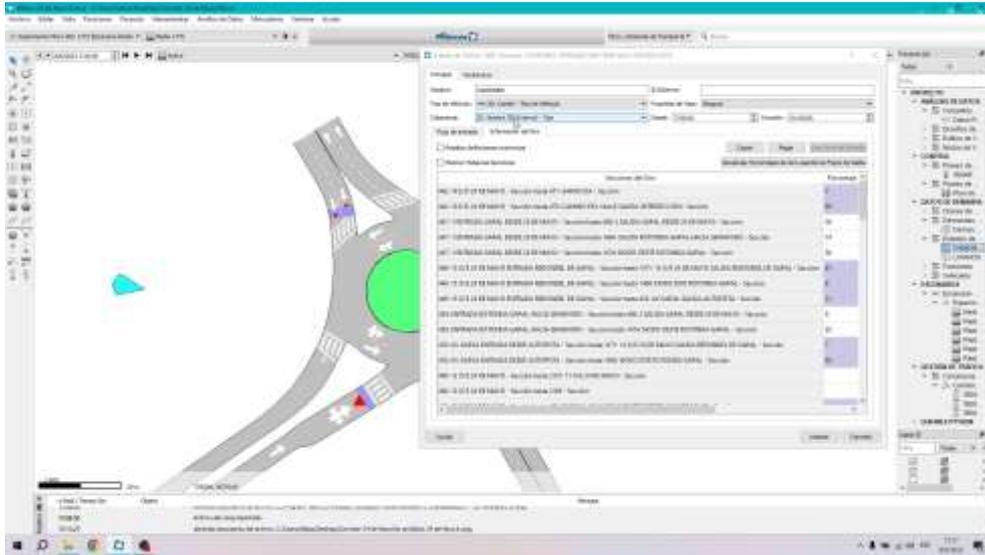
- Configuración de la clasificación de vehículos en función de los porcentajes de giros de la matriz O/D de la hora pico, Tabla 12.

Figura 19.

Clasificación de vehículos en función de porcentajes de giro de E2 en software Aimsun™

Figura 22.

Ingreso de datos de demanda para camiones en software Aimsun™



Fuente: Elaboración propia.

9. Se realiza la configuración de las rutas de transporte público que cruzan a través de la intersección, clasificándolas por su número de línea y la trayectoria y paradas que hacen. Las paradas se simulan con una longitud equivalente a 15m debido a que esta es la distancia óptima para que el autobús pueda realizar su parada y avanzar sin ningún tipo de inconveniente. El intervalo de tiempo entre salidas para cada línea es de 15 min. Las líneas que pasan por la zona de influencia son principalmente la número 14 y la 24.

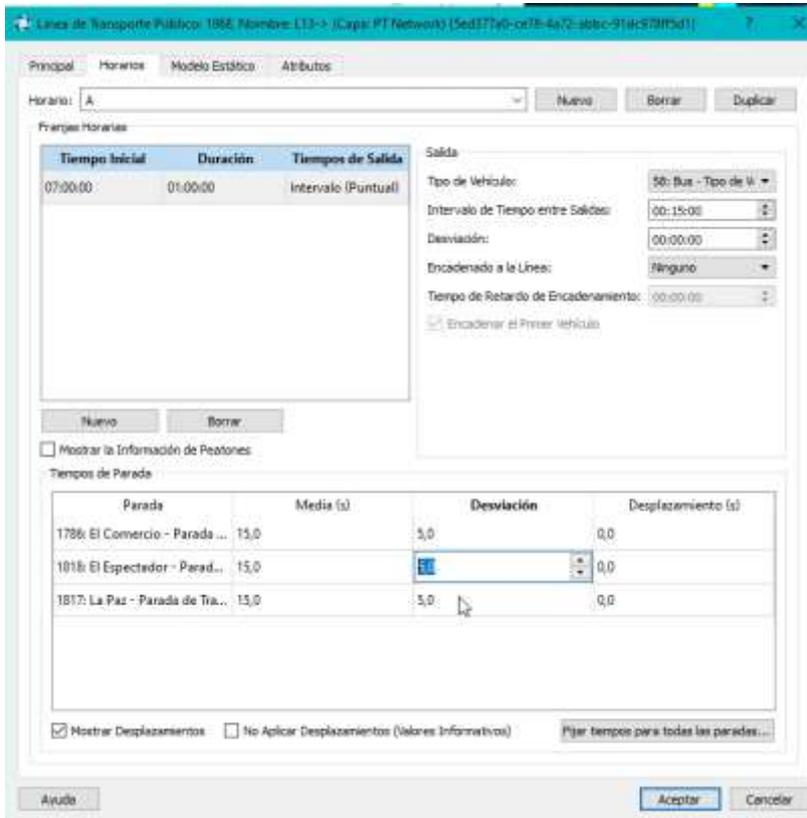
Existen paradas segregadas, como se observa en la Figura 24 Las cuales también deberán ser configuradas.

Figura 23.

Plan de transporte público ingresado en software Aimsun™

Figura 25.

Intervalos de tiempo entre salidas de buses modeladas en software AimsunTM

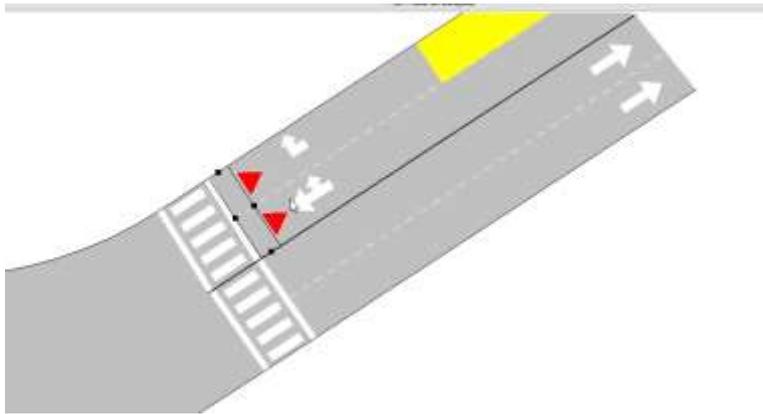


Fuente: Elaboración propia.

10. Configuración de la gestión de tráfico, aquí especificaremos las zonas de ocurrencias de incidentes en cada Estación. Se deben principalmente a lugares de “ceda el paso” o posibles localizaciones donde se vaya a entorpecer el flujo vehicular.
11. A manera de control, se configuraron detectores cuya función será comprobar que el número de vehículos que salen de una intersección, sea el mismo que los que entran a la intersección que sigue. Existirá un porcentaje de error debido a que algunos de los vehículos se perderán por arterias que se conectan al corredor de la Av. 24 de mayo el cuál debe ser inferior al 5% para un correcto análisis.

Figura 26.

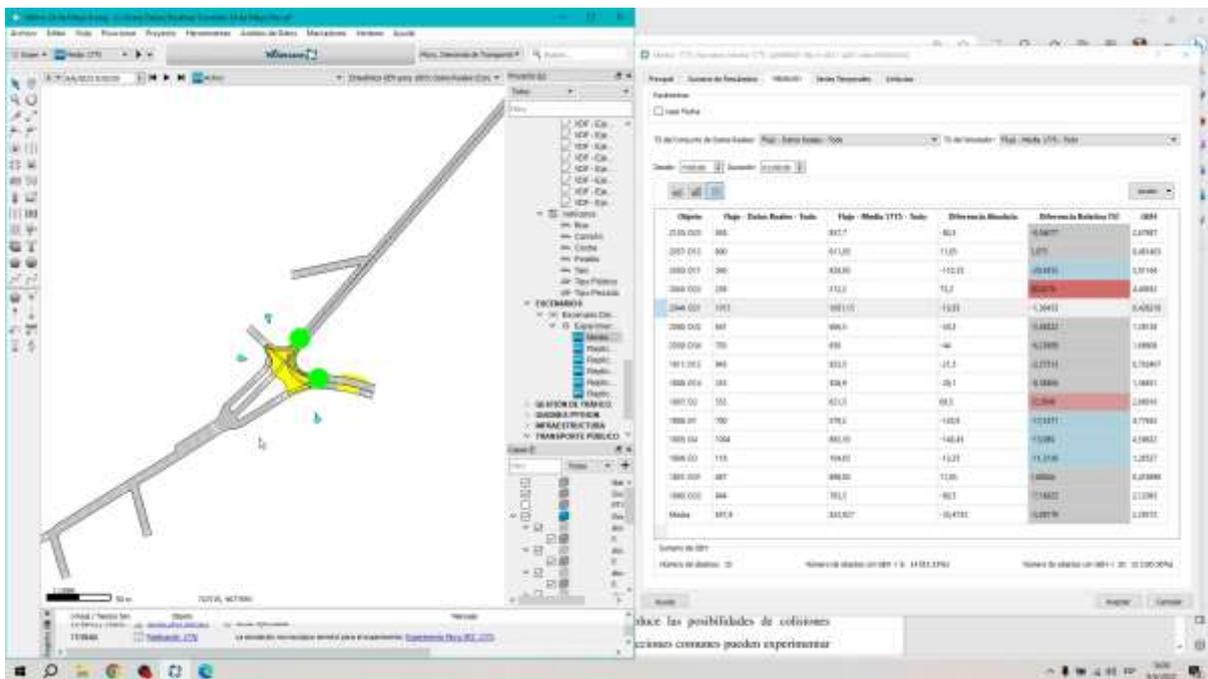
Detectores de control de vehículos modelados en software AimsunTM



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27.

Vista general de los detectores de vehículos ubicados en la intersección modelados en software Aimsun™

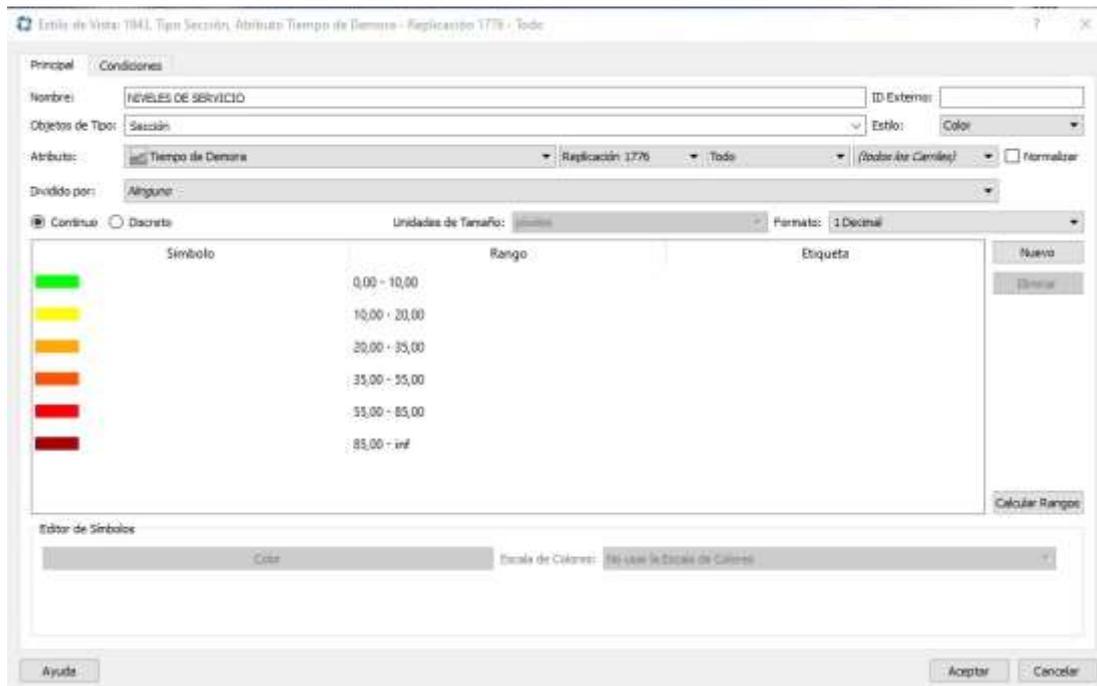


Fuente: Elaboración propia.

- Se configuran los tiempos de espera en función de la Tabla 2 con el objetivo de que el programa pueda clasificar los diferentes carriles por nivel de servicio A, B, C, D, E o F.

Figura 28.

Condiciones de niveles de servicio modelados en software Aimsun™



Fuente: Elaboración propia.

- Se toma la media de mínimo 5 simulaciones con el objetivo de asegurar el correcto procesamiento de resultados obtenidos a partir de los datos ingresados como información.

5.3 Simulaciones de tráfico con el estado actual de la intersección, año 2023.

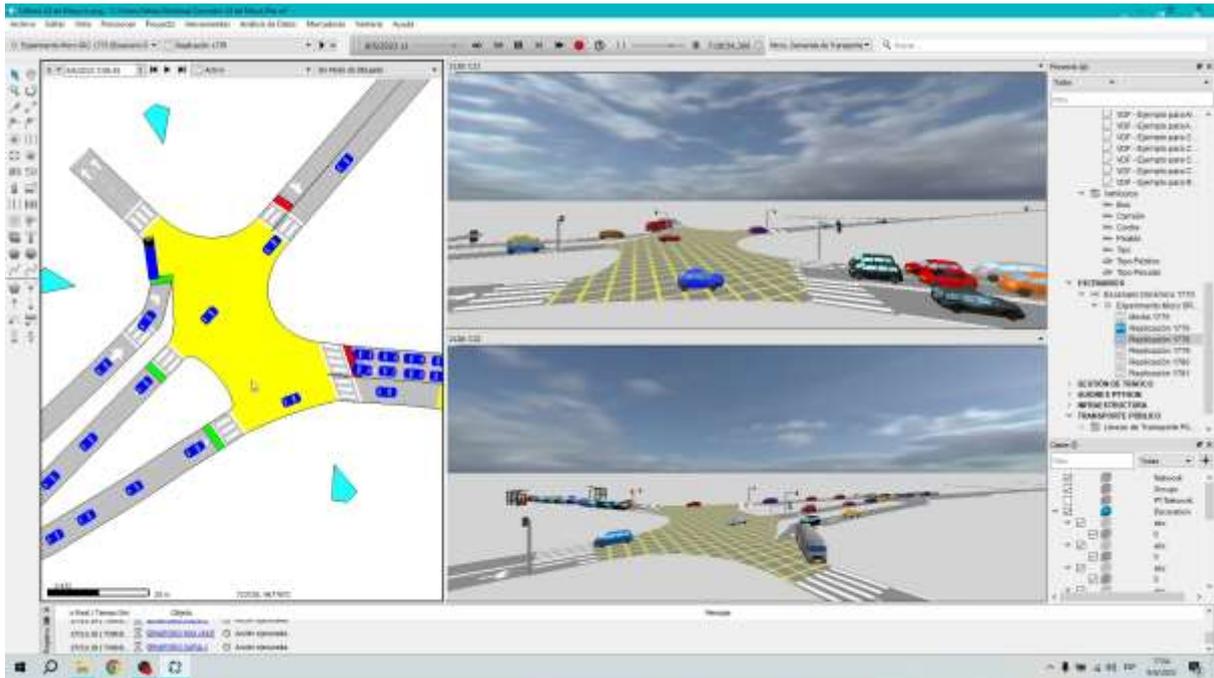
Con los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se procede con la simulación de tránsito en la intersección en el software Aimsun TM, este programa es una herramienta que permite predecir el tráfico a futuro, utilizando una inteligencia artificial en tiempo real y datos previamente ingresados; además, ofrece grandes beneficios en:

- Administración de incidentes
- Aplicaciones de autopistas inteligentes
- Gestión de la calidad del aire
- Tarifa de congestión
- Información de transporte en tiempo real
- Cambio de ruta multimodal (Aimsun, Aimsun web site, 2023).

El proceso del pronóstico del tránsito a futuro comienza con una precisa simulación del tráfico en la intersección durante el presente; al permitir ingresar las matrices de origen-destino en el software, es posible conocer la capacidad actual del área de estudio, es decir los niveles de servicio para cada estación. A continuación, se presenta una vista en 2D y 3D de la simulación realizada en el software.

Figura 29.

Vista panorámica 2D y 3D de los resultados obtenidos en software AimsunTM.



Fuente: Elaboración propia.

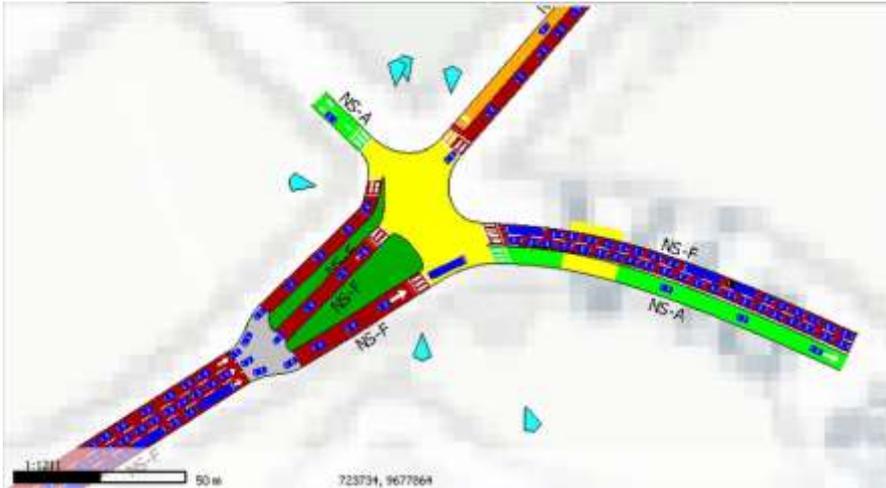
Figura 30.

Vista 3D de la simulación en perspectiva de un automóvil situado en la zona de análisis modelado en software Aimsun™



Fuente: Elaboración propia.

La simulación en el estado actual de la intersección se la hizo con los datos obtenidos de la hora pico, siendo esta información la resultante del día 02 de diciembre de 2022 durante la hora comprendida entre las 06:30 y las 07:30, se emplean también los números indicados en la *Tabla 22*, con la finalidad de conocer cuáles serán los niveles de servicio en el año presente (2023). Posteriormente, se realiza la



Intersección	Estaciones	Izquierda	Frente	Derecha
		↶	↷	↷
11	E1		F	F
	E2	C		A
	E3	F	F	F
	E4			

Fuente: Elaboración propia.

Se observa un cambio significativo en el nivel de servicio del carril proveniente de la parroquia El Valle hasta el ingreso a la intersección respecto a la Figura 31, llegando hasta un nivel de servicio F; además de la Av. 24 de Mayo en la zona este de la intersección donde los niveles también se han visto afectados negativamente en ambos sentidos de flujo.

5.5 Simulaciones de tráfico con la propuesta de solución, año 2043.

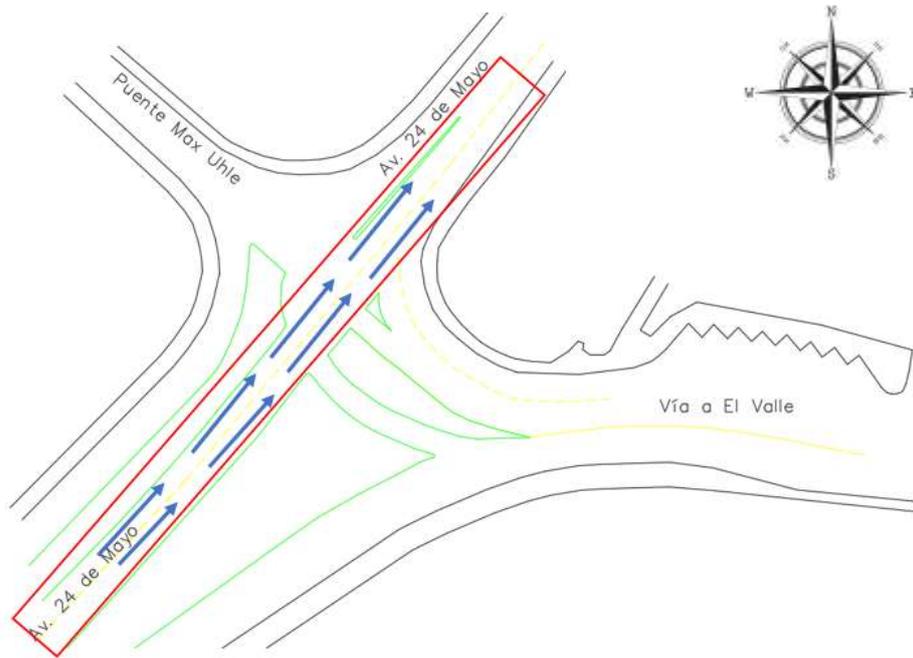
En base a los resultados de niveles de servicio obtenidos en la sección anterior, se establece dónde deben efectuarse cambios para mejorar el flujo vehicular en la intersección, siendo estos en donde se presentan los niveles de servicio más bajos como E y F.

5.5.1 Propuesta.

En base a la configuración geométrica presente de la Av. 24 de Mayo y en vista de la fila de automóviles que se produce en la entrada de la intersección 3, se expone esta alternativa de solución realizando primeramente un incremento de circulación de uno a dos carriles en la vía central con sentido Suroeste a Noreste, los mismos que se mantendrán a lo largo de la Av. 24 de Mayo.

Figura 33.

Vista de la alternativa de incremento de un carril en Av. 24 de Mayo.

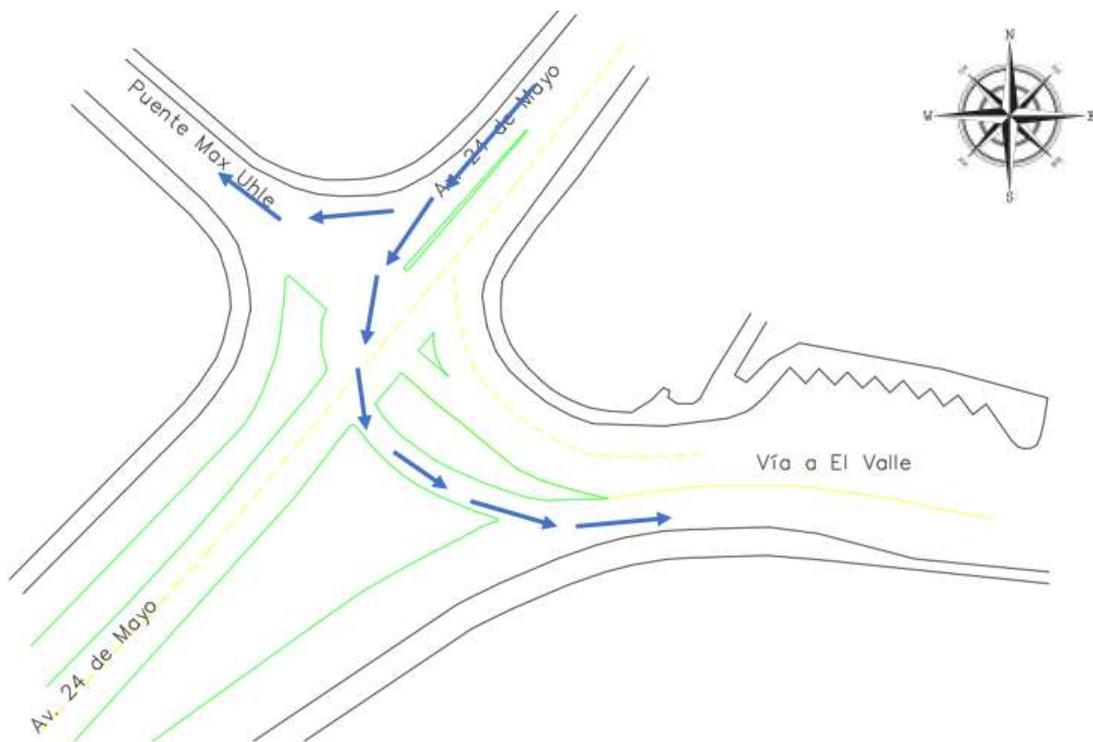


Fuente: Elaboración propia.

Luego, se incrementará un carril en sentido Noreste a Este de modo que permita el giro desde la Av. 24 de mayo hacia la vía a El valle con la finalidad agilizar esta maniobra y alivianar el tráfico de los carriles de la estación 1.

Figura 34.

Vista de la alternativa de incremento de un carril desde la Av. 24 de Mayo hacia la vía a El Valle

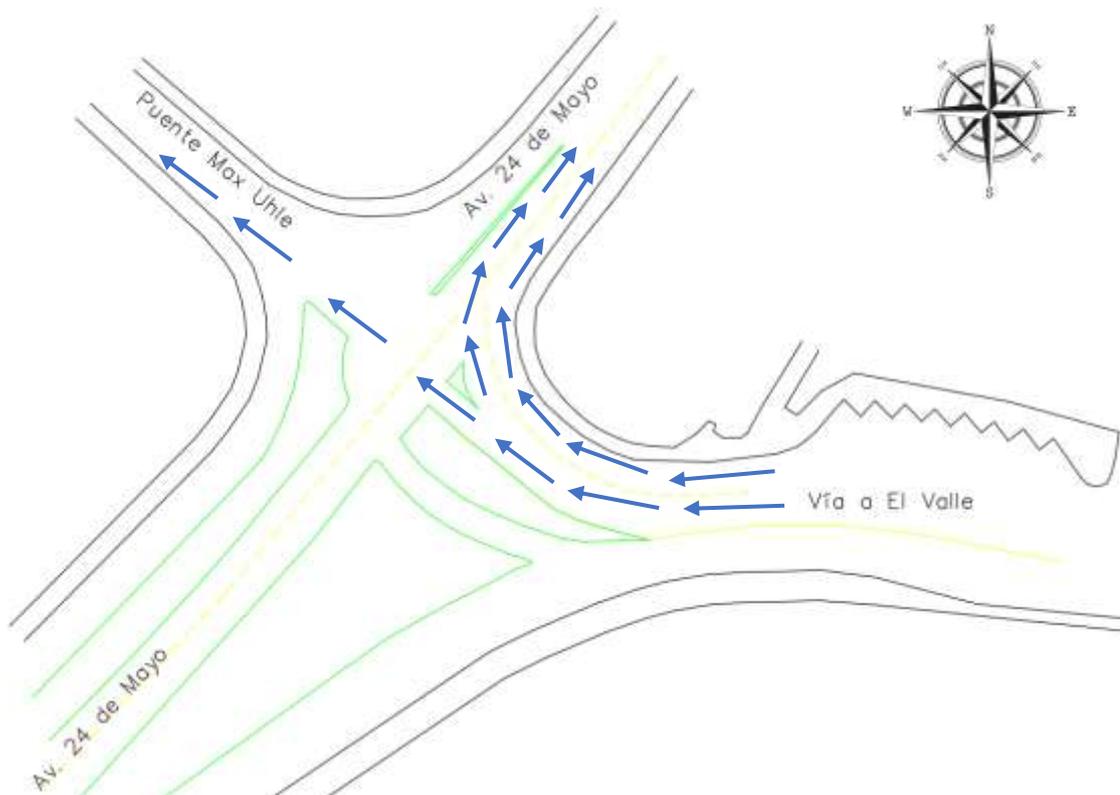


Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, el flujo de los vehículos en el carril que ingresan de la vía al valle será unilateral, contará con una bifurcación que permitirá continuar por la misma vía, cruzando la intersección hacia el puente Max Uhle y la incorporación a la Av. 24 de mayo.

Figura 35.

Vista de la alternativa de incremento de un carril desde la vía a El Valle hacia el puente Max Uhle.



Fuente: Elaboración propia.

5.5.2 Resultados de solución propuesta.

Una vez definidos los cambios a realizarse expuestos anteriormente en la intersección, se procede a la simulación de dicha propuesta de solución con los datos de hora pico para el año 2043 en cada sentido de giro correspondiente, se obtuvieron los siguientes resultados de niveles de servicio:

Figura 36

Niveles de servicio en la intersección para el año 2043 (Propuesta de solución)



Intersección	Estaciones	Izquierda	Frente	Derecha
		↶	↑	↷
I1	E1		A	A
	E2	B		A
	E3	D	C	A
	E4			

Fuente: Elaboración propia.

Como es posible observar, con la solución propuesta se logra mejorar los niveles de servicio en los carriles donde más conflicto se da.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Introducción

Una vez obtenidos los resultados mediante el software y haber realizado un amplio análisis de la información obtenida in situ, de la Av. 24 de Mayo y Vía al valle, se evidencio que en la intersección existe un congestionamiento vehicular elevado, sobre todo en la Av. 24 de mayo. Así mismo, se debe tener en cuenta que el nivel de servicio en el que se encuentra la intersección no está en la capacidad de cumplir con las necesidades demandadas por los usuarios, las mismas que radican principalmente en velocidad y confort a lo largo del cruce, recalcando que esta se encuentra con niveles de servicio que

varían entre “C” a “F” los cuales pueden llegar a ser considerables como deficientes dentro del tema de movilidad vial.

6.2 Análisis de la alternativa propuesta

Se considero como alternativa una modificación geométrica de las calles que conforman la intersección, al igual que los parterres y bordillo existentes en la misma. Además, se debe tener en cuenta que los grupos de ciclos semafóricos configurados en la intersección a futuro deberán dar abastecimiento para que la intersección se mantenga en un nivel de servicio esencial. Por este motivo, deberían incrementar sus planes o permitirse una mayoración en sus tiempos de avance.

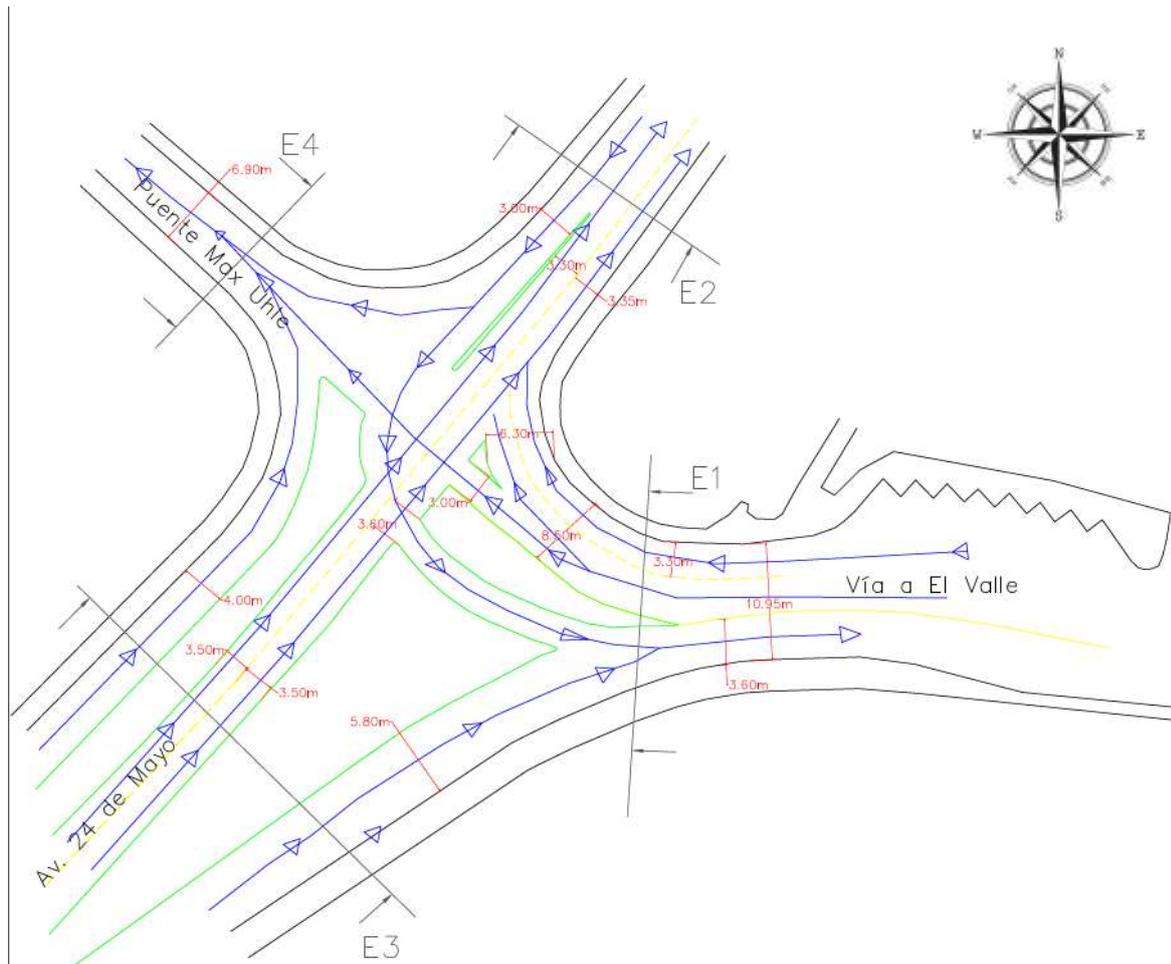
En función de los resultados obtenidos de la Figura 36, se demuestra que efectivamente, es una solución al problema del congestionamiento en la intersección en base a los niveles de servicio obtenidos, los cuales mejoran considerablemente garantizando niveles de servicio de A, B y C, siendo el peor caso un nivel D, en comparación al estado actual de la geometría la cual no es adecuada para soportar el volumen de tránsito vehicular demandado en la intersección de la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle que presenta niveles de servicio F.

6.3 Diseño geométrico

A continuación, se presentará la propuesta planteada anteriormente estructurada en el diseño geométrico que permite visualizar la posibilidad de construir dicha solución y optimizar el flujo de tráfico en la zona de análisis. Se pretenden mantener las pendientes transversales existentes y realizar la mínima intervención posible en la infraestructura presente con el objetivo de minimizar costos, ahorrar indemnizaciones y garantizar su correcto funcionamiento.

Figura 37.

Diseño geométrico de la alternativa propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Cronograma

En la *Figura 36* se establecen plazos o calendarios para la ejecución de la alternativa planteada con su ruta crítica correspondiente, la misma que servirá para dar un correcto control y seguimiento a la obra.

Figura 38.

Cronograma de ejecución de obra para la alternativa propuesta.

CRONOGRAMA VALORADO							PERIODOS	
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total	1	2
1	501774	Replanteo y nivelacion	m	100.00	0.89	89.00	100.00	0.00
							100.00	0.00
							89.00	0.00
2	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	24.07	1.99	47.91	100.00	0.00
							24.07	0.00
							47.91	0.00
3	549005	Excavación manual en suelo sin clasificar	m3	13.20	12.79	168.83	100.00	0.00
							13.20	0.00
							168.83	0.00
4	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	32.27	1.98	63.90	100.00	0.00
							32.27	0.00
							63.90	0.00
5	503004	Demolicion de bordillo de hormigón de hasta 15x40 cm	m	66.00	2.06	135.96	100.00	0.00
							66.00	0.00
							135.96	0.00
6	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	32.27	2.22	71.65	100.00	0.00
							32.27	0.00
							71.65	0.00
7	506007	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km	m3-km	32.27	0.23	7.42	100.00	0.00
							32.27	0.00
							7.42	0.00
8	548004	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	161.40	1.36	219.50	100.00	0.00
							161.40	0.00
							219.50	0.00
9	505004	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	32.28	31.93	1030.70	100.00	0.00
							32.28	0.00
							1030.70	0.00
10	548005	Base Clase II conformación y compactación con equipo pesado	m3	24.21	37.04	896.74	100.00	0.00
							24.21	0.00
							896.74	0.00
11	513014	Malla electrosoldada 15cm x 15cm x 7.0mm	m2	161.40	7.76	1252.46	100.00	0.00
							161.40	0.00
							1252.46	0.00
12	529001	Losa de pavimento hormigón f'c (28) = 300 kg/cm2	m3	32.28	166.44	5 372.68	100.00	0.00
							32.28	0.00
							5 372.68	0.00
13	548030	Bordillo incorporado de 15x40 cm, f'c = 210Kg/cm2 (doble encofrado)	m	41.00	237.58	9 740.78	100.00	0.00
							41.00	0.00
							9 740.78	0.00
14	531707	Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m	u	3.00	336.90	1010.70	100.00	0.00
							3.00	0.00
							1010.70	0.00
15	531696	Letreros de Información del Proyecto (Socio Comunidad)	u	3.00	374.47	1 123.41	100.00	0.00
							3.00	0.00
							1 123.41	0.00
16	549A9Q	Señalización vertical (Información de destino)	u	5.00	236.47	1 182.35	100.00	0.00
							5.00	0.00
							1 182.35	0.00
17	534699	Pintura para señalización de tráfico con franjadora, ancho de franja de 12.5cm	m	5 700.00	0.96	5 472.00	87.50	12.50
							4 987.50	712.50
							4 788.00	684.00
18	549119	Reubicacion de poste H.A. hasta 12 m con máquina	u	3.00	75.67	227.01	0.00	100.00
							0.00	3.00
							0.00	227.01
TOTAL:						28 113.01		
INVERSION MENSUAL							27 202.00	911.01
AVANCE PARCIAL EN %							96.76	3.24
INVERSION ACUMULADA							27 202.00	28 113.01
AVANCE ACUMULADO EN %							96.76	100.00

Presupuesto

En la *Figura 37* se muestra el presupuesto que estimo para la construcción, operación y mantenimiento de la alternativa propuesta anteriormente

Figura 39.

Presupuesto de ejecución de obra para la alternativa propuesta

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	501774	Replanteo y nivelacion	m	100.00	0.89	89.00
2	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	24.07	1.99	47.91
3	549005	Excavación manual en suelo sin clasificar	m3	13.20	12.79	168.83
4	506002	Cargado de material con minicargadora	m3	32.27	1.98	63.90
5	503004	Demolición de bordillo de hormigón de hasta 15x40 cm	m	66.00	2.06	135.96
6	506005	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	32.27	2.22	71.65
7	506007	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km	m3-km	32.27	0.23	7.42
8	548004	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	161.40	1.36	219.50
9	505004	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	32.28	31.93	1 030.70
10	548005	Base Clase II conformación y compactación con equipo pesado	m3	24.21	37.04	896.74
11	513014	Malla electrosoldada 15cm x 15cm x 7.0mm	m2	161.40	7.76	1 252.46
12	528001	Losa de pavimento hormigón f'c (28) = 300 kg/cm2	m3	32.28	166.44	5 372.68
13	548030	Bordillo incorporado de 15x40 cm, f'c = 210Kg/cm2 (doble encofrado)	m	41.00	237.58	9 740.78
14	531707	Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m	u	3.00	336.90	1 010.70
15	531696	Letreros de Información del Proyecto (Socio Comunidad)	u	3.00	374.47	1 123.41
16	549A9Q	Señalización vertical (Información de destino)	u	5.00	236.47	1 182.35
17	534699	Pintura para señalización de tráfico con franjadora, ancho de franja de 12.5cm	m	5 700.00	0.96	5 472.00
18	549119	Reubicacion de poste H.A. hasta 12 m con máquina	u	3.00	75.67	227.01
SUBTOTAL						28 113.00
					12 %	3 373.56
TOTAL						31 486.56

Son: TREINTA Y UNO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS CON 56/100 DÓLARES

Fuente: Elaboración propia.

Ambos fueron obtenidos con el software InterPro.

CONCLUSIONES

- El congestionamiento en la zona estudiada se debe al creciente número de vehículos con el que cuenta el parque automotor de Cuenca, el cual genera: tiempos de viaje largos, contaminación ambiental, contaminación sonora, estrés por parte de los usuarios, este elevado número de vehículos se aglomeran en la intersección de estudio debido a que conecta a tres distintas zonas de la ciudad. La posibilidad de ingresar a la Vía al Valle es la principal causa del flujo entorpecido de tránsito desde la Av. 24 de Mayo, la misma que a su vez permite además de

dirigirse a parroquias El Valle, Santa Ana y Quingeo, reincorporarse a la vía de flujo rápido E35, que conecta la ciudad de Azogues con Cuenca. Adicionalmente, se evidencia que la intersección no se encuentra en un nivel de servicio óptimo por lo que es necesario, una intervención geométrica que permita mejorar la capacidad de la misma. Finalmente, es importante recalcar la gran influencia que causa la presencia de la Unidad Educativa Manuela Garaicoa de Calderón, misma que genera una atracción de tráfico significativa a la zona de estudio, además de causar estancamientos por el parqueo incorrecto en las vías por parte de transportistas y padres de familia.

- Una vez analizados los diferentes escenarios de proyecciones de tránsito en la intersección a 20 años (año 2043), se puede evidenciar la presencia de niveles de servicio F. Por lo cual, se ha planteado una solución integral que engloba principalmente una modificación estructural en los anchos de carriles y la generación de un carril nuevo que va en sentido Noroeste a Este desde la Av. 24 de mayo hacia la vía a El Valle. En consecuencia, se logra garantizar niveles de servicio de A en E1 (Vía al Valle y puente Max Uhle), A y B en E2 (Zona Noreste de Av. 24 de Mayo), A, C y D en E3 (Zona Suroeste de Av. 24 de Mayo) y A en E4 (Puente Max Uhle), los cuales se mantendrán a lo largo de 20 años como fue planteado el periodo de análisis, asegurando un correcto flujo en función a la demanda máxima horaria.
- La alternativa planteada reduce las demoras de tráfico en función a los niveles de servicio presentados en el anterior punto, generando un flujo más dinámico de automóviles con la construcción de carriles y modificando el flujo automovilístico, no solo a lo largo de la intersección sino también del corredor de la Av. 24 de Mayo. En consecuencia, se disminuyen las demoras hasta menos de diez (10) segundos por vehículo que corresponde a un nivel de servicio A, entre diez (10) y veinte (20) segundos por vehículo para un nivel B, veinte (20) y treinta y cinco (35) segundos por vehículos en un nivel C y un nivel D, el cual presenta demoras entre treinta y cinco (35) y cincuenta y cinco (55) segundos por vehículo.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar periódicamente la calibración de las fases de los ciclos semafóricos en la intersección en función de la hora de máxima demanda ya que de este modo también se ayudaría a reducir y mejorar el flujo de tránsito por la zona de estudio.
- Realizar programas educación vial por parte del GAD Municipal de Cuenca y/o estrategias por parte de la EMOV EP para concientizar y evitar paradas que entorpezcan el flujo vial sobre todo en la zona del colegio Manuela Garaicoa de Calderón ya que esto puede generar grandes filas de vehículos innecesarias en horas pico de máxima demanda.
- El GAD Municipal de Cuenca en conjunto con la empresa EMOV EP deben analizar la influencia que tendrá la construcción del supermercado MEGAMAXI que entrará en funcionamiento posteriormente a la fecha de realizado este estudio.

REFERENCIAS

- Aimsun. (31 de 01 de 2023). Acerca de Aimsun Next. Obtenido de <https://www.aimsun.com/es/vision-general-de-aimsun-next/>
- Aimsun. (2023). *Aimsun web site*. Recuperado el 2023, de <https://www.aimsun.com/es/gestion-del-transporte-en-tiempo-real/>
- Alkhatib, A. (2020). Proposed simple low cost system for road traffic counting. *International Journal of Systems Control and Communications*, 11. doi:<https://doi.org/10.1504/ijsc.2020.110851>
- Alkhatib, A., Mohammad, Z., & Maria, E. (2021). ROAD TRAFFIC Management SOLUTIONS. *International Conference on Information Technology*, 558-564. doi:10.1109/ICIT52682.2021.9491720.
- Bañón, L., & Beviá, J. (2000). *Manual de carreteras*. (C. d. Ortiz e Hijos, Ed.) España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10045/1788>
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito FUNDAMENTOS Y APLICACIONES* (9a ed.). México: Alfaomega Grupo Editor.
- Carrera , G. (26 de Abril de 2022). *CENEC*. Obtenido de CENEC: <https://preuniversitarios-cenec.com/normas-apa/#:~:text=M%C3%A1rgenes%3A%20los%20m%C3%A1rgenes%20deben%20ser,l%C3%ADneas%2C%20exceptuando%20figuras%20y%20tablas>.
- Delgado, D., López, L., Pita , W., & Ortiz , E. (2020). Análisis del tránsito vehicular, alternativas y soluciones a congestionamientos en la Avenida América, entre avenida Manabí y calle Ramón Fernández-Portoviejo-Manabí. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnologías: RIEMAT*. doi:<https://doi.org/10.33936/riemat.v5i2.2541>
- Desmira, D., Bakar, N., Nurtanto, M., & Sunardi, S. (2022). A smart traffic light using a microcontroller based on the fuzzy logic. *International Journal of Artificial Intelligence*. doi:<https://doi.org/10.11591/ijai.v11.i3.pp809-818>
- El Mercurio. (23 de Septiembre de 2021). Cada vez circulan más vehículos en Cuenca. Obtenido de <https://elmercurio.com.ec/2021/09/23/cada-vez-circulan-mas-vehiculos-en-cuenca/#:~:text=Actualmente%20se%20estima%20que%20hay,%3B%20y%20en%202020%3A%2087.581>.
- EMOV. (06 de 11 de 2023). *emov*. Obtenido de emov: <https://www.emov.gob.ec/quienes-somos/>
- Ganji, A., Zhang, M., & Hatzopoulou, M. (2022). Traffic volume prediction using aerial imagery and sparse data from road counts. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 141. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103739>.
- Gao, F., Yang, B., Chen, C., Guan, X., & Zhang, Y. (2022). Distributed Urban Freeway Traffic Optimization Considering Congestion Propagation. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(14), 12155-12165. doi:10.1109/JIOT.2021.3133877
- INEC. (16 de mayo de 2023). *INEC*. Obtenido de Proyecciones Poblacionales: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>

- INEN. (2011). *OBRAS PUBLICAS*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuatoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- Jalali, H., Gholamhosseinian, A., & Seitz, J. (2022). Distributed Vehicular Communication Protocols for Autonomous Intersection Management. *Procedia Computer Science*, 150-157. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.03.022>
- Li, G., Lai, W., Sui, X., Li, X., Qu, X., Zhang, T., & Li, Y. (2020). Influence of traffic congestion on driver behavior in post-congestion driving. *Accident Analysis & Prevention*, 141. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105508>
- Meena, G., Sharma, D., & Mahrishi, M. (2020). Traffic Prediction for Intelligent Transportation System using Machine Learning. *2020 3rd International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering: Machine Learning and Internet of Things (ICETCE)*, 145-148. doi:10.1109/ICETCE48199.2020.9091758
- Mejía, I. (2017). *Análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular que se produce en la Av. 24 de Mayo y Vía al Valle, de la ciudad de Cuenca. (Master's thesis)*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28111>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecu. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial* (Vol. 2). Quito.
- Mohamed, N., & Radwan, I. (2022). Traffic light control design approaches: a systematic literature review. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. doi:<http://doi.org/10.11591/ijece.v12i5.pp5355-5363>
- MUNICIPALIDAD DE CUENCA. (2015). *ALCALDÍA DE CUENCA*. Obtenido de <https://www.cuenca.gob.ec/content/plan-de-movilidad>
- Municipalidad de Cuenca. (2015). *Plan de Movilidad y Espacios Públicos PMEP*. Cuenca.
- OMS. (2023). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1
- Pratelli, A., Leandri, P., Aiello, R., & Souleyrette, R. (2021). Intersection Redesign for Network Resilience and Safety. *Promet - Traffic & Transportation*, 297-308. doi:<https://doi.org/10.7307/ptt.v33i2.3554>
- Raffaniello, A., Bauer, M., Safiuddin, M., & El-Hakim, M. (2022). Traffic and Climate Impacts on Rutting and Thermal Cracking in Flexible and Composite Pavements. *Infrastructures*, 100. doi:<https://doi.org/10.3390/infrastructures7080100>
- Ramesh, K., Lakshna, A., & Renjith, P. (2020). Smart Traffic Congestion model in IoT-A Review. *2020 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 651-658. doi:<https://doi.org/10.1109/ICECA49313.2020.9297631>
- Ravish, R., & Swamy, S. (2021). Intelligent Traffic Management: A Review of Challenges, Solutions, and Future Perspectives. *Transport and Telecommunication Journal*, 163-182. doi:<https://doi.org/10.2478/ttj-2021-0013>
- Rivera, J. (2007). *METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL TRANSITO MEDIO DIARIO. Saber*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427739433010>
- Salem, M., Abbas, S., Ghazal, T., Adnan, M., Sahawneh, N., & Ahmad, M. (2022). Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using

- machine learning techniques. *Egyptian Informatics Journal*, 23, 417-426.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.eij.2022.03.003>
- Solís, J., Salazar, L., Romero, V., & Solís, A. (2022). Congestión Vehicular y Contaminación Ambiental en Lima Metropolitana. *Revista Lasallista de Investigación*, 152-164.
doi:<https://doi.org/10.22507/rli.v19n1a9>
- Tarek, Z., Verdezoto, A., Felix, F., Montes, C., Beatriz, O., & Roa, O. (2020). ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍA PRINCIPAL EN GUAYAQUIL-ECUADOR ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION FOR THE IMPROVEMENT OF A MAIN ROAD IN GUAYAQUIL- ECUADOR.
doi:[10.13140/RG.2.2.21905.04960](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21905.04960)
- Thomason, C. (2017). *Landscape and Aesthetics Design Manual*. Recuperado el 05 de 06 de 2023, de Texas Department of Transportation:
http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/lad/lad_mn.htm
- Tišljarić, L., Carić, T., & Gama, T. (2021). Spationtemporal Road Traffic anomaly Detection: A Tensor-Based Approach. doi:<https://doi.org/10.3390/app112412017>
- Transport Simulation System. (2014). *Aimsum 8.0 User's Manual*.
- Transportation Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual* (Vol. 3: Interrupted Flow). Washington, D.C: National Research Council.
- University of Puerto Rico. (15 de Diciembre de 2021). *Sistema de Bibliotecas*. Obtenido de Sistema de Bibliotecas:
<https://uprrp.libguides.com/c.php?g=985694&p=7256047#:~:text=Sirven%20para%3A,que%20planteamos%20en%20nuestro%20trabajo.>
- Usikalu, M., Okere, A., Ayambisi, O., Adagunodo, T., & Babarimisa, I. (2019). Design and construction of density based traffic control system. *Earth and Environmental science*, 331.
doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/331/1/012047>
- Velásquez, J. (2021). ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR DE DOS INTERSECCIONES CON MAYOR DEMANDA DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA UTILIZANDO CÁMARAS DE VIDEOVIGILANCIA Y LA METODOLOGÍA HCM 2010, EN EL AÑO 2018. Obtenido de <https://hdl.handle.net/115>

ANEXOS

Anexo 1.

Conteo de tráfico: Intersección 1, estación 1

0-15	179	723	88	849	71	230	134	523	348	1488	137	485	0	0	276	833	0	0	995	707	2798
15-30	182	684	89	912	42	177	129	482	378	1238	19	458	0	0	388	1053	0	0	594	700	2542
30-45	173	651	89	910	50	170	120	482	328	1181	110	400	0	0	283	1031	0	0	559	671	2423
45-60	180	604	172	888	47	160	132	452	388	1214	122	388	0	0	284	970	0	0	595	730	2373
0-15	129	527	21	940	38	170	103	414	272	1071	97	343	0	0	228	928	0	0	349	438	2222
15-30	149	904	87	1379	25	168	89	453	38	1047	91	323	0	0	236	954	0	0	500	602	2388
30-45	126	470	206	676	48	179	98	379	388	1068	95	328	0	0	222	953	0	0	542	621	2238
45-60	112	470	98	823	49	180	94	377	318	1039	80	328	0	0	239	983	0	0	477	606	2211
0-15	16	478	88	649	36	174	102	376	348	1059	67	328	0	0	257	980	0	0	500	585	2204
15-30	195	441	88	667	46	177	89	347	328	1068	86	340	0	0	239	950	0	0	486	571	2204
30-45	126	473	83	658	48	197	95	390	341	1078	95	367	0	0	250	970	0	0	516	596	2241
45-60	121	468	172	654	42	185	93	342	326	1082	91	359	0	0	236	974	0	0	489	592	2253
0-15	39	471	177	642	30	195	73	337	327	1092	78	375	0	0	227	1000	0	0	485	588	2254
15-30	127	520	88	803	56	217	94	385	348	1144	103	421	0	0	295	1008	0	0	525	608	2289
30-45	121	569	99	875	47	223	82	395	348	1188	97	452	0	0	298	1096	0	0	512	594	2438
45-60	124	583	98	845	52	224	88	410	358	1241	97	452	0	0	262	1009	0	0	527	607	2433
0-15	188	594	118	848	61	228	101	433	388	1274	124	458	0	0	237	1041	0	0	516	608	2477
15-30	176	800	128	994	62	237	124	442	385	1288	134	442	0	0	281	1032	0	0	542	647	2548
30-45	125	631	118	877	58	228	104	404	388	1173	97	407	0	0	249	1032	0	0	473	589	2588
45-60	128	636	103	862	54	228	104	405	388	1222	100	445	0	0	294	1088	0	0	572	683	2711
0-15	134	596	94	728	62	227	109	434	418	1251	111	483	0	0	288	1079	0	0	537	683	2784
15-30	127	646	111	717	51	223	96	402	418	1236	99	447	0	0	301	1061	0	0	588	687	2727
30-45	130	625	104	733	58	216	109	369	428	1253	106	447	0	0	306	1037	0	0	617	700	2816
45-60	105	568	109	679	55	212	103	387	412	1171	138	458	0	0	284	1057	0	0	632	714	2879
0-15	124	569	173	849	59	208	99	394	385	1279	105	423	0	0	270	1032	0	0	588	644	2488
15-30	120	580	107	679	44	190	103	409	327	1034	99	428	0	0	237	992	0	0	481	556	2468
30-45	100	681	108	870	64	201	123	440	347	1085	115	438	0	0	288	1011	0	0	587	682	2539
45-60	105	595	108	875	49	208	109	434	328	1044	106	438	0	0	248	970	0	0	524	622	2589
0-15	145	595	104	882	51	210	103	431	338	1059	102	419	0	0	241	964	0	0	526	620	2488
15-30	181	667	108	884	47	208	102	414	338	1088	109	419	0	0	236	988	0	0	596	638	2582
30-45	184	847	108	849	62	213	109	453	332	1187	112	422	0	0	245	1040	0	0	538	632	2588
45-60	185	824	108	847	67	217	117	444	328	1195	95	425	0	0	242	1062	0	0	512	599	2572

0-15	157	583	166	666	33	224	106	461	359	1566	102	464	0	0	263	1125	0	0	263	1125	
15-30	121	536	144	663	60	260	141	434	437	1587	112	477	0	0	290	1128	0	0	290	1128	
30-45	141	598	166	683	57	267	100	403	369	1519	116	515	0	0	267	1133	0	0	267	1133	
45-60	164	623	190	682	74	278	114	396	401	1525	134	551	0	0	305	1147	0	0	305	1147	
0-15	110	617	163	680	69	272	79	380	380	1467	115	557	0	0	266	1091	0	0	266	1091	
15-30	183	655	164	663	67	297	110	401	369	1430	150	594	0	0	295	1142	0	0	295	1142	
30-45	166	610	165	644	68	316	93	385	375	1494	152	584	0	0	281	1149	0	0	281	1149	
45-60	158	606	168	622	68	305	98	376	343	1502	140	581	0	0	249	1164	0	0	249	1164	
0-15	148	602	166	608	94	298	100	385	403	1501	152	582	0	0	217	1164	0	0	217	1164	
15-30	138	558	145	590	86	272	94	344	373	1452	140	536	0	0	302	1106	0	0	302	1106	
30-45	162	541	143	595	57	259	84	324	383	1438	149	525	0	0	296	1069	0	0	296	1069	
45-60	154	484	154	604	61	268	87	322	342	1396	141	475	0	0	249	1024	0	0	249	1024	
0-15	104	454	148	584	68	280	79	328	354	1365	106	449	0	0	259	1023	0	0	259	1023	
15-30	121	446	150	586	73	285	74	323	359	1379	129	454	0	0	265	1024	0	0	265	1024	
30-45	105	405	152	618	66	279	82	307	341	1397	99	425	0	0	251	990	0	0	251	990	
45-60	124	401	134	612	73	279	93	299	311	1360	115	428	0	0	248	953	0	0	248	953	
0-15	96	374	150	608	73	276	74	278	368	1351	111	424	0	0	260	917	0	0	260	917	
15-30	80	373	182	563	67	258	58	272	377	1286	100	404	0	0	231	899	0	0	231	899	
30-45	101	378	146	518	66	254	74	295	304	1213	102	385	0	0	214	894	0	0	214	894	
45-60	97	345	130	480	70	238	72	274	302	1168	111	360	0	0	212	860	0	0	212	860	
0-15	95	315	111	461	55	215	68	250	303	1118	91	324	0	0	242	819	0	0	242	819	
15-30	85	276	131	443	63	220	81	224	304	1042	81	310	0	0	226	747	0	0	226	747	
30-45	68	322	108	398	50	205	53	184	259	967	77	371	0	0	180	697	0	0	180	697	
45-60	67	313	111	375	47	199	48	169	252	889	75	366	0	0	171	637	0	0	171	637	
0-15	56	302	93	334	60	190	42	164	227	782	77	348	0	0	170	572	0	0	170	572	
15-30	131	284	86	300	48	158	41	151	229	696	142	308	0	0	176	513	0	0	176	513	
30-45	59	194	85	282	44	131	38	142	181	600	72	201	0	0	120	424	0	0	120	424	
45-60	56	172	70	250	38	114	43	128	145	528	57	171	0	0	106	380	0	0	106	380	
0-15	38	133	59	232	28	98	29	100	141	494	37	140	0	0	111	344	0	0	111	344	
15-30	41	95	68	173	21	70	32	71	133	353	35	103	0	0	87	233	0	0	87	233	
30-45	37	54	53	105	27	49	24	39	109	220	42	68	0	0	76	146	0	0	76	146	
45-60	17	17	52	52	22	22	15	15	111	111	26	26	0	0	70	70	0	0	70	70	
10 104		10 547			3 915		488		7 299		23 390		7 721	0	18 140		0	0	18 140	1649	
MOTOS	1 024		911							1 985		807									

Anexo 6.

Hojas de clasificación manual de datos de conteo obtenidos.

Vinas 2

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE TRÁFICO, URDIDO EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN CUSICA

SERVICIO DE TRÁFICO - CENTRO POLIVALENTE SALESIANA

FECHA: 7-12-2024

UBICACIÓN: Depejado

HORA INICIO: 08:00

HORA FIN: 03:00



PERIODO DE OBSERVACIÓN	HORAS	VEHÍCULO	MOTOCICLETA	TIPO DE VEHÍCULO								MOTOCICLETA	MOTOCICLETA		
				1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700				
08:00-09:00	1	1	1											1	1
09:00-10:00	1	1	1											1	2
10:00-11:00	1	1	1											1	1
11:00-12:00	1	1	1												
12:00-13:00	1	1	1												
13:00-14:00	1	1	1												
14:00-15:00	1	1	1												
15:00-16:00	1	1	1												
16:00-17:00	1	1	1												
17:00-18:00	1	1	1												
18:00-19:00	1	1	1												
19:00-20:00	1	1	1												
20:00-21:00	1	1	1												
21:00-22:00	1	1	1												
22:00-23:00	1	1	1												
23:00-24:00	1	1	1												

Vinas

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE TRÁFICO, URDIDO EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN CUSICA

SERVICIO DE TRÁFICO - CENTRO POLIVALENTE SALESIANA

FECHA: 7-12-2024

UBICACIÓN: Depejado

HORA INICIO: 08:00

HORA FIN: 03:00



PERIODO DE OBSERVACIÓN	HORAS	VEHÍCULO	MOTOCICLETA	TIPO DE VEHÍCULO								MOTOCICLETA	MOTOCICLETA		
				1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700				
08:00-09:00	1	1	1											3	1
09:00-10:00	1	1	1											1	1
10:00-11:00	1	1	1											6	1
11:00-12:00	1	1	1											1	1
12:00-13:00	1	1	1											1	1
13:00-14:00	1	1	1											1	1
14:00-15:00	1	1	1											1	1
15:00-16:00	1	1	1											1	1
16:00-17:00	1	1	1											1	1
17:00-18:00	1	1	1											1	1
18:00-19:00	1	1	1											1	1
19:00-20:00	1	1	1											1	1
20:00-21:00	1	1	1											1	1
21:00-22:00	1	1	1											1	1
22:00-23:00	1	1	1											1	1
23:00-24:00	1	1	1											1	1

Viam

DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN DE TRÁFICO, UBICADO EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN EUGENIA

ESTADO DE TRÁFICO - LINEA VOLUNTARIA DE SERVICIO



SALESIANA

FECHA: 12-11-2021
 UBICACIÓN: Depegado
 HORA: 08:00
 SERVIDOR: 0100

PREOCUPACIÓN	SERVIDOR	SERVICIO	TIEMPO DE TRÁFICO								OTRO	OBSERVACIONES	
			08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45			
08:00-08:15	1	1	1	1	1								
08:15-08:30	2	2	2	2	2								
08:30-08:45	3	3	3	3	3								
08:45-09:00	4	4	4	4	4								
09:00-09:15	5	5	5	5	5								
09:15-09:30	6	6	6	6	6								
09:30-09:45	7	7	7	7	7								
09:45-10:00	8	8	8	8	8								
10:00-10:15	9	9	9	9	9								
10:15-10:30	10	10	10	10	10								

Viam

DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN DE TRÁFICO, UBICADO EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN EUGENIA

ESTADO DE TRÁFICO - LINEA VOLUNTARIA DE SERVICIO



SALESIANA

FECHA: 12-11-2021
 UBICACIÓN: Depegado
 HORA: 09:00
 SERVIDOR: 0100

PREOCUPACIÓN	SERVIDOR	SERVICIO	TIEMPO DE TRÁFICO								OTRO	OBSERVACIONES	
			09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45			
09:00-09:15	1	1	1	1	1								
09:15-09:30	2	2	2	2	2								
09:30-09:45	3	3	3	3	3								
09:45-10:00	4	4	4	4	4								
10:00-10:15	5	5	5	5	5								
10:15-10:30	6	6	6	6	6								
10:30-10:45	7	7	7	7	7								
10:45-11:00	8	8	8	8	8								
11:00-11:15	9	9	9	9	9								
11:15-11:30	10	10	10	10	10								

Anexo 7.

Levantamiento de información topográfica mediante RTK.

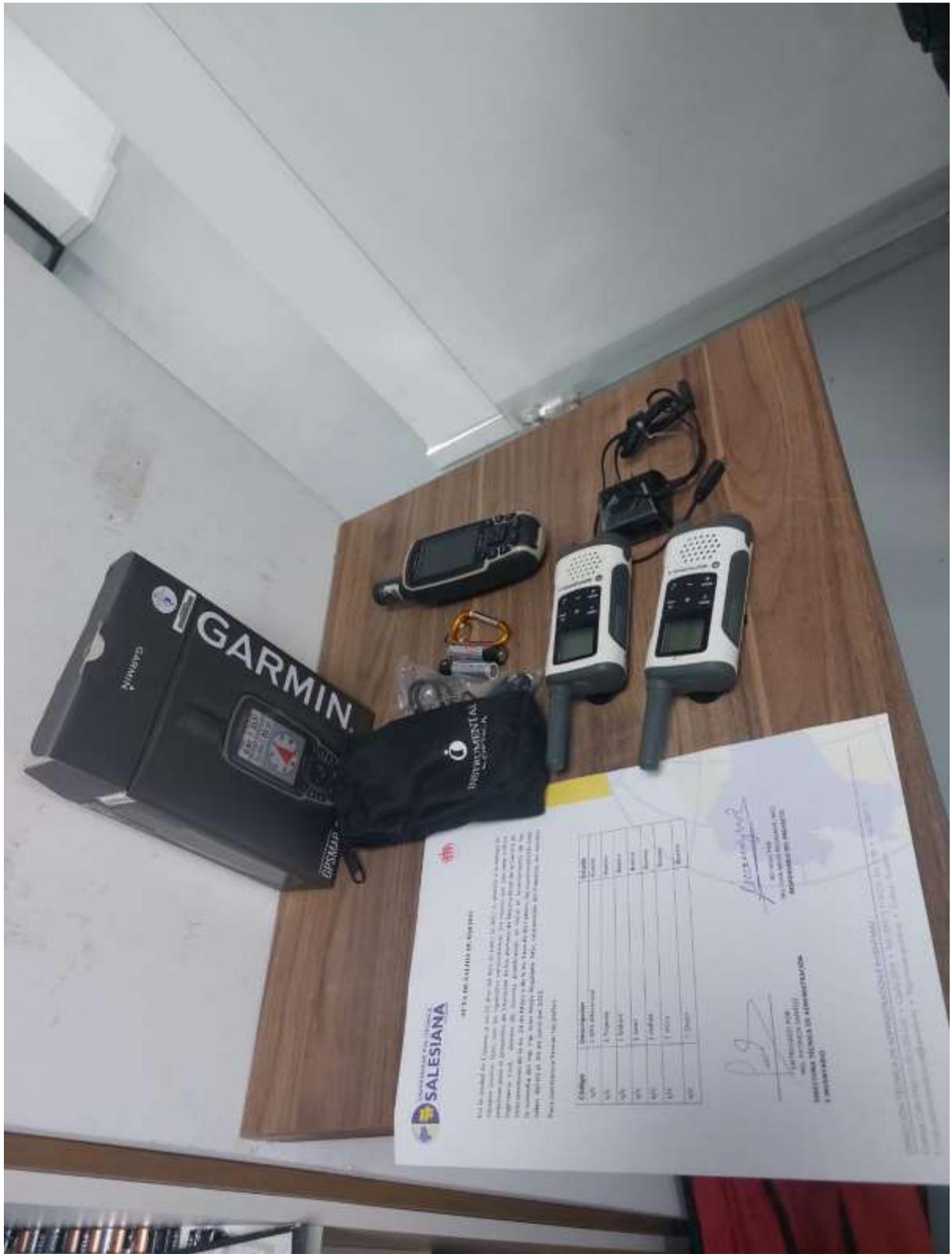




Anexo 8.

Equipos utilizados para realizar levantamientos topográficos







Anexo 9.

Análisis de Precios Unitarios (APU's)

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501774
Descrip.: Replanteo y nivelación
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101001	Equipo de nivelación	Hora	1.00000	2.50	0.03700	0.09	12.16%
102001	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	0.03700	0.01	1.35%
Subtotal de Equipo:						0.10	13.51%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	0.10000	0.85		0.09	12.16%
202001	Clavos	kg	0.05000	1.91		0.10	13.51%
Subtotal de Materiales:						0.19	25.68%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	0.03700	0.15	20.27%	
403001	Topógrafo (En Construcción - Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	0.03700	0.16	21.62%	
402001	Cadenero (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	0.03700	0.14	18.92%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.45	60.81%

Costo Directo Total: 0.74

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.15

Precio Unitario Total	0.89
------------------------------------	-------------

Son: CON 89/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 504279
Descrip.: Excavación a máquina con retroexcavadora
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105005	Retroexcavadora	Hora	1.00000	25.00	0.03850	0.96	57.83%
Subtotal de Equipo:						0.96	57.83%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	3.00	4.05	0.03850	0.47	28.31%	
405003	Operador de retroexcavadora (Estr. Oc. C1 Grupo I)	1.00	4.29	0.03850	0.17	10.24%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.01540	0.06	3.61%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.70	42.17%

Costo Directo Total: 1.66

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.33

Precio Unitario Total	1.99
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 99/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 549005
Descrip.: Excavación manual en suelo sin clasificar
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
108001	Herramienta menor de carpintería	Hora	1.00000	0.25	2.25000	0.56	5.25%
Subtotal de Equipo:						0.56	5.25%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	2.25000	9.11	85.46%	
408003	Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	0.23000	0.99	9.29%	
Subtotal de Mano de Obra:					10.10	94.75%	

Costo Directo Total: 10.66

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.13

Precio Unitario Total	12.79
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 79/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506002
Descrip.: Cargado de material con minicargadora
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105014	Minicargadora con aditamentos	Hora	1.00000	20.00	0.05850	1.17	70.91%
Subtotal de Equipo:						1.17	70.91%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	0.05850	0.24	14.55%	
407004	Operador de miniexcavadora / minicargadora con sus aditamentos (Estr. Oc. C2 Grupo II)	1.00	4.09	0.05850	0.24	14.55%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.48	29.09%

Costo Directo Total: 1.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.33

Precio Unitario Total	1.98
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 98/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503004
Descrip.: Demolición de bordillo de hormigón de hasta 15x40 cm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102001	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	0.06000	0.02	1.16%
105014	Minicargadora con aditamentos	Hora	1.00000	20.00	0.06000	1.20	69.36%
Subtotal de Equipo:						1.22	70.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	0.06000	0.24	13.87%	
407001	Operador de martillo punzon neumatico (Estr. Oc. C2 Grupo II)	1.00	4.09	0.06000	0.25	14.45%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.00600	0.02	1.16%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.51	29.48%

Costo Directo Total: 1.73

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.35

Precio Unitario Total	2.08
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 08/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506005
Descrip.: Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
114002	Volqueta de 8 m3	hora	1.00000	22.00	0.04400	0.97	52.43%
Subtotal de Equipo:						0.97	52.43%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
202006	Pago por concepto de disposición de materiales en escombrera	m3	1.00000	0.63		0.63	34.05%
Subtotal de Materiales:						0.63	34.05%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
406001	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)	1.00	5.62	0.04400	0.25	13.51%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.25	13.51%

Costo Directo Total: 1.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.37

Precio Unitario Total	2.22
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 22/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506007

Descripción: Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, distancia > 6 Km

Unidad: m3-km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
114002	Volqueta de 8 m3	hora	1.00000	22.00	0.00700	0.15	78.95%
Subtotal de Equipo:						0.15	78.95%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
406001	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)	1.00	5.62	0.00700	0.04	21.05%	
Subtotal de Mano de Obra:					0.04	21.05%	

Costo Directo Total: 0.19

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.04

Precio Unitario Total	0.23
------------------------------------	-------------

Son: CON 23/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 548004
Descrip.: Subrasante conformación y compactación con equipo pesado
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105009	Motoniveladora	Hora	1.00000	55.00	0.00850	0.47	41.59%
105010	Rodillo Vibratorio	Hora	1.00000	35.00	0.00850	0.30	26.55%
105063	Tanquero de agua (min. 3000 galones)	Hora	1.00000	20.00	0.00850	0.17	15.04%
Subtotal de Equipo:						0.94	83.19%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	0.00850	0.07	6.19%	
405005	Operador de motoniveladora (Estr. Oc. C1 Grupo I)	1.00	4.29	0.00850	0.04	3.54%	
407003	Operador de rodillo autopropulsado	1.00	4.09	0.00850	0.03	2.65%	
406002	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)	1.00	5.62	0.00850	0.05	4.42%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.19	16.81%

Costo Directo Total: 1.13

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.23

Precio Unitario Total	1.36
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 36/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 505004
Descrip.: Sub base conformación y compactación con equipo pesado
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105009	Motoniveladora	Hora	1.00000	55.00	0.03500	1.93	7.25%
105010	Rodillo Vibratorio	Hora	1.00000	35.00	0.01500	0.53	1.99%
105063	Tanquero de agua (min. 3000 galones)	Hora	1.00000	20.00	0.01500	0.30	1.13%
102001	Herramientas varias	Hora	2.00000	0.40	0.03500	0.03	0.11%
Subtotal de Equipo:						2.79	10.48%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
202005	Agua	l	40.00000	0.01		0.40	1.50%
208003	Sub base puesta en obra	m3	1.30000	17.00		22.10	83.05%
Subtotal de Materiales:						22.50	84.55%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	7.00	4.05	0.03500	0.99	3.72%	
405005	Operador de motoniveladora (Estr. Oc. C1 Grupo I)	1.00	4.29	0.03500	0.15	0.56%	
407003	Operador de rodillo autopropulsado	1.00	4.09	0.01500	0.06	0.23%	
406002	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)	1.00	5.62	0.01500	0.08	0.30%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.01000	0.04	0.15%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.32	4.96%

Costo Directo Total: 26.61

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.32

Precio Unitario Total	31.93
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y UNO CON 93/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 548005
Descrip.: Base Clase II conformación y compactación con equipo pesado
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105009	Motoniveladora	Hora	1.00000	55.00	0.03500	1.93	6.25%
105010	Rodillo Vibratorio	Hora	1.00000	35.00	0.01500	0.53	1.72%
105063	Tanquero de agua (min. 3000 galones)	Hora	1.00000	20.00	0.01500	0.30	0.97%
102001	Herramientas varias	Hora	2.00000	0.40	0.03500	0.03	0.10%
Subtotal de Equipo:						2.79	9.04%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
208005	Base Clase II, puesta en obra	m3	1.32000	20.00		26.40	85.52%
202005	Agua	l	40.00000	0.01		0.40	1.30%
Subtotal de Materiales:						26.80	86.82%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	7.00	4.05	0.03500	0.99	3.21%	
405005	Operador de motoniveladora (Estr. Oc. C1 Grupo I)	1.00	4.29	0.03500	0.15	0.49%	
407003	Operador de rodillo autopropulsado	1.00	4.09	0.01500	0.06	0.19%	
406002	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)	1.00	5.62	0.01500	0.08	0.26%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.28	4.15%

Costo Directo Total: 30.87

COSTOS INDIRECTOS

20 % 6.17

Precio Unitario Total	37.04
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y SIETE CON 04/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513014
Descrip.: Malla electrosoldada 15cm x 15cm x 7.0mm
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102001	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	0.10000	0.04	0.61%
Subtotal de Equipo:						0.04	0.61%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
214028	Malla electrosoldada R-257 (6.25x2.40) 7.0mm 15 x 15	u	0.06667	83.72		5.58	85.71%
Subtotal de Materiales:						5.58	85.71%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	0.10000		0.81	12.44%
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.02000		0.08	1.23%
Subtotal de Mano de Obra:						0.89	13.67%

Costo Directo Total: 6.51

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.30

Precio Unitario Total	7.81
------------------------------------	-------------

Son: SIETE CON 81/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 528001
Descrip.: Losa de pavimento hormigón f'c (28) = 300 kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
100030	Vibrador de concreto	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	1.08%
101014	Platina para juntas de hormigón	Hora	1.00000	0.02	0.50000	0.01	0.01%
102001	Herramientas varias	Hora	7.00000	0.40	0.50000	1.40	1.01%
Subtotal de Equipo:						2.91	2.09%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
507005	Hormigón simple f'c = 300 kg/cm2	m3	1.05000	115.13		120.89	86.88%
Subtotal de Materiales:						120.89	86.88%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	%
401001	Peón (Est. Oc. E2)	4.00	4.05	0.50000	8.10	5.82%	
402003	Albañil (Estr. Oc. D2)	3.00	3.87	0.50000	5.81	4.18%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.35000	1.43	1.03%	
Subtotal de Mano de Obra:						15.34	11.02%

Costo Directo Total: 139.14

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.83

Precio Unitario Total	166.97
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SESENTA Y SEIS CON 97/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 507005
Descrip.: Hormigón simple f'c = 300 kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105039	Concreteira de un saco	Hora	1.00000	3.75	0.78000	2.93	2.53%
102001	Herramientas varias	Hora	5.00000	0.40	0.78000	1.56	1.34%
Subtotal de Equipo:						4.49	3.87%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209001	Cemento Portland Tipo I puesto en obra	saco	8.40000	7.00		58.80	50.69%
208009	Arena puesta en obra	m3	0.70000	20.00		14.00	12.07%
208008	Grava puesta en obra	m3	1.00000	19.50		19.50	16.81%
202005	Agua	l	180.00000	0.01		1.80	1.55%
Subtotal de Materiales:						94.10	81.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Peón (Est. Oc. E2)	5.00	4.05	0.78000		15.80	13.62%
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.39000		1.60	1.38%
Subtotal de Mano de Obra:						17.40	15.00%

Costo Directo Total: 115.99

COSTOS INDIRECTOS

20 % 23.20

Precio Unitario Total	139.19
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO TREINTA Y NUEVE CON 19/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 548030
Descrip.: Bordillo incorporado de 15x40 cm, f'c = 210Kg/cm2 (doble encofrado)
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102001	Herramientas varias	Hora	3.00000	0.40	0.71400	0.86	0.43%
100030	Vibrador de concreto	Hora	1.00000	3.00	0.71400	2.14	1.07%
Subtotal de Equipo:						3.00	1.51%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
507003	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2	m3	1.00000	107.11		107.11	53.79%
512008	Encofrado metálico chaflán para bordillo, h=30cm	m	20.00000	3.98		79.60	39.97%
Subtotal de Materiales:						186.71	93.76%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	0.71400	5.78	2.90%	
402003	Albañil (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	0.71400	2.76	1.39%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.21420	0.88	0.44%	
Subtotal de Mano de Obra:						9.42	4.73%

Costo Directo Total: 199.13

COSTOS INDIRECTOS

20 % 39.83

Precio Unitario Total	238.96
------------------------------------	---------------

Son: DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO CON 96/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 507003
Descrip.: Hormigón simple f'c = 210 kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
105039	Concreteira de un saco	Hora	1.00000	3.75	0.76000	2.85	2.66%
102001	Herramientas varias	Hora	5.00000	0.40	0.76000	1.52	1.42%
Subtotal de Equipo:						4.37	4.08%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
209001	Cemento Portland Tipo I puesto en obra	saco	7.50000	7.00		52.50	49.02%
208009	Arena puesta en obra	m3	0.60000	20.00		12.00	11.20%
208008	Grava puesta en obra	m3	1.00000	19.50		19.50	18.21%
202005	Agua	l	180.00000	0.01		1.80	1.68%
Subtotal de Materiales:						85.80	80.10%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	5.00	4.05	0.76000	15.39	14.37%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.38000	1.55	1.45%	
Subtotal de Mano de Obra:						16.94	15.82%

Costo Directo Total: 107.11

COSTOS INDIRECTOS

20 % 21.42

Precio Unitario Total	128.53
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO VEINTE Y OCHO CON 53/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 512008
Descrip.: Encofrado metálico chaflán para bordillo, h=30cm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101010	Encofrado metálico chaflán para bordillo, h=30cm	Hora	2.00000	0.18	1.00000	0.36	8.98%
102001	Herramientas varias	Hora	2.00000	0.40	0.07000	0.06	1.50%
Subtotal de Equipo:						0.42	10.47%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	2.00000	0.85		1.70	42.39%
202001	Clavos	kg	0.50000	1.91		0.96	23.94%
Subtotal de Materiales:						2.66	66.33%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	0.07000	0.57	14.21%	
402003	Albañil (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	0.07000	0.27	6.73%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.02100	0.09	2.24%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.93	23.19%

Costo Directo Total: 4.01

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.80

Precio Unitario Total	4.81
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 81/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 531707
Descrip.: Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
109001	Equipo de suelda	Hora	1.00000	0.75	12.00000	9.00	3.21%
102001	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	12.00000	4.80	1.71%
103004	Compresor 2 HP	Hora	1.00000	1.00	12.00000	12.00	4.27%
Subtotal de Equipo:						25.80	9.19%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
245001	Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	pla	1.10000	17.10		18.81	6.70%
202008	Suelda	kg	1.50000	2.46		3.69	1.31%
202013	Varios	global	2.00000	1.60		3.20	1.14%
203005	Pintura anticorrosiva	gl	0.20000	19.13		3.83	1.36%
2A1001	Pintura Reflectiva	gl	0.15000	25.00		3.75	1.34%
513002	Acero estructural en perfiles, suministro y montaje con equipo manual	Kg	21.72000	3.46		75.15	26.77%
Subtotal de Materiales:						108.43	38.62%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
408001	Maestro electrico/iniero/subestacion (Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	12.00000	51.48	18.34%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	12.00000	48.60	17.31%	
402007	Pintor (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	12.00000	46.44	16.54%	
Subtotal de Mano de Obra:						146.52	52.19%

Costo Directo Total: 280.75

COSTOS INDIRECTOS

20 % 56.15

Precio Unitario Total 336.90

Son: TRESCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 90/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513002
Descripción: Acero estructural en perfiles, suministro y montaje con equipo manual
Unidad: Kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102001	Herramientas varias	Hora	2.00000	0.40	0.12500	0.10	2.89%
109001	Equipo de suelda	Hora	1.00000	0.75	0.12500	0.09	2.60%
Subtotal de Equipo:						0.19	5.49%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
219001	Perfil laminado de acero	Kg	1.05000	1.35		1.42	41.04%
202008	Suelda	kg	0.10000	2.46		0.25	7.23%
Subtotal de Materiales:						1.67	48.27%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	0.12500	1.01	29.19%	
408001	Maestro electrico/iniero/subestacion (Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	0.12500	0.54	15.61%	
404001	Técnico obras civiles (Estr. Oc. C2)	1.00	4.09	0.01250	0.05	1.45%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.60	46.24%

Costo Directo Total: 3.46

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.69

Precio Unitario Total	4.15
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 15/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 531696
Descrip.: Letreros de Información del Proyecto (Socio Comunidad)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102001	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	8.00000	3.20	1.03%
109001	Equipo de suelda	Hora	1.00000	0.75	8.00000	6.00	1.92%
Subtotal de Equipo:						9.20	2.95%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
202008	Suelda	kg	3.00000	2.46		7.38	2.36%
202013	Varios	global	2.00000	1.60		3.20	1.03%
217005	Tool 1/32" (1,2 x 2,4 m)	pla	1.00000	18.48		18.48	5.92%
217006	Tubo cuadrado estructural 2x2"	u	1.50000	22.58		33.87	10.85%
219053	Tubo cuadrado de 3x3" x 6m	u	1.00000	32.00		32.00	10.25%
246001	Adhesivo Reflectivo para letreros de tool 2.4x1.2m	u	1.00000	110.25		110.25	35.33%
Subtotal de Materiales:						205.18	65.75%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	8.00000	32.40	10.38%	
402003	Albañil (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	8.00000	30.96	9.92%	
408001	Maestro electrico/linero/subestacion (Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	8.00000	34.32	11.00%	
Subtotal de Mano de Obra:						97.68	31.30%

Costo Directo Total: 312.06

COSTOS INDIRECTOS

20 % 62.41

Precio Unitario Total	374.47
------------------------------------	---------------

Son: TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 47/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 549A9Q
Descrip.: Señalización vertical (Información de destino)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101012	Equipo de pintura	Hora	1.00000	0.20	11.00000	2.20	1.12%
109001	Equipo de suelda	Hora	1.00000	0.75	11.00000	8.25	4.19%
108001	Herramienta menor de carpintería	Hora	1.00000	0.25	11.00000	2.75	1.40%
Subtotal de Equipo:						13.20	6.70%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
245001	Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	pla	0.11000	17.10		1.88	0.95%
219007	Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	0.03300	9.80		0.32	0.16%
219008	Perfil C 80x40x4mm, 6m	u	0.42000	14.17		5.95	3.02%
203018	Pintura esmalte brillante.	gl	0.02000	8.26		0.17	0.09%
203005	Pintura anticorrosiva	gl	0.04000	19.13		0.77	0.39%
202026	Sello para señalizacion vertical	u	1.00000	38.00		38.00	19.28%
202008	Suelda	kg	1.00000	2.46		2.46	1.25%
Subtotal de Materiales:						49.55	25.14%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	11.00000	44.55	22.61%
402007	Pintor (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	11.00000	42.57	21.60%
408001	Maestro electrico/iniero/subestacion (Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	11.00000	47.19	23.95%
Subtotal de Mano de Obra:					134.31	68.16%

Costo Directo Total: 197.06

COSTOS INDIRECTOS

20 % 39.41

Precio Unitario Total	236.47
------------------------------------	---------------

Son: DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 47/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 534699
Descrip.: Pintura para señalización de tráfico con franjadora, ancho de franja de 12.5cm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102001	Herramientas varias	Hora	1.00000	0.40	0.02000	0.01	1.25%
107006	Equipo de señalización vial-line lazer auto layout	Hora	1.00000	25.00	0.00200	0.05	6.25%
Subtotal de Equipo:						0.06	7.50%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
203007	Pintura de tráfico (acrílica)	gl	0.01400	24.98		0.35	43.75%
203019	Microesferas de silice	kg	0.04300	4.50		0.19	23.75%
203022	Disolvente para pintura de tráfico	gl	0.00200	12.50		0.03	3.75%
Subtotal de Materiales:						0.57	71.25%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	1.00	4.05	0.02000	0.08	10.00%	
402007	Pintor (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	0.02000	0.08	10.00%	
407010	Operador de tractor de ruedas (barredora, cegadora, rodillo remolcado, franjeadora)	1.00	4.09	0.00200	0.01	1.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.17	21.25%

Costo Directo Total: 0.80

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.16

Precio Unitario Total 0.96

Son: CON 96/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

Código: 549119
Descrip.: Reubicacion de poste H.A. hasta 12 m con máquina
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
111001	Camión grúa de 10 Ton.	Hora	1.00000	32.00	1.00000	32.00	50.39%
108001	Herramienta menor de carpintería	Hora	3.00000	0.25	1.00000	0.75	1.18%
Subtotal de Equipo:						32.75	51.57%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
208011	Piedra puesta en obra	m3	0.60000	22.00		13.20	20.79%
Subtotal de Materiales:						13.20	20.79%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Peón (Est. Oc. E2)	2.00	4.05	1.00000	8.10	12.76%	
402008	Electricista (Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	1.00000	3.87	6.09%	
408001	Maestro electrico/linero/subestacion (Estr. Oc. C1)	1.00	4.29	0.30000	1.29	2.03%	
405006	Operador de grúa estacionaria (Estr. Oc. C1 Grupo I)	1.00	4.29	1.00000	4.29	6.76%	
Subtotal de Mano de Obra:						17.55	27.64%

Costo Directo Total: 63.50

COSTOS INDIRECTOS

20 % 12.70

Precio Unitario Total	76.20
------------------------------------	--------------

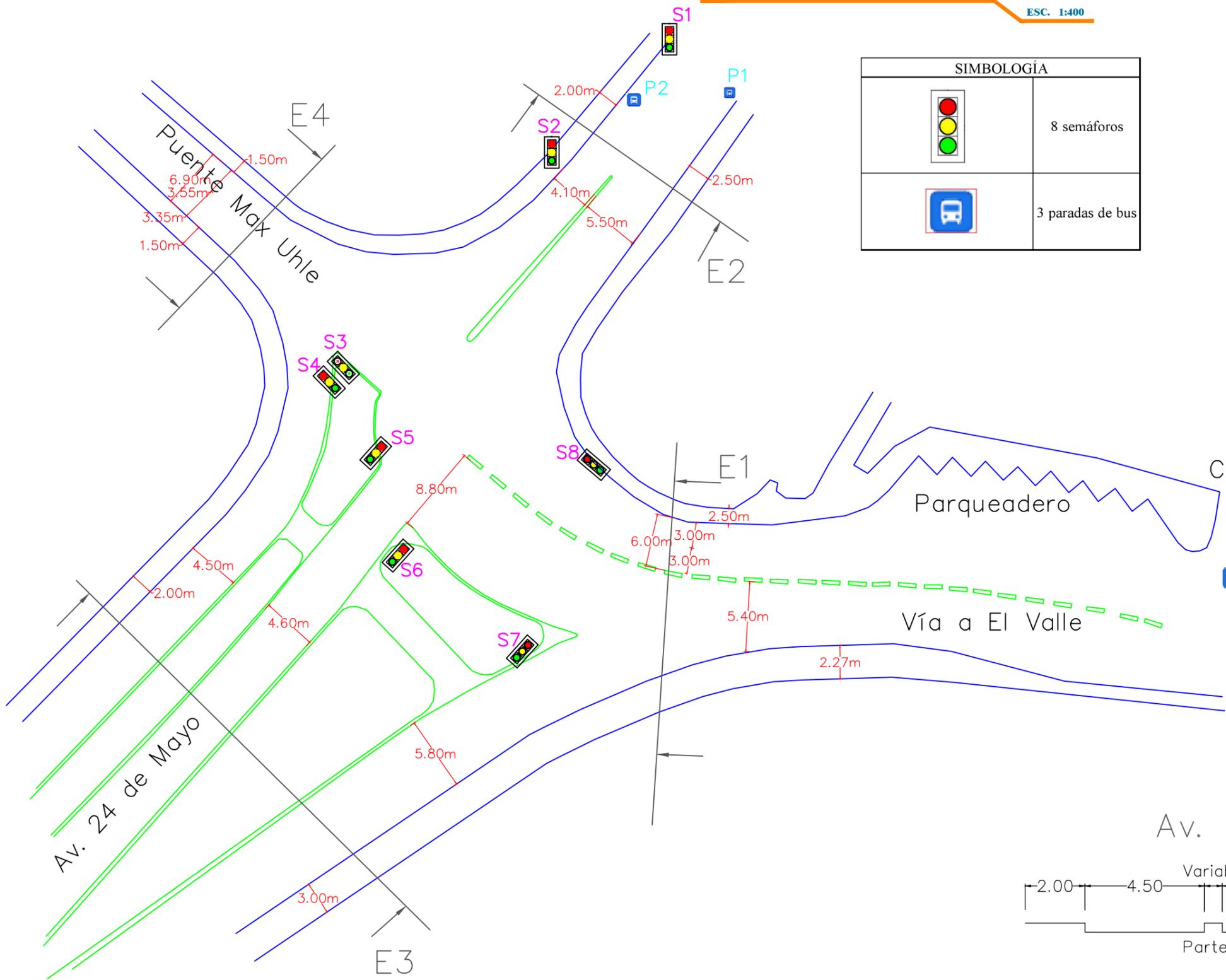
Son: SETENTA Y SEIS CON 20/100 DÓLARES

Anexo 10.

Planos del levantamiento topográfico e intervención geométrica de la Av. 24 de Mayo y Camino al Valle.

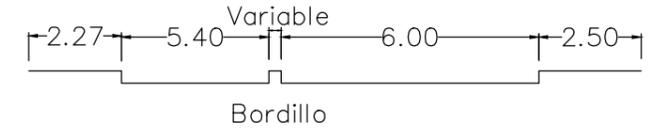
PLANTA Y SECCIONES TRANSVERSALES

ESC. 1:400



SIMBOLOGÍA	
	8 semáforos
	3 paradas de bus

Camino a El Valle (E1)



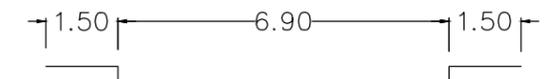
Av. 24 de Mayo (E2)



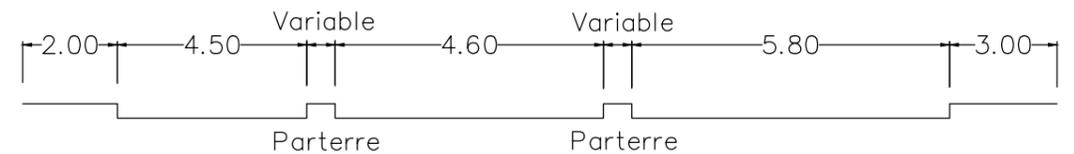
COLEGIO MANUELA DE GARAICOA

Parqueadero

Puente Max Uhle (E4)



Av. 24 de Mayo (E3)



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO: **ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN INTEGRAL AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR QUE SE PRODUCE EN LA AV. 24 DE MAYO Y VÍA AL VALLE, DE LA CIUDAD DE CUENCA.**

PROYECTISTAS: JONHATAN CÓRDOVA, DOUGLAS TINOCO.

DIBUJO: JONHATAN CÓRDOVA, DOUGLAS TINOCO.
REVISÓ: Ing. IVÁN MEJÍA REGALADO. MSc.
DISEÑO: JONHATAN CÓRDOVA, DOUGLAS TINOCO.
APRUEBA: Ing. IVÁN MEJÍA REGALADO. MSc.

PLANO: **LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO y TAGUIMÉTRICO DE LA INTERSECCIÓN: AV. 24 DE MAYO y VÍA A EL VALLE**

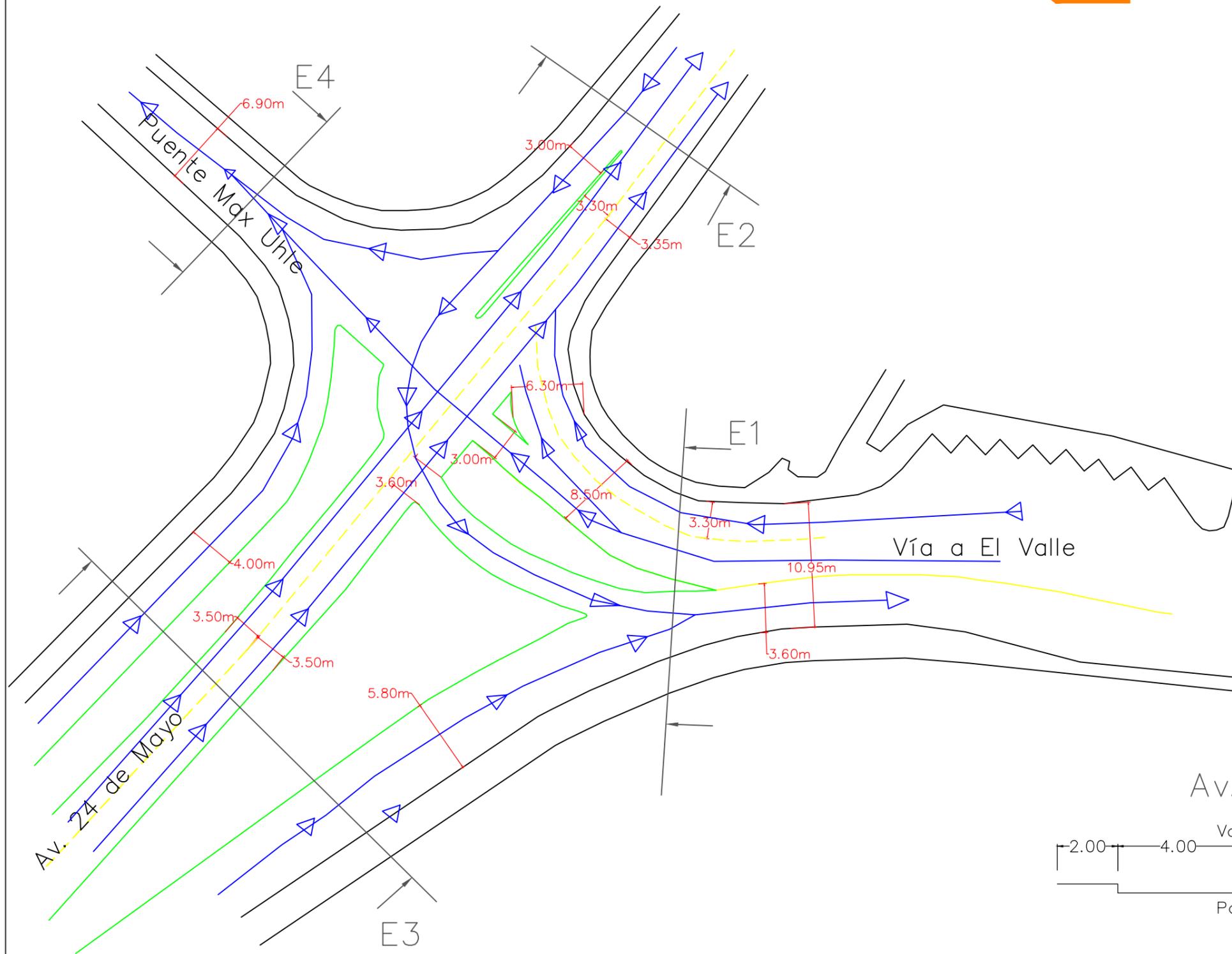
REGION: CUENCA
PROVINCIA: AZUAY
DISTRITO: 01D02

ESCALA: 1:400
FECHA: JUNIO - 2023

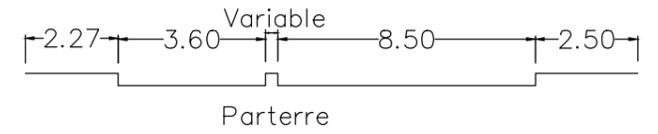
PL-01

PLANTA Y SECCIONES TRANSVERSALES

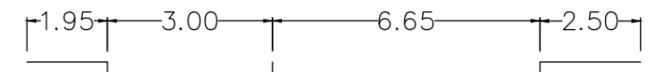
ESC. 1:400



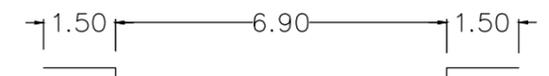
Camino a El Valle (E1)



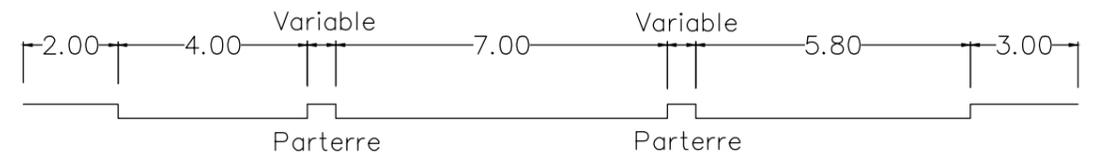
Av. 24 de Mayo (E2)



Puente Max Uhle (E4)



Av. 24 de Mayo (E3)



**UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA SALESIANA**

SEDE CUENCA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO: **ANÁLISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN INTEGRAL AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR QUE SE PRODUCE EN LA AV. 24 DE MAYO Y VÍA AL VALLE, DE LA CIUDAD DE CUENCA.**

PROYECTISTAS: JONHATAN CÓRDOVA, DOUGLAS TINOCO.

DIBUJO: JONHATAN CÓRDOVA, DOUGLAS TINOCO.
DISEÑO: JONHATAN CÓRDOVA, DOUGLAS TINOCO.

REVISÁ: Ing. IVÁN MEJÍA REGALADO. MsC
APRUEBA: Ing. IVÁN MEJÍA REGALADO. MsC

PLANO: **DISEÑO GEOMÉTRICO DE
LA ALTERNATIVA PROPUESTA
DE LA AV. 24 DE MAYO Y VÍA A EL VALLE**



REGION: CUENCA
PROVINCIA: AZUAY
DISTRITO: 01D02
ESCALA: 1:400
FECHA: JUNIO - 2023